

Полтавська державна аграрна академія

**РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ З
УРАХУВАННЯМ НАЯВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Колективна монографія

**За редакцією О.О. Горба,
Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб**

Полтава – 2017

УДК 620.92

Р 64

Рецензенти:

Н.В. Карпенко, д-р екон. наук, проф., завідувача кафедрою

Полтавського університету економіки і торгівлі

В.І. Перебийніс, д-р екон. наук, проф., професор кафедри економіки підприємства та економічної кібернетики Полтавського університету економіки і торгівлі

В.М. Писаренко, д-р с.-г. наук, проф., зав. кафедри екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування Полтавської державної аграрної академії

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 4 від 28.11.2017 р.)

Р 64 Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії : колективна монографія / за ред. О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. – П. : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. – 326 с.

ISBN 978-617-7464-11-1

У колективній монографії з позицій міждисциплінарного підходу викладено результати дослідження економічних, соціальних та екологічних напрямів розвитку і використання альтернативних джерел енергії. Розглянуто питання щодо напрямів вдосконалення використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості. Висвітлено системи економічної та енергетичної оцінки технологій виробництва сільськогосподарських та енергетичних культур. Наведено агроекологічне обґрунтування використання доступного потенціалу рослинних решток сільськогосподарських та фітомаси енергетичних культур. Значну увагу приділено удосконаленню нормативно-правового забезпечення та регулювання у сфері альтернативної енергетики.

Колективна монографія є частиною НДДКР «Розробка оптимальних енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу відновлюваних джерел енергії в умовах Лісостепу України» Полтавської державної аграрної академії (номер державної реєстрації 0117U000397 від 10.02.2017 р.).

Розраховано на науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців агроформувань, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями створення й ефективного функціонування екологічно стабільних територій.

УДК 620.92

Автори вміщених матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.

ISBN 978-617-7464-11-1

© Колектив авторів, 2017.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
РОЗДІЛ 1. АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ (ЕКОНОМІЧНИЙ, СОЦІАЛЬНИЙ, ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТИ)	9
1.1. Альтернативні джерела енергії: досвід іноземних країн та їх стан в Україні (<i>Н.В. Баган</i>)	9
1.2. Біоенергетика в Україні: природні матеріали для економічно-вигідної ситуації та фактори для отримання великих об'ємів сировини (<i>О.В. Бараболя, Ю.В. Татарко, В.О. Шандиба</i>)	16
1.3. Пріоритетні напрями енергозбереження, потенціал розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (<i>С.В. Дорошенко</i>)	22
1.4. Застосування альтернативних джерел енергоресурсів у сільському господарстві (<i>Ю.С. Калантиря</i>)	30
1.5. Перспективи розподіленої енергетики в Україні (<i>В.М. Калініченко, Т.В. Устік</i>)	36
1.6. Джерела енергозбереження у аграрному секторі України та країн світу (<i>Ю.П. Калюжна, Н.Ю. Процюк, Я.В. Радіонова</i>)	46
1.7. Відходи сільського господарства, як одне з джерел альтернативної енергетики України (<i>Л.М. Капаєва, В.В. Даценко</i>)	55
1.8. Альтернативні джерела енергії у свинарстві (<i>В.В. Оглобля, О.І. Кравченко</i>)	65
1.9. Пріоритети розвитку альтернативної енергетики в Україні в контексті світових тенденцій (<i>Ю.В. Самойлик</i>)	71
1.10. Особливості державної політики в стимулюванні використання відновлювальних джерел енергії в Україні (<i>Т.В. Сердюк, С.Ю. Франишина</i>)	79
1.11. Енерго-економічні перспективи розвитку біоенергетики в Україні (<i>Т.О. Чайка, І.О. Яснолоб</i>)	86
1.12. Майбутнє галузі свинини за використанням матеріало- та енергоощадних технологій (<i>А.М. Шостя, С.О. Усенко, І.В. Павлова, В.Г. Цибенко, В.Г. Слинько, О.С. Невідничий</i>)	93
РОЗДІЛ 2. НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ	101
2.1. Енергоефективні джерела світла для вирощування томатів в умовах закритого ґрунту (<i>І.А. Велит, С.В. Ляшенко, А.В. Калініченко</i>)	101

2.2. Використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості (<i>І.Л. Кобзиста</i>)	111
2.3. Сутність категорій «енергія» та «енергетична ефективність» в рослинництві (<i>О.В. Калініченко</i>)	118
2.4. Сучасні тенденції створення і роботи молочарських кооперативів в Україні (<i>Х.З. Махмудов, І.В. Махмудова</i>)	127
2.5. Перспективний шлях вдосконалення енергетичних систем України (<i>Є.Я. Прасолов, Т.Г. Лапенко, О.У. Дрожжана Б.С. Черненко, А.В. Мацаков</i>)	132
2.6. Перспективи використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості (<i>О.М. Руденко</i>)	149

РОЗДІЛ 3. СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ І ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР 156

3.1. Економічний механізм реалізації політики енерговикористання в діяльності сільськогосподарських підприємств (<i>О.В. Коломицева, Т.І. Бурцева, Т.А. Пальонна, І.В. Горяна</i>)	156
3.2. Альтернативні технології утримання свиней, спрямовані на скорочення енерговитрат при вирощуванні (<i>І.В. Павлова</i>)	163
3.3. Методологічні підходи оцінки екологізації аграрного виробництва в Україні (<i>В.В. Писаренко, А.С. Льовин</i>)	168
3.4. Економічна годівля свиней з використанням власних кормових ресурсів (<i>А.А. Поліщук, Л.М. Кузьменко, С.О. Семенов</i>)	175
3.5. Агроекологічна детермінація тренду врожайності кукурудзи як енергетичної сільськогосподарської культури (<i>С.В. Пономаренко</i>)	192

РОЗДІЛ 4. АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДОСТУПНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИННИХ РЕШТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ФІТОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР 202

4.1. Сортова специфіка формування основної та побічної продукції у сої (<i>Л.Г. Білявська, Ю.В. Білявський</i>)	202
4.2. Перспективи використання альтернативних енергетичних ресурсів при органічному вирощуванні культур (<i>О.О. Богданов</i>)	210
4.3. Збереження балансу парникових газів при вирощуванні енергетичних культур внаслідок непрямой зміни землекористування в умовах Лісостепу (<i>О.О. Горб, М.А. Галицька, М.І. Кулик</i>)	216
4.4. Забур'яненість посівів пшениці озимої залежно від добрив і обробітків ґрунту в усталених короткоротаційних сівозмінах (<i>А.А. Левченко, Л.М. Левченко, Л.О. Феценко</i>)	226

РОЗДІЛ 5. УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	231
5.1. Агроекологічне обґрунтування використання доступного потенціалу рослинних решток сільськогосподарських та фітомаси енергетичних культур (<i>Г.І. Бездудний, В.І. Солоп</i>)	231
5.2. Використання біопаливних рослин як фіторемедіаційних агентів (<i>В.О. Безсонова</i>)	238
5.3. Стан державного регулювання у сфері енергетики з відновлювальних джерел (<i>Ю.В. Вакуленко, В.М. Сакало, О.Г. Мінькова</i>)	243
5.4. Невизначеність торгівлі України з країнами Євразії та СНД (<i>Л.М. Кошова</i>)	253
5.5. Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива (<i>П.В. Писаренко, В.Л. Курило, М.І. Кулик</i>)	258
5.6. Агроекологічні та селекційні основи використання конопель як біоенергетичної культури (<i>С.В. Міщенко</i>)	266
5.7. Регламентація екодизайну як проблема сучасного адміністративно-державного менеджменту (<i>О.В. Мирна</i>)	274
5.8. Характеристика та прогалини законодавства України у сфері альтернативної енергетики (<i>А.В. Молчанова, М.А. Галицька, І.І. Жорник</i>)	281
5.9. Потенціал рослинних решток сільськогосподарських і фітомаси енергетичних культур (<i>О.В. Онопрієнко, А.М. Тулиця, І.І. Рожко</i>)	292
5.10. Енергетичні культури як альтернатива традиційним видам палива (<i>Т.М. Пузир, Г.А. Сербенюк</i>)	301
5.11. Оцінка фосинтетичної продуктивності ярого ячменю в умовах змін клімату в Житомирській області (<i>О.А. Барсукова, А.О. Колун</i>)	306
5.12. Оцінка впливу змін клімату на продуктивність ярого ячменю в Кіровоградській області за сценарієм А2 (<i>О.А. Барсукова, Л.В. Недострелова, А.С. Гоман</i>)	311
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	318

ПЕРЕДМОВА

Україна має великий потенціал альтернативної та відновлювальної енергетики, але, щоб його використовувати та реалізовувати, на основі розроблених національних і регіональних програм та нормативно-правових актів, необхідно залучати інвестиції як з боку держави, так із зарубіжних інституцій.

Проведення комплексних заходів для відновлення статусу енергонезалежності України і скорочення споживання російського газу дозволить підвищити потенціал та сприяти розвитку української енергетики на основі збільшення відсотку використання відновлюваних джерел енергії в паливно-енергетичному секторі.

Поряд з модернізацією існуючих енергетичних секторів промисловості (вугільна, атомна, нафтогазова та інші), впровадження альтернативних джерел енергії призведе до зростання економічного благополуччя держави.

Як стверджують вітчизняні вчені (Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука) енергетичний комплекс України має значну ступінь залежності від імпорту паливно-енергетичних ресурсів і, як наслідок, залежність від імпорту цих ресурсів, що негативним чином впливає на політику держави і на рівень її національної безпеки. Поряд з цим, Україна має потужну сировинну базу та сприятливі природні умови для розвитку та виробництва альтернативних видів палива та відновлюваної енергії (В.Л. Курило). Цей потенціал України повинен стимулювати розвиток у державі технологій і технічних рішень як для виробництва альтернативних джерел енергії з метою забезпечення паливно-енергетичного комплексу ресурсами, так і розвитку ринку альтернативних видів палива. Окрім того, розвиток біоенергетики в нашій країні, поряд із сталістю та економічними перевагами, не повинен завдавати шкоди навколишньому природному середовищу (Н.В. Мельник). За статистикою, енергоефективність в Україні в 11 разів нижче, ніж у середньому по іншим розвинутих країнам.

В той же час іноземні вчені відмічають тенденції збільшення відсотку використання відновлюваних джерел енергії в світі та країнах Європейського Союзу (EEA Report No 4/2016). J.J. Cheng, G.R. Timilsina вивчили передові технології виробництва біопалива, а J. Kalnitskaya на основі оцінки можливостей для співпраці в області біоматеріалів, економіки в Україні та Нідерландах детально вивчила підґрунтя для бізнесу в біопалива в нашій країні.

За кордоном на даний час проведені багаторічні дослідження щодо енергетичних культур (Dan Wand, Davis S. Lebauer and Michael C. Dietze). Експериментальним шляхом, дані автори визначили, що енергетичні культури як в монокультурі, так і в сумішках з іншими травами формують високу продуктивність. Це дало можливість їм розробити методи управління факторами, та збільшити урожайність фітомаси, поліпшити її якість відносно до зміни клімату. Дані

дослідження є досить цінними та потребують уточнення при перенесенні факторів експерименту на територію нашої країни, що в свою чергу дозволить мінімізувати вплив на навколишнє середовище і в перспективі перевести малопродуктивні землі (де вирощували енергетичні культури) в сільськогосподарські угіддя.

Разом з тим, питанням розробки оптимальних енергетичних систем різної складності з урахуванням наявного потенціалу відновлюваних джерел енергії в практиці не приділено значної уваги. Даній проблематиці належить і ця колективна монографія, яка є однією із перших спроб з позицій міждисциплінарного підходу виявити сучасні проблеми, що перешкоджають розробці та вдосконаленню енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії, їх впровадженню й ефективному функціонуванню з урахуванням наявного потенціалу відновлювальних джерел енергії, а також запропонувати можливі шляхи їх вирішення. У колективній монографії викладено як теоретико-методологічні, так і методичні й аналітико-прикладні основи розробки та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням агроекологічних, економічних, екологічних і соціальних аспектів.

Колективна монографія містить п'ять розділів. У першому розділі висвітлено питання щодо економічних, соціальних та екологічних аспектів щодо розвитку та використання альтернативні джерела енергії; у другому розділі наведені напрями вдосконалення використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості; третій розділ розкриває системи економічної та енергетичної оцінки технологій виробництва сільськогосподарських і енергетичних культур; четвертий розділ присвячено агроекологічному обґрунтуванню використання доступного потенціалу рослинних решток сільськогосподарських та фітомаси енергетичних культур. Завершує монографію п'ятий розділ, у якому визначено напрями удосконалення нормативно-правового забезпечення та регулювання у сфері альтернативної енергетики.

Колективна монографія включає й узагальнює результати дослідження багатьох авторів з різних наукових установ і навчальних закладів України, що відображають сучасні досягнення вітчизняної науки в дослідженні порушеної проблеми. Природно, що однією з особливостей даної праці є багатоманіття поглядів, які об'єднує в єдине ціле спільна ідея – розробки та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії. Автори розміщених у колективній монографії матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з науковою позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.

Ми переконані, що саме спільні зусилля учених різних наукових поглядів можуть забезпечити формування парадигми стійкого розвитку енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії. Впевнені, що подальша творча співпраця між дослідниками буде сприяти продукуванню перспективних

концептуальних підходів до вирішення наукової проблеми та розвитку альтернативних джерел енергії.

Дана колективна монографія, з огляду на глибинність і різнобічність проблеми енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії, не в змозі дати вичерпну відповідь на усі поставлені в ній питання, не кажучи вже про ті аспекти, які з певних міркувань не знайшли у цьому дослідженні відображення. Проте сподіваємося, що здійснені у монографії напрацювання теоретичного, методичного й аналітичного характеру будуть корисними для науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців агроформувань, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями розвитку альтернативних джерел енергії.

РОЗДІЛ 1

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ (ЕКОНОМІЧНИЙ, СОЦІАЛЬНИЙ, ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТИ)

1.1. Альтернативні джерела енергії: досвід іноземних країн та їх стан в Україні

Баган Н.В.

Полтавська державна аграрна академія

У сучасному світі конкурентоспроможність аграрних підприємств забезпечується шляхом ефективного використання наявних ресурсів, впровадження новітніх технологій, та різноманітних інноваційних новинок.

В ринковому середовищі, на даному етапі функціонування, впроваджують та набувають поширення нові більш жорсткі правила що стосуються підвищення ефективності наявних ресурсів; напрямків покращення ресурсного потенціалу підприємства в цілому; зниження виробничих витрат та підвищення якості вироблених товарів та послуг.

Ефективна діяльність підприємства у сучасних умовах господарювання залежить від низки факторів, зокрема зовнішніх та внутрішніх. Головним чинником який впливає на ефективне ведення діяльності підприємства є ефективне управління його ресурсним потенціалом. Слід враховувати що на даний момент в сучасній економічній літературі не існує чіткого визначення поняття «ресурси підприємства». У зв'язку з цим вважаю за необхідне більш детально розглянути сутність поняття «ресурси підприємства» та твердження різноманітних вчених щодо трактування поняття «ресурси»

Категорія «ресурс» походить від французького *resource* – засіб, запас, джерело доходу та має універсальний, міждисциплінарний та багатоаспектний характер.

А.М. Прохоров наводить наступне визначення ресурсів: «Ресурси (від французького *resource* – допоміжний засіб) – грошові кошти, запаси, цінності, можливості, джерела коштів, доходів (наприклад, природні ресурси, економічні ресурси)» [1]. Аналогічні тлумачення можна зустріти і в інших джерелах. Отже, як бачимо згадуються дві групи ресурсів: природні та економічні. Розглянемо їх більш детально.

Природні ресурси є компонентами природи, які використовують або можуть використовувати як засоби виробництва та предмети споживання. До них відносять: рослини, тварини, ґрунти, сприятливі кліматичні умови та мінеральну сировину. У свою чергу природні ресурси поділяються на: земельні, водні, біологічні, кліматичні,

¹ Советский энциклопедический словарь / [под ред. А.М. Прохорова]. – М. : «Советская энциклопедия», 1980. – 1600 с.

енергетичні, мінеральні, рекреаційні [2].

С.В. Мочерний дає таке тлумачення поняття: «Економічні ресурси – сукупність ресурсів, які використовуються в господарській діяльності для виробництва, обміну, розподілу та споживання матеріальних і духовних благ, задоволення зростаючих потреб населення. Економічні ресурси поділяють на природні (сировинні, геофізичні), трудові, капітальні (основні фонди), оборотні засоби (матеріали), фінансові, інформаційні. Економічні ресурси – речові та особисті фактори виробництва, які використовують для виробництва товарів і послуг» [3].

Ресурс (scheduled operating time; antic pated working life) – встановлений термін служби технічного пристрою, після закінчення якого воно підлягає ремонту або списанню [4] – наведене тлумачення запропонував Родніков А.Н. у своєму термінологічному словнику.

Д.М. Розенберг [5] вважає: «Resource – спосіб; засіб; ресурси; допоміжний засіб; природні ресурси. 1) загальновживане – все, що країна використовує для виробництва товарів і послуг (робоча сила, мінерали, нафта). 2) У торгівлі – виробник або оптовий продавець, у якого роздрібний продавець придбаває товари для продажу».

Як бачимо, це лише невелика частина тверджень відомих вчених економічної теорії жодне з яких не є схожим між собою і офіційно прийнятним. Тож можна стверджувати що зміст поняття «ресурси підприємства» потребує подальшого дослідження та опрацювання.

На даний момент існує доволі розгалужена класифікація ресурсів підприємства основними з яких є: земельні, трудові (людські), водні, фінансові, енергетичні та інформаційні. Постійно з'являються нові ресурси які потребують все більше дослідження. Пропонуємо доволі детально розглянути енергетичні ресурси, котрі є невідокремною складовою життя кожної людини, адже в наш час неможливо уявити себе без електроенергії. Оскільки XXI ст. є майже повністю автоматизованим то все більше виникає потреба у дослідженні електроенергії і пошуку шляхів її економії [6].

Матеріально-технічна база аграрних підприємств є достатньо мобільною у наш час. Жодне виробництва не може існувати без якісного матеріально-технічного забезпечення і ефективно працюючого двигуна. Щоб робочий процес тривав безперебійно, а головне ефективно, виробництво повинне бути забезпеченим головною рушійною силою – двигунами. Їх потребують всі без винятку сільськогосподарські машини, трактори, комбайни, виробниче обладнання та устаткування.

Сукупність потужності механічних двигунів тракторів, автомобілів,

² Природні ресурси: класифікація [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://osvita.ua/vnz/reports/geograf/23517/>

³ Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т.1. / Редкол.: С.В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К. : «Академія», 2000. – 864с.

⁴ Логистика: Терминологический словарь / [под ред. А.Н. Родников]. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 352 с.

⁵ Бизнес и менеджмент : терминологический словарь / [под ред. Д.М. Розенберг]. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 464 с.

⁶ Экономическая энциклопедия / [гл. ред. Л.И. Абалкин]. – М. : Экономика, 1999. – 1022 с.

комбайнів, інших сільськогосподарських машин, а також електродвигунів різних установок і робочих тварин у перерахунку на механічну силу становлять енергетичні потужності підприємств. Енергетичні потужності аграрного підприємства характеризує їх структура, що визначається як відсоткове відношення окремих видів до загальної потужності. У структурі частка тракторних, автомобільних і комбайнових двигунів становить близько 70 %. При цьому питома вага двигунів тракторів у загальній структурі дорівнює майже 35 %, автомобілів – близько 23 % і комбайнів – 12 %. Електричні двигуни й електроустановки займають майже 23 %, решта припадає на живу тяглову силу [7].

Рівень забезпеченості енергетичними ресурсами на підприємствах характеризують двома показниками: енергозабезпеченістю підприємства та енергоозброєністю праці. Енергозабезпеченість показує, яка кількість енергетичних потужностей припадає в розрахунку на 100 га сільськогосподарських угідь. Вона розраховується за формулою [Ошибка! Источник ссылки не найден.7]:

$$E_3 = (\Sigma E / S) \cdot 100, \text{ к.с./100 га с.-г. угідь.} \quad (1)$$

Енергоозброєність праці розраховує яка кількість енергетичних потужностей припадає на середньорічного працівника (СРП) і розраховується за формулою [Ошибка! Источник ссылки не найден.7]:

$$E_0 = (\Sigma E / \Sigma \text{СРП}) \cdot \text{к.с./СРП.} \quad (2)$$

Останнім часом спостерігається доволі помітне зниження показників енергозабезпеченості та енергоозброєності праці котрі становлять 360 і 30 к.с. Рівень забезпеченості енергетичними ресурсами має значний вплив на кінцеві результати діяльності аграрних підприємств. Між ними існує пряма залежність: зі зростанням енергоозброєності праці зростає врожайність сільськогосподарських культур, продуктивність тварин і праці, а також знижуються виробничі витрати на одиницю продукції [Ошибка! Источник ссылки не найден.7].

Значний вплив на діяльність аграрного підприємства має електрифікація виробництва. Вона сприяє покращенню автоматизації аграрного виробництва і має вплив на підвищення комплексної механізації, зокрема використання стаціонарного обладнання. Електрифікація виробництва набуває поширення в аграрному виробництві і зокрема в різноманітних тваринницьких комплексах, зернових складах, кормових цехах, теплицях.

⁷ Економіка підприємств : підруч. / Ф.В. Горбонос [та ін.]. – К. : Знання, 2010. – 463 с.

Основними показниками, які характеризують економічну ефективність застосування електроенергії, є: рівень продуктивності праці та собівартість продукції, термін окупності додаткових капітальних вкладень в електроенергію. Їх визначають при порівнянні двох варіантів: зі застосуванням електроенергії та без її застосування. Застосування електроенергії аграрними підприємствами має не лише велике економічне, а й соціальне значення. Її широко використовують для поліпшення умов праці й побуту працюючих [Ошибка! Источник ссылки не найден.7].

Підвищення показників споживання енергоресурсів вплинуло на зростання інтересу до технологій видобутку енергії, шляхом використання альтернативних джерел енергії. Джерелом енергії в природі називають процеси та речі що зустрічаються та дозволяють людині отримувати необхідну для її існування енергію [8].

Альтернативне джерело енергії являє собою відновлювальний ресурс. Він замінює традиційні джерела енергії, які функціонують за допомогою нафти, природного газу та вугілля. Причиною пошуку альтернативних джерел енергії виступає потреба в отриманні енергії відновлювальних або практично невичерпних природних ресурсів та явищ. Не потрібно також забувати про екологічність та економічність.

До альтернативних джерел енергії належать відновлювані джерела, основною перевагою яких є те, що всі вони є екологічно чистими: вітер; сонячне випромінювання; енергія морів та океанів, паливо з біомаси. На сьогодні виникає велика потреба в альтернативних ресурсах та їх ефективному впровадженні при будівництві нових будівель та споруджень. Їх широко застосовують у таких сферах як енергопостачання як промислового так і приватного сектору. Використовуючи в будівництві альтернативні джерела електроенергії ми маємо змогу зводити енергонезалежні та екологічно чисті споруди які набувають дедалі більшої популярності серед населення.

Основними альтернативними джерелами електроенергії є:

- теплові насоси;
- геліосистеми;
- сонячні колектори;
- сонячні батареї;
- сонячні електростанції;
- сонячні контролери;
- вітрогенератори;
- led-освітлення;
- біопаливо.

Тепловий насос є прибором котрий поєднує у собі три основні складові: кондиціонер, джерело гарячого водопостачання та котел. Принцип його роботи схожий зі звичайною холодильною установкою при цьому

⁸ Альтернативні джерела енергії [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ekoalt.com/poslugi/alternativna-energiya.html>.

забезпечуючи все більшу екологічність та високоефективне енергопостачання. Головною відмінністю є те, що тепловий насос використовує електроенергію котра надходить з природних джерел (вітер, ґрунт і вода) і навіть зі стічних вод, тобто з різноманітних розсіяних джерел.

Геліосистеми орієнтовані на забезпечення споживача повним або частковим опаленням (50–80 %). Вони є джерелом необмеженої, ресурсощадної та екологічно чистої енергії. Складаються з сонячного колектора, насоса та бака-акумулятора.

Сонячний колектор є складовою частиною геліосистеми. Він функціонує шляхом збору енергії видимого світла (включаючи й інфрачервоне випромінювання) й перетворює її у теплову. Дана конструкція забезпечує максимальне поглинання енергії при мінімальних показниках теплових втрат.

Основною характеристикою сонячних батарей є наявність єдиної системи котра має назву сонячної електростанції. В цілому сонячна батарея є кремнієвою пластиною які об'єднуються за зростанням у певні панелі. В наш час сонячні батареї перестали бути екзотикою і мають другий за величиною можливостей потенціал після вітрових установок. Застосування сонячних електростанцій не має обмежень. Їх використовують в авто-, авіа- і космічних індустріях, системах сигналізації та навігації, телекомунікація і навіть в харчовій промисловості.

Сонячний контролер це прилад котрий є невідокремленою складовою сонячної електростанції. Його основним призначення є перетворення відновлювальної енергії в електричну. Даний пристрій веде контроль за декількома параметрами, а саме: зарядки, режиму, температури та інших.

Основними перевагами використання вітрогенераторів є те, що електроенергія виробляється за рахунок «чистого» джерела – сили вітру. Вітрові електростанції не забруднюють навколишнього середовища і не супроводжуються викидами шкідливих речовин в атмосферу. Дані установки є повністю автономними тому для їх використання не потрібні інші джерела енергії. Проте в своє чергу є й негативні складові, оскільки вітрові електростанції потребують рівного рельєфу і сильного натиску вітру, а також у своїй роботі є доволі шумними, тому не можуть бути розміщені поблизу будівель і споруд.

Також альтернативним джерелом електроенергії є led-освітлення. Основною перевагою світлодіодів є низьке споживання електроенергії та в десятки разів більший термін служби в порівнянні з лампами розжарювання. Це дає можливість створювати надійні вуличні, офісні, промислові магістральні, фасадні, ландшафтні та світильники для ЖКГ, а також лампи під загальноприйнятні цоколі та туристичне освітлення.

Впровадження альтернативних джерел енергії у виробництво є доволі ефективним про що свідчить досвід світових країн. «Вже побудовані геліостанції в США (Каліфорнії). Вони мають економічні показники, які не поступаються станціям інших типів. У ряді країн

створені геотермальні станції – у США (станція Гейзерс в США має потужність 1 млн кВт), Росії, на Філіппінах і в Італії; приливні – у Франції, Канаді, Росії і КНР; вітрові – у США та Данії» [9]. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**]

Створенням палива з біомас активно займаються практично в усьому світі і навіть є країни, які вже перейшли на цей вид палива в певній мірі (у Фінляндії потреби в пальному вже на 20 % задовольняються за рахунок біопалива, а лідирує в ЄС щодо використання біомаси у якості джерела енергії Німеччина). Звичайно, треба розуміти, що на те, щоб повністю замінити ту саму нафту (застосування) біопаливом повинен пройти певний термін. А поки необхідно проводити подальші дослідження в цій області. Але вже зараз можна побачити основні переваги біодизельного палива: у вихлопі набагато менше токсичних відходів, сажі (на 50 %) та викидів СО та СО₂ воно дешевше нафтопродуктів; може використовуватися як в чистому вигляді, так і в суміші зі звичним паливом; в суміші придатне для будь-якого дизельного двигуна практично без переробки; саме по собі значно безпечніше для навколишнього середовища, ніж звичайне паливо (менше токсична, ніж звичайна кухонна сіль); легко розкладається мікроорганізмами (на 90 % за 3 тижні); подовжує життя двигуна (не утворюється нагар в циліндрах); не має неприємного запаху/

Сонячні батареї ефективно функціонували ще у ХХ ст. В кінці 80-х років найбільш поширеними предметами особистого вжитку, у яких використовувалася сонячна енергія, були «сонячні кухні». Навіть існували спеціальні портативні сонячні кухні, які можна було брати з собою в морську подорож або в екскурсію в гори (виробляли Франція, Швейцарія). У цей же час в Японії були створені електричні панелі, сонячні фотоапарати, радіоприймачі, портативні сонячні батареї, «сонячні світильники».

У префектурі Агава, в місті Ної з'явилася сонячна теплова електростанція, що виробляє електроенергію. Відомо, що ще в 1979 р. легкий одномісний літак, оснащений сонячними батареями, який називався «Солар Челленджер» і був виготовлений в США, благополучно перетнув морську протоку між Францією і Англією, Крім того, на електричному автомобілі з сонячними батареями був здійснений автопробіг через весь материк Австралії [9].

Не оминула дослідження і вітрова енергія: У Росії цей вид енергії став об'єктом для досліджень тільки після революції. У зв'язку з початком електрифікації сільського господарства була організована робота по створенню вітроелектричних станцій (ВЕС). Вже у 1930 р. була спроектована, а в 1931 р. споруджена в Криму перша в світі ВЕС Д30 потужністю 100 кВт. Станція пропрацювала до 1942 р. і давала енергію в електричну мережу Севастопольенерго. А у 1956 р. було

⁹ Альтернативні джерела енергії. Досвід Німеччини [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://glavcom.ua/columns/belikova/alternativni-dzherela-energiji-dosvid-nimechchini-425002.html>.

вироблено понад 9 тисяч вітродвигунів. За кордоном найбільш широке застосування вітроустановки знайшли в Австралії, Новій Зеландії, Латинській Америці, Греції та ін.

Доволі цікава реформа вугільної галузі по переходу на альтернативні джерела електроенергії проходить в Німеччині. Суть її полягає в тому, що Німеччина і німці зокрема, прийняли рішення щодо закриття шахт видобутку «кам'яного вугілля» (остання має закритися у 2018 р.). Дуже важливим є те, що саме суспільство в цілому прийняло це рішення, а не кілька політиків чи міністрів. Німці вміють рахувати і розуміють, що у вартість видобутку вугілля включають не тільки пряму собівартість самого вугілля, а й всі негативні наслідки для регіону та країни – забрудненість повітря, травми, професійні захворювання, кліматичні наслідки і порушення природного балансу в регіоні видобутку. Рішення щодо кам'яного вугілля було прийняте дуже давно, але активізовано останні десятиріччя. Для довідки: у 60-х роках у вугільній галузі працювало 700 тис. працівників, а тепер 20 тис. Головним чинником є те, що шахтарям не надається жодного соціального пакету, а лише можливість раннього виходу на пенсію. Звичайно існували певні програми перенавчання, але зважаючи на те, що всі шахти приватні, то ринок регулював більшість питань соціальної адаптації. Загальний принцип дуже відмінний від того, що є у нас – вугільна галузь неприбуткова (якщо включити у вартість для суспільства всі негативні наслідки), а тому вони вважають що немає сенсу в неї вкладати жодну копійку.

Найбільша проблема реформи, або іншими словами закриття шахт, лягає на плечі саме регіональної влади. З одного боку у них – шахтарі, а із іншого – всі інші жителі, які нині або залежать від шахтарів, або шукають кращих економічних можливостей. І перші, і другі, відчувають на собі і негативну частину видобутку – починаючи від поганого здоров'я і до специфічних красвидів. Але на сьогодні, в тому числі і завдячуючи непослідовності центральної влади, люди не вірять в реалістичність інших можливостей. В Німеччині ж, за останні роки було реально створено більше робочих місць у секторі альтернативних джерел енергії ніж у вугільній [9].

Певний досвід у використанні альтернативних джерел енергії існує і в Україні: За останні три роки в Україні було введено більш ніж 1,6 ГВт теплових потужностей, що працюють не на газі, а на альтернативних видах палива. Такі інновації не тільки залучили місцеві види опалення, але й збільшили робочу зайнятість у країні. Станом на 2016 р., в Україні збільшилась кількість сонячних панелей аж до 1109 господарств. До порівняння, у 2015 р. їхня кількість складала 244 господарств. За офіційними даними, 2016 р. став дуже плідним, адже кількість сонячних батарей збільшилась у 4 рази, в порівнянні із попереднім роком. Більше того, домогосподарства почали встановлювати більш потужні сонячні батареї. Відтак обсяг потужності

сонячних панелей зріс майже у 7 разів: з 2,2 МВт станом на кінець 2015 р. до 16,7 МВт наприкінці 2016 р. Переходячи на сонячну енергетику власники домогосподарств, та самих сонячних панелей, не лише дбають про екологію, а й непогано заробляють, продаючи за «зеленим тарифом» надлишок електроенергії у загальну мережу [10].

У 2017 р. також прийнято ряд законів, спрямованих на розвиток альтернативної енергетики у країні. Зокрема це законопроект №4334 – щодо стимулювання виробництва тепла з альтернативних джерел та законопроект № 6081 – щодо покращення інвестиційних можливостей у сфері виробництва електричної енергії з альтернативних джерел, стимулювання встановлення сонячних та вітрових електричних станцій на території приватних домогосподарств та щодо розвитку сфери виробництва рідких біологічних видів палива. Цим влада намагається показати пріоритетність альтернативної енергетики у розвитку сфери енергетики України [10].

Отже, як бачимо альтернативні джерела електроенергії і зокрема відновлювана енергетика останніми десятиріччями стає не тільки найбільш зростаючою галуззю в світовій енергетиці, а й певним поштовхом щодо економічного зростання багатьох країн. У країнах які проводили різноманітні заходи з розвитку та підтримки альтернативних джерел енергії уже ми можемо спостерігати позитивні результати. Накопичено великий досвід використання механізмів державної підтримки використання альтернативних джерел енергії, який обов'язково повинні врахувати в своїй діяльності і український уряд.

1.2. Біоенергетика в Україні: природні матеріали для економічно-вигідної ситуації та фактори для отримання великих об'ємів сировини

*Бараболя О.В., Татарко Ю.В., Шандиба В.О.
Полтавська державна аграрна академія*

В умовах глобальної економічної кризи особливої актуальності набуває питання пошуку альтернативних джерел енергії, зокрема таких, що здатні постійно відновлюватися. «Зелена» енергетика – сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з мінімальними впливом на довкілля та ризиком техногенних катастроф. Часто «зелену» енергетику називають також альтернативною, оскільки вона створює альтернативу для заміщення традиційних теплової та ядерної енергетик. Альтернативні джерела енергії – відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія,

¹⁰ Більше альтернативної енергетики в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://moesonce.com/ukraine/bilshe-alternativnoi-energetiki-v-ukraini.html>.

енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів [11].

Альтернативні джерела відрізняються від стандартних тим, що для їх опрацювання, трансформації, створення і поставки не потрібно витрачати багато ресурсів, не наноситься шкоди екології. По суті, альтернативні джерела енергії замінюють ті, які засновані на застосуванні нафти, вугілля, газу. Вони можуть виробляти різну енергію, причому як електричну енергію, так і іншу, яка представляє інтерес для людини і суспільства [12].

Розвиток та використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії (вітрової і сонячної енергії, біопалива, тощо) є вагомим фактором для зміцнення енергетичної безпеки та зменшення негативного техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Важливість розвитку альтернативної енергетики є очевидною, адже вона відіграє вирішальну роль у зменшенні парникових викидів, зниженні негативного впливу на довкілля, підвищує безпеку енергопостачання, допомагає зменшити залежність від імпорту енергії. При цьому важливо мати уявлення про весь спектр відновлювальних джерел енергії, які можна використати в сучасному народному господарстві [11].

Нестача викопних енергетичних ресурсів у розвинених країнах світу веде до розширення ефективного використання альтернативних джерел енергії. Поряд з використанням енергії сонця і вітру все більшого поширення набуває біонафта, різні тверді органічні матеріали та біогаз, які є продукцією сільськогосподарського виробництва. Перспективність нехарчового використання останньої впливає також з аналізу динаміки цін на енергетичну, промислову та сільськогосподарську види продукції. Аграрне виробництво із споживача традиційних видів енергії перетворюється у виробника їх зі значним потенціалом у майбутньому. У розвитку біоенергетики сільської місцевості у світі можна виділити три основні тенденції [11]:

- скорочення загальних витрат енергії;
- збільшення використання відновлюваних джерел енергії;
- переважного застосування твердих видів біопалива.

В аграрній сфері економіки України для проведення сільськогосподарських робіт щороку використовується близько 1,9 млн т дизельного палива і 0,6 млн т бензину. Для виробництва такої кількості пального використовується майже 4,5 млн т нафти, що переважно імпортується з інших країн. Постійне зростання її вартості призводить до підвищення вартості нафтопродуктів, а отже, і сільськогосподарської продукції. Тому традиційний варіант задоволення

¹¹ Міщенко О.О. Альтернативні джерела енергії та їх використання в аграрній сфері [Електронний ресурс] / О.О. Міщенко, А.А. Созанська. – Режим доступу : http://www.rusnauka.com/9_NND_2012/Economics/6_104174.doc.htm.

¹² Наш енергетичний потенціал // Альтернативні джерела енергії. – 2009. – № 2. – 40 с.

енергетичних потреб сільського господарства за рахунок тільки нафтопродуктів малоперспективний [11].

У процесі використання продуктів переробки нафти і природного газу забруднюється навколишнє середовище, що супроводжується зменшенням родючого шару ґрунту та знищенням лісових масивів, поширенням різноманітних важких захворювань населення. При цьому на автотракторну техніку в більшості країн світу припадає від 50 до 60 % шкідливих викидів, а у великих мегаполісах – навіть 80–90 % і більше. Одним з найбільш реальних варіантів забезпечення сільського господарства альтернативними джерелами енергії є використання біологічних видів палива, які виготовляються з основної і побічної продукції сільського господарства та промисловості. Вони можуть використовуватися безпосередньо як паливо, у чистому вигляді, як компонент для виробництва інших палив чи для змішування з традиційними видами палива у пропорціях, встановлених відповідно до державних стандартів [11].

Одним з відновлюваних джерел енергії є продукція, вирощена на енергетичних плантаціях, яка використовується у вигляді залишків від зрізаної та переробленої деревини, що в майбутньому займе свою нішу при вирішенні енергетичної проблеми. До важливих напрямів біосировини слід віднести продукцію, отриману в результаті вирощування пшениці, багаторічних трав, кукурудзи, соняшнику, ріпаку, гірчиці, тополі, верби, очерету, а в деяких регіонах світу – цукрової тростини. Вже нині окремі країни Євросоюзу мають позитивний досвід їх використання як швидкозростаючих енергетичних культур [11].

При цьому слід визнати, що собівартість цієї так званої зеленої енергії на сьогодні поки що набагато вища, ніж «чорної» (для прикладу, з вугілля), тим більше в порівнянні з рідкими традиційними видами палива – дизелем, бензином, мазутом та ін. Перспективним напрямом отримання альтернативного палива на сьогодні є також спалювання соломи, яке потребує набагато менших початкових капітальних вкладень для його реалізації. Враховуючи те, що в Україні щорічно виробляється 50–60 млн т соломи зернових і зернобобових культур, які не використовуються зовсім або ж використовується вкрай неефективно (близько 50–60 % спалюється на ріллі одразу після збирання врожаю), перспектива її застосування в сільській місцевості для обігрівання приміщень адміністративного і соціально-культурного призначення очевидна [11].

Біоенергетика – напрямок «зеленої» енергетики, що спеціалізується на виробництві енергії із біомаси. Біологічні види палива (біопаливо) охоплюють тверде, рідке та газоподібне паливо, виготовлене з біологічно відновлювальної сировини органічного походження (біомаси) [13].

¹³ Сучасні тенденції і потенціал розвитку «зеленої» енергетики в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://pidruchniki.com/73794/ekonomika/suchasni_tendentsiyi_potentsial_rozvitku_zelenoyi_energetiki_ukrayini#927.

Тверде біопаливо – це тверда біомаса, застосовувана як котельно-пічне паливо (дрова, торф, тирса, тріска, солома, інші сільськогосподарські відходи, гранули та брикети, вироблені з біомаси, деревне вугілля та вуглиста речовина). Потенціал енергії твердого біопалива розподілений приблизно рівномірно по всій території України. Основними складовими потенціалу є відходи сільського господарства та деревинна біомаса [12].

Попит на брикети та гранули з деревини залишається стабільно високим на зовнішньому ринку упродовж останніх років, що обумовило тенденцію до помірного зростання цін на 5–10 % на продукцію вітчизняного виробництва у 2013–2014 рр. Водночас попит на пелети на внутрішньому ринку є порівняно невеликим. Із упровадженням у країнах ЄС нових стандартів якості для пелет експорт продукції з України почав помітно знижуватися, оскільки багато виробників не змогли випускати продукцію потрібної якості. Подальший розвиток твердопаливного сегмента буде залежати від пошуку нових напрямків експортних поставок та нарощування споживання цього виду продукції на внутрішньому ринку України.

Рідке (моторне) біопаливо – речовина, що отримується у ході перероблення рослинної сировини (пшениці, кукурудзи, ріпаку, цукрових буряків, цукрової тростини тощо) засобами технологій, в основі яких лежить використання природних біологічних процесів (наприклад, бродіння). До найпоширеніших видів рідкого біопалива належать [12]:

- біоетанол – спирт етиловий зневоднений, виготовлений із біомаси або спирту етилового сирцю для використання як біопалива. Біоетанол може використовуватися лише як домішка до бензину;

- біобутанол – спирт бутиловий, виготовлений з біомаси, що застосовується як біопаливо або біокомпонент;

- біодизель – метилові та/або етилові етери вищих органічних кислот, отриманих із рослинних олій або тваринних жирів, що можуть використовуватися як самостійний вид палива, так і в суміші зі звичайним дизельним паливом у двигунах внутрішнього згоряння.

Україна, володіючи значним земельним фондом, має великі можливості для виробництва екологічно чистих моторних палив – зокрема потенціал виробництва біоетанолу становить близько 2 млн т на рік. З метою стимулювання розвитку виробництва і більш широкого застосування біоетанолу у транспортному секторі у країні була створена законодавча база, що регулює вміст біологічних добавок у нафтопродуктах. Щодо потенціалу виробництва вітчизняного біодизеля, то він становить близько 1 млн т на рік. На території України склалися сприятливі умови для вирощування ріпаку як однієї з найбільш затребуваних культур для виробництва біодизеля. Враховуючи той факт, що рослини ріпаку очищують ґрунт від радіонуклідів, особливо привабливим регіоном для вирощування цієї культури є Чорнобильська зона. Незважаючи на те, що Україна має потужну сировинну базу для

виробництва біодизеля, в найближчі кілька років швидше за все цей сегмент ринку залишиться експортоорієнтованим.

Газоподібне біопаливо – продукт, що отримується у результаті бродіння біомаси або шляхом застосування інших термо- і біохімічних процесів, спрямованих на її перероблення. Найбільш поширеним видом газоподібного біопалива є біогаз, який може використовуватися для отримання теплової та електричної енергії, а також як паливо для двигунів внутрішнього згоряння [11].

Розглядаючи рідке біопаливо, потрібно звернути увагу на природні матеріали, з яких воно виготовляється. Для отримання більшої кількості палива, необхідна більша кількість сировини. Дуже важливо дотриматися всіх умов для збільшення врожаю, приділити увагу різним аспектам для отримання кращого результату.

Зелені добрива (сидерати) – свіжа рослинна маса спеціально вирощуваних культур, частково або повністю зароблена в ґрунт для підвищення його родючості й поліпшення живлення наступних рослин азотом та іншими елементами. Ці культури називають сидератами, а сам захід – сидерацією, тобто під зеленим добривом розуміють заробляння в ґрунт ще не змертвілої зеленої соковитої біомаси рослин, багатой на цукри, крохмаль, білок та азот, а також їх коріння, яке ще функціонувало на час обробітку ґрунту. Це принципово відрізняє зелене добриво від заробляння в ґрунт інших органічних добрив як сухих (солома), так і частково розкладених (гній).

Сидерати мобілізують елементи живлення нижніх шарів ґрунту і перемішують їх в орний шар. Якщо внесення гною – це повернення в ґрунт елементів живлення, що були використані рослинами для створення врожаю, то застосування зеленого добрива – це мобілізація поживних речовин із сонячної енергії, атмосфери та нижніх шарів ґрунту, які мало використовуються. У світовій практиці на зелене добриво вирощують турнепс, капусту кормову, люпин, фацелію, гречку, багаторічні трави (люцерну, конюшину, буркун, еспарцет), зернобобові (вику, горох, боби кормові), капустяні (ріпак, редьку олійну, гірчицю, свиріпу), злакові (жито, тритикале, райграс, суданську траву) [14].

Застосування добрив дозволяє збільшити не лише урожайність сільськогосподарських культур, а й поліпшити якість продукції, підвищити стійкість рослин до несприятливих кліматичних факторів та різних шкідливих об'єктів. У комплексі заходів, спрямованих на одержання високих і стійких урожаїв доброї якості, а також оптимальної структури врожаю, одним із необхідних факторів є правильний підбір співвідношення елементів живлення для кожної культури. Фізичні і хімічні властивості азотних добрив відіграють не меншу роль при встановленні доз, співвідношення, строків і способів їх застосування, ніж біологічні особливості рослин і ґрунтово-кліматичні умови.

Найбільший приріст урожаю і покращення якості зерна забезпечує азот – основний елемент росту і розвитку рослин. Азот входить до складу всіх амінокислот, з яких побудована складна молекула білка. Білкові речовини є головною складовою частиною протоплазми, вони присутні у кожній живій клітині, будучи матеріальною основою всього життєвого процесу. Крім власне білків, азот входить до складу нуклеїнових кислот, хлорофілу, вітамінів, ферментів та ін. [15].

Пшениця поглинає азот впродовж усього періоду вегетації від початку функціонування коренів до припинення росту в зв'язку із досяганням її фотосинтетичного апарату. На початку росту азот надходить у рослини інтенсивно, випереджаючи надходження інших елементів, але величина його осіннього використання незначна.

Для нормального темпу проходження фаз розвитку необхідна добра забезпеченість фосфором. Фосфор відіграє головну роль у переносі енергії, диханні і фотосинтезі. Входить до складу сполук, які акумулюють багато енергії. Достатня кількість фосфору ліквідує проблему надмірної кількості азоту, підвищує його ефективність. Збільшується інтенсивність фотосинтезу, ощадніше використовується ґрунтова волога. Фосфор підвищує біологічну активність ґрунту, сприяючи розвитку ґрунтових мікроорганізмів.

Фосфор необхідний рослині озимої пшениці на всіх фазах росту і на всіх типах ґрунтів. Значна частина фосфору засвоюється уже в період проростання насіння. Нестача його в цей час не компенсується посиленням фосфорного живлення на пізніших фазах розвитку. Це спричинює недобір урожаю, тому фосфорні добрива, основна кількість яких випускається у вигляді малорозчинних форм, рекомендується вносити під основний обробіток ґрунту. Найбільша кількість фосфору потрібна у період від початку виходу в трубку до цвітіння, коли рослини створюють його запас для наливу зерна [14].

Фосфор сприяє усім процесам життєдіяльності рослин. Він впливає на рівномірність сходів, активізує розвиток кореневої системи, посилюючи процес укорінення. Під впливом фосфорних добрив нагромаджується більша кількість захисних речовин, особливо цукрів, що підвищує концентрацію клітинного соку і позитивно позначається на формуванні морозостійкості і зимостійкості рослин. Рослини стають стійкішими до вилягання і хвороб (передусім до корневих гнилей та борошнистої роси), більш продуктивно використовують азотні добрива, швидше досягають. Фосфор збільшує енергію кущення, густоту продуктивного стеблостою, число колосків і зерен у колосі та його довжину. Цей елемент має здатність поліпшувати також урожайні якості насіння [16].

При додержанні всіх умов:зберігання зерна, вчасного посіву,

¹⁵ Лихочвор В. Система удобрення озимої пшениці [Електронний ресурс] / В. Лихочвор. – Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2180-systema-udobrennia-ozymoi-pshenytsi.html>.

¹⁶ Біоенергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://pidruchniki.com/1164071137972/ekologiya/bioenergetika>.

правильного вибору попередників, добрив, обробітку ґрунту, досягається мета щодо отримання великої кількості врожаю. Це забезпечить сприятливі умови для країни не лише в плані забезпечення зерном, а й дозволить використати післяжнивні рештки для додаткової переробки, а саме – для альтернативної енергії.

У цьому питанні вбачається економічність та раціональність використання сировини, тому воно є актуальним для подальшого вивчення і використання на практиці.

Опрацювавши достатню кількість літературних джерел на даному етапі проводиться закладання дослідів в дослідженому господарстві по внесенню мінеральних добрив та використання такого попередника як сидерати, що використовується як попередник, так і органічне добриво. Отримані результати досліджень будуть формуватися в таблиці, залежно від проведених дослідів.

1.3. Пріоритетні напрями енергозбереження, потенціал розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії

*Дорошенко С.В.
Полтавська державна аграрна академія*

Основні принципи державної політики в сфері енергоефективності

За показником енергоємності ВВП Україна в декілька разів перевищує показники розвинених країн Західної і Східної Європи. Так, енергоємність ВВП України в 2010 р. склала 0,55 т у.п. на 1000 дол. США порівняно з 0,1 т у.п. – для Німеччини, 0,2 т у.п. – для Польщі й 0,46 т у.п. – для Росії (рис. 1). Висока енергоємність України є наслідком особливостей структури національної економіки, зміщеної у бік більш енергоємних галузей, істотного технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня розвинених країн, а також цінових викривлень на внутрішніх енергетичних ринках. В умовах залежності країни від імпорту таких енергоносіїв як газ та нафта висока енергоємність обмежує конкурентоспроможність національного виробництва й лягає важким навантаженням на економіку.

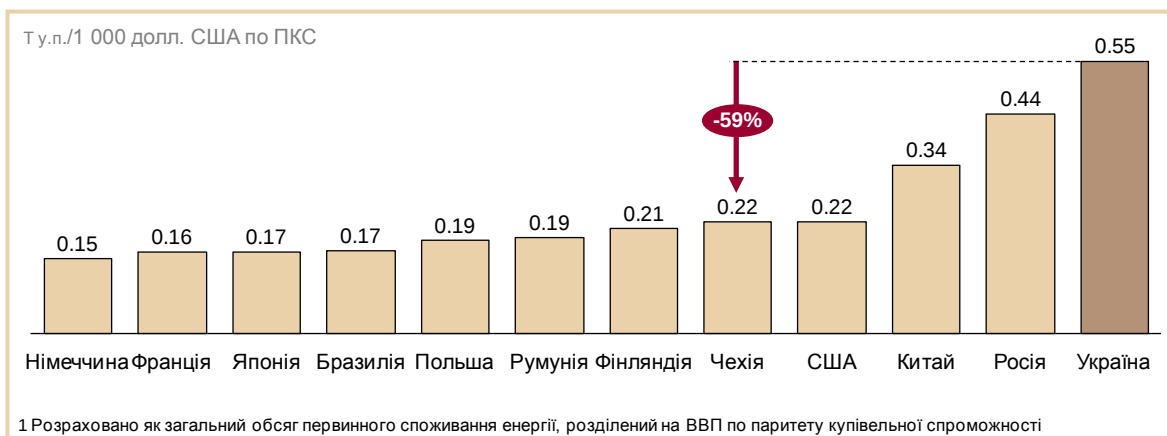


Рис. 1. Порівняння енергоємності ВВП різних країн

Крім економічної й екологічної доцільності, збільшення енергоефективності є необхідним Україні для зміцнення національної енергетичної безпеки, а також для приєднання до європейського та світового енергетичного співтовариства. Зниження енергоємності економіки має стати однією з пріоритетних цілей державної політики в області енергетики.

Низька енергоефективність збільшила кризові явища в українській економіці в першій половині 90-х років за рахунок різкого зростання частки матеріальних витрат у загальній вартості продукції на тлі падіння промислового виробництва. Тільки наприкінці 1990-х рр., у результаті припинення падіння промислового виробництва та завдяки прийнятим на державному рівні закону та програмі енергозбереження, почалося підвищення енергоефективності економіки, при цьому, вперше в історії України спостерігалось зростання ВВП при одночасному скороченні споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів. Однак на початку 2000-х рр. темпи зниження енергоємності ВВП сповільнилися. Основними чинниками, які перешкоджають подальшому зниженню енергоємності ВВП, є:

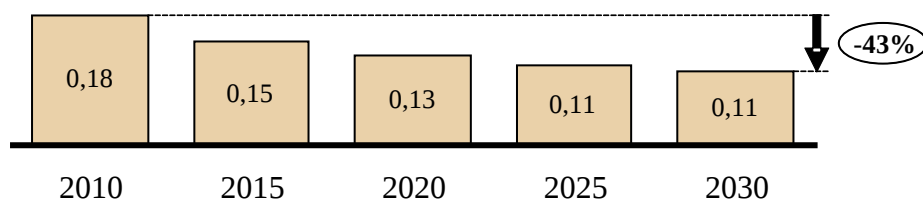
- високий ступінь фізичного зношування основних фондів і технологічне відставання в найбільш енергоємних галузях і житлово-комунальній сфері;
- невідповідність тарифів і цін на енергоресурси видаткам на їх виробництво, що ускладнює модернізацію енергетичних об'єктів;
- неефективність функціонування природних монополій;
- високий рівень втрат енергоресурсів при їх передачі та споживанні;
- обмеженість стимулів до зниження споживання енергоресурсів при відсутності приладів обліку;
- низький рівень впровадження енергоефективних технологій і устаткування як у промисловості, так і серед населення.

Загальними показниками енергетичної ефективності, які визначаються на рівні країни, є енергоємність, електроємність і паливоємність ВВП. У рамках базового сценарію розвитку економіки

при реалізації заходів зі збільшення енергоефективності може бути досягнуто зниження показника енергоємності ВВП майже на 60 % (із 0,2 кг у.п./грн ВВП до 0,09 кг у.п./грн ВВП), а електроємності – на 44 % (з 0,17 кВт·год/грн у 2009 р. до 0,11 кВт·год/грн у 2030 р.). З урахуванням важливості природного газу як джерела енергії для української економіки, окрему увагу необхідно приділити показнику газоємності ВВП: у рамках базового сценарію розвитку може бути досягнуто зниження цього показника на 68 % (з 0,06 м³/грн до 0,02 м³/грн). Зниження показників енергоємності ВВП наблизить Україну до показників розвинених східноєвропейських країн.

Прогноз зниження електроємності ВВП

кВт·год т у.т./млрд грн (у цінах 2010 р.)



Прогноз зниження газоємності ВВП

Млрд м³/млрд грн (у цінах 2010 р.)

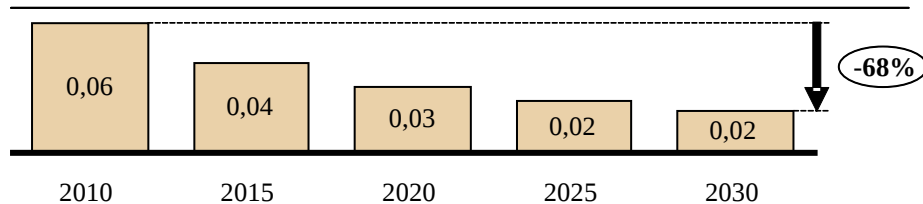


Рис. 2. Прогноз динаміки показників енергоефективності ВВП України

Скорочення енергоспоживання в економіці України можливо за рахунок структурного і технічного чинників. Структурна складова потенціалу енергозбереження відображає вплив зменшення питомої ваги енергоємних галузей у ВВП України за рахунок розвитку виробництва із низькою енергоємністю та матеріалоємністю, а також наукомістких галузей. Технічна (технологічна) складова потенціалу енергозбереження містить у собі зниження енергоємності виробництва (видобутку), перетворення, транспортування і споживання енергоресурсів за рахунок впровадження новітніх енергоефективних технологій та енергозберігаючих заходів.

Протягом останніх десяти років зниження енергоємності економіки забезпечувалося, в основному, за рахунок зростання ВВП, яке випереджає динаміку споживання енергоресурсів, а також впливу змін структурного чинника. Для того, щоб продовжити зниження енергоємності ВВП, необхідно негайно задіяти технологічні важелі енергозбереження. У разі невживання комплексу заходів з упровадження нових енергозберігаючих технологій відставання показників енергоефективності економіки України від показників розвинених країн

збільшиться і ще сильніше знизить конкурентоспроможність вітчизняних виробництв на світових ринках. Загальний технологічний потенціал збільшення енергоефективності в середньому по економіці в базовому сценарії розвитку оцінюється в 30–35 %.

Найважливішими завданнями в області підвищення енергоефективності економіки України за рахунок технологічних важелів є підвищення ефективності споживання електрики, газу, тепла, а також нафтопродуктів. Для забезпечення поставлених цілей необхідно розробити комплексну програму підвищення енергоефективності, що включає в себе опис конкретних заходів із досягнення поставлених в Енергостратегії цілей і план впровадження ініціатив із зазначенням строків і відповідальних за їх виконання.

Виробництво та споживання електроенергії

Базовий сценарій попиту на електроенергію передбачає вихід до 2030 р. на рівень споживання 282 ТВт·год на рік., що означає зниження електроємність ВВП приблизно на 40 % (з 0,19 кВт·год/грн у 2009 р. до 0,11 кВт·год/грн у 2030 р.). Для виходу на цей показник необхідно досягти 20 % скорочення питомого споживання електроенергії, у тому числі за рахунок таких зусиль:

- підвищення стандартів енергоефективності при будівництві і на транспорті, в тому числі використання більш економічних освітлювальних приладів;
- зниження втрат у магістральних і розподільних мережах;
- лібералізація ринку електроенергії й усунення перехресного субсидування;
- стимулювання модернізації застарілих і наденерговитратних видів виробництва;
- впровадження принципів енергетичного менеджменту й енергетичного аудиту;
- введення диференційованих за часом доби тарифів на електроенергію для кінцевого споживача;
- стимулювання використання енергозберігаючих побутових електроприладів;
- популяризація заходів зі зниження споживання електроенергії в піковий час і загальне підвищення енергоефективності серед населення.

За відсутності реалізації заходів підвищення енергоефективності сукупний обсяг споживання електроенергії до 2030 р. складе 331 ТВт·год на рік.

Основними секторами споживання електроенергії є промисловість, сільське господарство, сектори комерційного та побутового споживання, а також розподіл і передача електроенергії й експорт. Для того щоб до 2030 р. вийти на рівень споживання 282 ТВт·год на рік, необхідно досягти наведених нижче показників економії споживання електроенергії за секторами (детальніший опис заходів енергоефективності наведено у розділі «Електроенергія»):

– промисловість і сільське господарство – економія близько 7 % (139 ТВт·год у порівнянні зі 151 ТВт·год без вживання заходів підвищення енергоефективності)

– споживання в комерційних спорудах і на транспорті – економія 30 % (58 ТВт·год у порівнянні з 76 ТВт·год), у тому числі за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій для опалення, кондиціонування (наприклад, використання теплових насосів) і освітлення будинків (наприклад, застосування світлодіодів);

– побутове споживання – економія 11 % (57 ТВт·год у порівнянні з 63 ТВт·год), у тому числі за рахунок стимулювання використання енергозберігаючих побутових електроприладів і енергозберігаючих ламп;

– втрати при розподілі та передачі – економія 57% (23 ТВт·год у порівнянні з 36 ТВт·год).

Реалізація заходів із заощадження електроенергії промисловими споживачами економічно прибуткова і має відбуватися за рахунок коштів приватних власників, у той час як у ЖКГ та сфері послуг для їх реалізації необхідне розроблення цільових державних програм.

Першочерговими заходами із впровадження економічних механізмів енергоефективності, передбаченими комплексною програмою, мають стати:

– встановлення прогресивних норм витрати питомих витрат енергоносіїв у порядку, визначеному законодавством;

– визначення перспективних напрямків для підвищення енергоефективності (підвищення стандартів електроспоживання для побутових приладів і матеріалів, що використовуються при будівництві й утепленні будинків, застосування теплових насосів тощо) і встановлення відповідного державного контролю (удосконалення нормативно-правової бази та діяльності контрольних органів, запровадження системи штрафів);

– розробка програм за обраними перспективними напрямами підвищення енергоефективності, а також підкріплення їх реалізації за рахунок інвестицій (зокрема, за рахунок держбюджету або державно-приватного партнерства);

– лібералізація ринку електроенергії й усунення перехресного субсидування;

– введення обов'язкового енергетичного менеджменту й енергетичного аудиту для бюджетних установ та підприємств, що отримують державні дотації та субсидії;

– розробка та впровадження механізмів стимулювання енергозбутових компаній до забезпечення зниження споживання електроенергії їх клієнтами;

– популяризація заходів із підвищення енергоефективності серед населення.

Споживання тепла та газу

Базовий сценарій розвитку економіки передбачає вихід до 2030 р. на

рівень споживання газу в 49 млрд м³ і тепла в 271 млн Гкал на рік. Для цього необхідна активна реалізація заходів із підвищення енергоефективності та скорочення споживання газу приблизно на 40 % і тепла – на ~25%, у тому числі за рахунок таких зусиль:

- модернізація промисловості з використанням енергозберігаючих технологій;
- зниження втрат газу і тепла за рахунок реконструкції газотранспортної системи;
- модернізація житлових і комерційних будинків із забезпеченням персоніфікованого обліку споживання газу й тепла;
- посилення будівельних нормативів і реконструкція системи теплопостачання;
- скорочення частки газифікованого житла у новому будівництві у містах і перехід на використання альтернативних джерел тепла в сільській місцевості;
- просування альтернативних джерел виробництва тепла.

За відсутності реалізації заходів підвищення енергоефективності сукупний обсяг споживання газу в економіці до 2030 р. складе близько 82 млрд м³, тепла – близько 366 млн Гкал на рік. Таке зростання енергоспоживання буде чинити значний негативний вплив на конкурентоспроможність української економіки та підвищувати її залежність від імпорتنих енергоресурсів, обмежуючи можливості для сталого довгострокового розвитку. Можливість подібного варіанта розвитку подій підкреслює важливість підвищення енергоефективності економіки.

Основними групами споживачів газу є промисловість, населення, тепло- і електроенергетика, а також газова галузь (видатки на транспортування й розподіл, втрати). Для досягнення загального споживання газу до 2030 р. на рівні 49 млрд м³ необхідно забезпечити реалізацію заходів для енергоефективності й досягти поданих нижче показників скорочення споживання в кожному із сегментів (більш детальний опис заходів підвищення енергоефективності наведено у главі «Споживання газу»):

- промисловість – скорочення споживання на 53 % (18 млрд м³ у порівнянні з 38 млрд м³ без упровадження заходів підвищення енергоефективності);
- населення – скорочення споживання на 33 % (12 млрд м³ у порівнянні з 18 млрд м³);
- тепло- й електроенергетика – скорочення споживання на 27 % (16 млрд м³ у порівнянні з 22 млрд м³);
- транспортування, розподіл і втрати газу – скорочення споживання на 10 % (2,8 млрд м³ у порівнянні з 3,1 млрд м³).

Основними групами споживачів тепла є: населення, комерційний сектор і промисловість. Для досягнення загального споживання тепла до 2030 р. на рівні 271 млн Гкал необхідно забезпечити реалізацію заходів підвищення енергоефективності та досягти наведених далі показників скорочення споживання в кожному із сегментів (більш детальний опис заходів

підвищення енергоефективності наведено у главі «Теплова енергія»):

- населення – скорочення споживання на 15–20 % (161 млн Гкал у порівнянні з 195 без упровадження заходів підвищення енергоефективності);

- комерційний і комунальний сектор – скорочення споживання на 30 % (53 млн Гкал у порівнянні з 76 млн Гкал);

- промисловість – скорочення споживання на 40 % (57 млн Гкал у порівнянні зі 95 млн Гкал).

Виробництво та споживання нафтопродуктів

У базовому сценарії розвитку, завдяки зростанню транспортного парку, галузей економіки та добробуту населення, сукупний внутрішній попит на основні світлі нафтопродукти (бензин, дизель, гас) складе близько 17,4 млн т. Для досягнення цього показника необхідне підвищення ефективності витрати палива на 25–30 % завдяки структурним зрушенням у витраті палива та реалізації низки заходів, спрямованих на скорочення споживання традиційних нафтопродуктів, у тому числі:

- стимулювання оновлення транспортного парку на більш економічні машини;

- сприяння використанню більш економічних альтернативних видів палива, включаючи розроблення цільових програм зі скорочення споживання традиційних нафтопродуктів великими групами споживачів;

- стимулювання розвитку попиту та виробництва біопалив.

Більш детальний опис заходів підвищення ефективності витрати палива наведено у главах «Попит на нафтопродукти» і «Ринок нафтопродуктів».

Потенціал розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії й альтернативних видів палива

Розвиток нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є важливим фактором підвищення рівня енергетичної безпеки, зниження використання викопних паливних ресурсів (у тому числі імпортованих), розвитку промисловості і сільського господарства, збільшення зайнятості населення в секторах економіки, пов'язаних із використанням ВДЕ, а також зниження негативного впливу енергетики на навколишнє середовище й підвищення якості життя громадян.

Незважаючи на те, що на сьогодні ВДЕ є, найчастіше, економічно більш витратними, ніж традиційні джерела енергії й види палива, передбачається, що разом із майбутнім розвитком технологій собівартість енергії на базі ВДЕ буде знижуватися, і їх виробництво ставатиме дедалі більш рентабельним. Державі необхідно:

- підвищувати привабливість освоєння та розвитку тих ВДЕ, які мають високу ймовірність економічної окупності в майбутньому і є найбільш перспективними з погляду виробництва на території України;

- підтримувати розроблення і впровадження конкурентоспроможних технологій;

- стимулювати локалізацію виробництва необхідного устаткування. У майбутньому, у міру розвитку технологій і зниження

собівартості виробництва електроенергії на базі ВДЕ, необхідно скорочувати державну підтримку даного виду генерації та вирівнювати умови конкуренції між традиційними і нетрадиційними видами енергії.

Загальний потенціал використання альтернативних джерел енергії в Україні до 2030 р. оцінюється приблизно в 25 ТВт·год електроенергії на базі ВДЕ і близько 2 млн т біопалив. Більш детальний опис розвитку ВДЕ міститься у розділі «Електроенергетика», біопалив – у розділі «Попит на нафтопродукти».

Генерація енергії на базі ВДЕ

Напрямок стратегічного розвитку ВДЕ в області енергетики у країні має відповідати основним принципам Європейського співтовариства в області енергетики, відображеним у Зеленій книзі «Європейська стратегія постійної, конкурентоспроможної та безпечної енергетики» (Брюссель, 8.3.2006. СОМ (2006) 105), зокрема, вибору курсу на розширення використання відновлюваних джерел енергії. Цільовий показник сукупної потужності нетрадиційної й відновлюваної енергетики в Україні до 2030 р. складе не менше 10 % від установленної потужності, або 5–7 ГВт (10–12 ГВт включаючи великі ГЕС), а обсяг вироблення – 11–16 ТВт·год (23–28 ТВт·год включаючи великі ГЕС). Прогноз динаміки використання ВДЕ до 2030 р. у базовому сценарії виглядає таким чином:

1. Динаміка вироблення електроенергії з нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії в 2010–2030 рр., ТВт·год

Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії	2010 р.	2015 р.	2020 р.	2025 р.	2030 р.
Вітрогенерація	0,1	0,6	1,9	3,8	7,4
Сонячна генерація	<0,1	0,3	0,8	1,4	2,6
Малі ГЕС	0,2	0,4	0,7	1,3	2,1
Біогенерація	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,3
Генерація з інших ВДЕ	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2
Разом, вироблення із ВДЕ	<0,4	<1,4	3,6	6,8	12,6

Виробництво теплової енергії на базі ВДЕ

Для часткового заміщення природного газу в якості джерела енергії розглядається можливість розвитку виробництва теплової енергії на базі ВДЕ, у тому числі на основі технології прямого спалювання біомаси (в основному, у вигляді деревини та відходів сільського господарства), використання геотермальної енергії, сонячних колекторів, а також теплових насосів. Розвиток цих видів генерації тепла в Україні перебуває на початковому етапі: сукупний обсяг виробництва теплової енергії не перевищує 1 млн Гкал. На сьогодні стримуючим чинником розвитку цього напрямку найчастіше є висока вартість генерації енергії, яка обмежує доцільність цих проектів. Проте передбачається, що в майбутньому, у міру розвитку технологій, собівартість теплової енергії на базі ВДЕ знижуватиметься, і їх виробництво ставатиме дедалі більш рентабельним.

Розвиток виробництва та споживання біопалив

Напрямок стратегічного розвитку біопалив на території України має відповідати основним принципам Європейського співтовариства в області біопалив, відображеним у «Стратегії ЄС із біопалив» (Brussels, 8.2.2006 COM (2006) 34 final), зокрема, стимулюванню споживання та виробництва біопалив. У рамках базового сценарію Енергетичної стратегії передбачається перехід на використання бензину з 10% вмістом етанолу до 2020 р. і 15 % вмістом етанолу – до 2030 р., а також перехід на використання дизельного палива зі 7 % вмістом біодизеля до 2030 р. При цьому передбачається, що більш активний розвиток біодизеля почнеться тільки з 2020 р. завдяки зниженню собівартості його виробництва. Прогноз динаміки використання біопалив до 2030 р. у базовому сценарії виглядає таким чином:

2. Динаміка виробництва та споживання біопалив у 2010-2030 рр.,

млн т

Біопаливо	2010 р.	2015 р.	2020 р.	2025 р.	2030 р.
Біоетанол	<0,1	0,3	0,6	0,8	1,1
Біодизель	~0	~0	<0,1	0,3	0,8
Разом, споживання біопалив	<0,1	0,3	0,6	1,1	1,9

За прогнозом Європейської ради з відновлюваних джерел енергії частка ВДЕ в загальному виробництві первинної енергії буде зростати такими темпами: 2020 р. – 23,6 %, 2030 р. – 34,7 %, 2040 р. – 47,7 %, за умови, що середньорічні темпи виробництва первинної енергії становитимуть 1 %, тобто споживання первинної енергії збільшиться з 10 млрд т у нафтовому еквіваленті в 2000 р. до 14 млрд т у 2040 р.

1.4. Застосування альтернативних джерел енергоресурсів у сільському господарстві

Калантиря Ю.С.

Полтавська державна аграрна академія

З розвитком промислового виробництва, запаси нафти безперервно скорочуються, а потреба у споживанні збільшується. Викиди в атмосферу токсичних речовин призводять до забруднення навколишнього середовища, тому на сьогодні актуальним постає питання збереження екології. В зв'язку з подорожчанням енергоносіїв, погіршенню екологічної ситуації виникає потреба в застосуванні альтернативних джерел енергоресурсів, які будуть екологічно безпечними і здатними замінити мінеральні палива.

Україна входить в десятку країн – найбільших споживачів енергетичних ресурсів, при тому, що займає маленьку частку в структурі сукупного світового продукту. Більш ніж на 50 % залежить від імпорту енергетичних ресурсів. Сучасний стан паливно-

енергетичного балансу України не відповідає існуючим запасам ресурсів в країні та загальносвітовим тенденціям використання енергоносіїв. Така ситуація створює реальну загрозу енергетичній та національній безпеці України [17, с. 358].

Потенціал альтернативних джерел енергії давно використовується в європейських країнах. У низці країн ЄС вже впродовж десятиліть соломі використовують як паливо – джерело для виробництва як тепла, так і електроенергії. У Данії використовують соломі як енергетичне паливо починаючи з 70-х років [18].

Основною сировиною для виробництва біопалива у Бразилії є цукрова тростина, у США – кукурудза (з 1 т кукурудзи на силос можна отримати від 200 до 400 (м³) біогазу. Франція віддає перевагу виробництву біоетанолу з кукурудзи, пшениці, цукрових буряків. Німеччина орієнтується поки що на біодизельне паливо з ріпаку [19].

Використання біопалива не призводить до збільшення концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері, адже під час зростання рослини поглинають CO₂ з повітря, а отримана з них біомаса містить мало сірки. Проте використання альтернативних джерел енергії передбачає собою не лише екологічний ефект, а ще й сприяє створенню нових робочих місць та розвитку місцевої економіки (табл. 1).

1. Переваги використання альтернативних джерел енергії

Переваги	Обґрунтування
Економічні	В процесі виробництва енергії з біомаси використовуються наявні місцеві ресурси регіону, включаючи і трудові. Таким чином, використання біомаси призводить до розвитку місцевої економіки.
	Ринок виробництва енергії з біомаси є новим сектором економічної діяльності, що створює нові робочі місця, сприяє росту регіонального валового продукту.
	При раціональному використанні біомаси є невичерпним джерелом енергії, використання якого сприяє сталому розвитку регіону, та не створює типові для традиційних енергоносіїв ризики підвищення цін через виснаження природних родовищ.
Екологічні	Завдяки включенню біомаси у природний цикл поглинання, зберігання та вивільнення CO ₂ , спалювання біомаси не призводить до посилення парникового ефекту та знижує негативний антропогенний вплив на оточуюче середовище.
	Використання біомаси зменшує кількість відходів та сміття у містах, сприяє очищенню засмічених територій, поверненню біорізноманіття, загальному покращенню екології.

¹⁷ Калетнік Г.М. Біопаливо: продовольча, енергетична та екологічна безпека України [Текст] // Г.М. Калетник. – К. : Хай-Тек Прес, 2010. – 516 с.

¹⁸ Орлов О. Солома як джерело енергії для сільського господарства / О. Орлов // Пропозиція. – 2017. – Вип. 6. – С. 148–151/

¹⁹ Хіврич О. Енергетичні рослини як сировина для біопалива [Текст] / О. Хіврич, В. Курило, В. Квав, В. Каськів // Пропозиція – 2011. – Вип. 6. – С. 68–73.

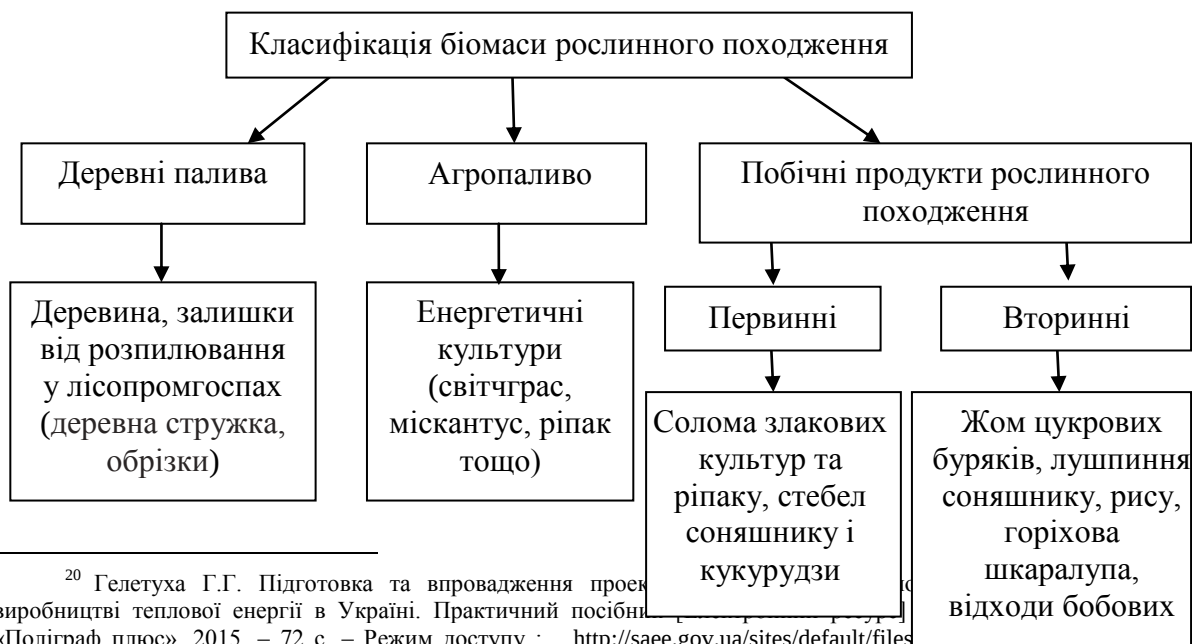
Технологічні	Впровадження об'єктів генерації на біопаливі сприяє залученню сучасних, передових технічних рішень у сферу теплозабезпечення, оновленню технологічних парків існуючого обладнання, розвитку виробництва нового обладнання, діяльності з його монтажу та обслуговування.
Соціальні	Енергетичні культури дають більш дешевшу енергію, створюють нові робочі місця і активізують сільську місцевість, що в свою чергу дозволить покращити рівень життя населення.

Джерело: підготовлено авторами на основі даних [20, 21]

Окрім переваг використання біомаси, науковці виділяють негативні характеристики. Так, наприклад вміст хлору в сировині сприяє утворенню в процесі спалювання таких хімічних сполук як хлорид натрію та хлорид калію. Дані сполуки спричиняють корозію сталевих елементів енергетичного обладнання [22].

Придатність дерева для спалювання головним чином залежить від його виду вологості, а також вмісту мінеральних та хімічних складових. З екологічної точки зору два останні елементи є небезпечними, оскільки під час спалювання вони можуть бути джерелом емісії у навколишнє середовище сильно токсичних речовин або важких металів [23, с. 18].

Джерелом біопалива можуть бути як побічні продукти сільськогосподарського виробництва, так і спеціально призначені для цього енергетичні рослини, а також біомаса з продукції лісництва. Первинні відходи сільського господарства – побічні продукти після збору врожаю сільськогосподарських культур. Вторинні відходи – це частина біомаси, що залишається в процесі підготовки продукції сільського господарства до виробництва кормів (рис. 1).



²⁰ Гелетука Г.Г. Підготовка та впровадження проєкту виробництва теплової енергії в Україні. Практичний посібник «Поліграф плюс», 2015. – 72 с. – Режим доступу : <http://saee.gov.ua/sites/default/files/production%20%281%29.pdf>

²¹ Федоренко В. Використання біопалива для виробництва теплової енергії [Електронний ресурс] / В. Федоренко. – Режим доступу : http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MD8R.pdf.

²² Марчук О.О. Якісні характеристики біоенергетичних культур / О.О. Марчук, І.І. Бойко, Г.С. Гончарук // Цукрові буряки. – 2017. – Вип 2. – С. 11–12.

²³ Дубровін В.О. Розвиток технологій використання рослинницької продукції на енергетичні потреби в Україні / В.О. Дубровін – К. : ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.

Рис. 1. Класифікація біомаси рослинництва для енергетичних потреб

В Україні лише близько 1 % загального лісгосподарського фонду збирається в якості врожаю – це означає, що наразі лісова промисловість є відносно невеликою. Основна частина деревної біомаси (деревна стружка, обрізки) використовується безпосередньо деревообробними підприємствами та меблевою промисловістю, або гранулюється для експорту [24].

Найбільшу частку виробництва та використання біомаси становить вирощування зернових. Основним джерелом біомаси є солома, яку отримують після збору врожаю, найчастіше це пшенична солома, ячмінна солома та ріпакова солома.

Площа країни під зерновими культурами становить майже 14 млн га і в кінцевому результаті їхнього вирощування, окрім основної продукції, щороку отримують 78–95 млн т соломи [18].

В Україні застосовуються наступні технології заготівлі соломи зернових колосових культур: потокова, копицева, валкова, розсівна (табл. 2). Раніше в Україні широко застосовувалася технологія збирання соломи, а на сьогоднішній день найбільш розповсюдженою є потокова технологія [25].

2. Технології заготівлі соломи

Вид технології заготівлі соломи	Характеристика
Копицева	Копнувачем, що входить до складу комбайна, формуються копиці масою 150–300 кг, які в процесі роботи комбайна вивантажуються на полі на стерню. Копиці збираються з поля переважно тросовими волокушами або такими, що штовхають. У разі формування копиць-блоків вони вивозяться копицевозами/стоговозами.
Валкова	За допомогою валкоукладача комбайну солома вкладається у валки (рулони). Для цього використовується широкий спектр рулонних прес-підбирачів, які формують рулони діаметром у межах від 0,6 до 1,8 м та довжиною від 1,1 до 1,5 м. Конструкція такого преса може бути різною: із пасовим типом формувальної камери, з валковим, з ланцюгово-конвеєрним.
Потокова	Подрібнена зернозбиральним комбайном солома збирається у змінні причепа і вивозиться до місця складування (скиртування). При відсутності причепа солома розкидається по полю.
Розсівна	В процесі обмолоту зернових культур виконується подрібнення та розсівання (розкидання) соломи по полю.

²⁴ Енергетичне сільське господарство в Україні: альтернативний шлях до альтернативної енергетики [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://undpukraine.exposure.co/post-245557>.

²⁵ Гелетука Г.Г. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні [Електронний ресурс] / Г.Г. Гелетука, Т.А. Железна // Аналітична записка БАУ. – № 7. – 31 с. – Режим доступу : <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-7-ukr-draft.pdf>.

Брикетування	Поєднує якості подрібненого та пресованого. При цьому відпадає потреба у в'язальному матеріалі й значно зменшується об'єм сіна, що поліпшує умови транспортування, розвантаження, зберігання і роздавання тваринам. Під час брикетування масу з валків збирають, коли вологість її становитиме 15–18 %.
--------------	---

Джерело: узагальнено авторами за [15, 26, 27]

Для дослідження потенціалу біомаси Полтавської області використаємо статистичні дані по валовому збору сільськогосподарських культур. Розрахунки здійснено для найбільш поширених видів культур – пшениця, ячмінь, соняшник та ріпак. На 2015 р. під зернові культури було виділено, ніж 50 % загальної посівної площі – 934 тис. га., з якої зібрано 5330 тис. т зернової продукції (без урахування зернобобових культур). Загальний валовий збір пшениці в 2015 р. становить порядку 1293,0 тис. т на рік з врожайністю 57,4 ц/га, тоді як для ячменю цей показник менший ніж втричі 356 тис. т, для соняшника цей показник становить – 848 тис. т, ріпаку – 22,2 тис. т. (рис. 2).

Співвідношення зернової частини врожаю та соломи становить приблизно 1:1, тому річні обсяги утворення соломи близькі до загального виробництва зернових культур в Україні. Для кожної культури цей показник є різним. Визначення обсягу відходів здійснено за допомогою коефіцієнтів виходу соломи (табл. 3).

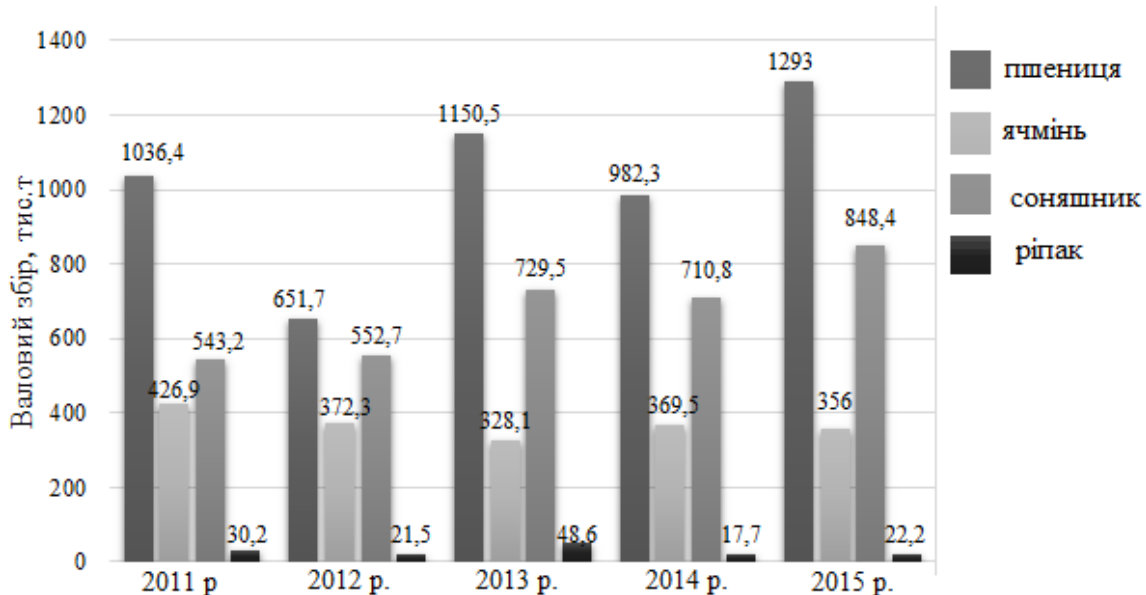


Рис. 2. Динаміка виробництва сільськогосподарських культур в Полтавській області за 2011–2015 рр.

Джерело: дані [28]

²⁶ Бусенко О.Т. Технологія виробництва продукції тваринництва / О.Т. Бусенко, В.Д. Столюк. – К. : Вища освіта, 2005. – 496 с.

²⁷ Гайденко О. Технічні рішення для заготівлі соломи // Агробізнес сьогодні [Електронний ресурс] / О. Гайденко. – Режим доступу : <http://agro-business.com.ua/mekhanizatsiia-apk/2393-tekhnichni-rishennia-dlia-zagotivli-solomy.html>.

²⁸ Сільське господарство Полтавської області у 2015 році : стат. збірн. / Державна служба статистики України. – Полтава, 2016.

За вищенаведеними даними ми визначили (див. табл. 3), що обсяг відходів для пшениці на 2015 р. становив 1293,0 тис. т, ячменю – 284,8 тис. т, соняшнику – 1512,3 тис. т, ріпаку – 44,4 тис. т.

При розрахунку надлишку соломи зернових культур доступного для енергетичного застосування необхідно враховувати потреби сільського господарства у соломі. Це може бути підстилка і грубий корм для великої рогатої худоби та свиней. Так, для ВРХ цей показник становить 0,9 т соломи на голову за 1 рік, а для свиней – 1 кг соломи на голову за добу [29].

3. Значення коефіцієнтів виходу соломи в Полтавській області

Сільськогосподарська культура	Кг – коефіцієнт виходу соломи	Обсяг відходів сільськогосподарської продукції, тис. т
Пшениця	1,0	1293,0
Ячмінь	0,8	284,8
Соняшник	1,9	1512,3
Ріпак	2,0	44,4

На 1 голову свині за 2015 р. необхідно 0,365 т соломи. Якщо за статистичними даними в 2015 р. поголів'я свиней становило 409 тис. голів, то відповідно солома на потреби свиней становить 149,3 тис. т, а на потреби ВРХ, при показнику 256,0 тис. голів необхідно 230,4 тис. т соломи. Віднімаючи від загального обсягу технічної доступної соломи зернових культур попередньо визначену кількість соломи на потреби худоби, отримаємо обсяг надлишку соломи, яку можна використати для виробництва біопалива:

Надлишок соломи: $1693,9 - (149,4 + 230,4) = 1314,1$ тис. т.

Відношення надлишку соломи до загального обсягу технічної доступної соломи зернових культур показує коефіцієнт енергетичного використання соломи (КЕВ): $1314,1 / 1693,9 = 0,78$.

Для консервативної оцінки потенціалу вважається, що тільки половину обсягу соломи, вільної від потреб тваринництва, можна залучати до виробництва енергії. При цьому, розрахований вищезазначеним способом КЕВ ділять на 2 [29].

В рамках даного твердження підходу до оцінки потенціалу біомаси це значення ділиться навпіл: $0,78/2 = 0,39$.

З вищевикладеного можна зробити висновок, що в Україна має значний потенціал для розвитку технологій використання альтернативних джерел енергії. На сьогодні агрокомпанії не розглядають соломі як товар, біомаса сприймається як «складне» паливо, тому залишки рослин часто використовуються не раціонально або взагалі утилізуються без принесення користі. В зв'язку з цим ринок біопалива залишається не розвиненим, а використання енергії з біомаси

²⁹ Енергетичний потенціал Миргородського району та оцінка наявних методик розрахунку : звіт [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KZMN.pdf.

практикується недостатньо.

Для розвитку ринку енергетичної біосировини та впровадження використання альтернативних джерел енергії необхідно створити стандарти якості на деревні паливні гранули та сировину для їх виробництва, розробити заходи підтримки інвестиційної діяльності у сфері біопалива, сприяти розвитку науково-технічної бази у виробництві біопалива, розвивати міжнародне науково-технічне співробітництво щодо використання досвіду виробництва біопалива.

1.5. Перспективи розподіленої енергетики в Україні

Калініченко В.М., Устік Т.В.

Полтавська державна аграрна академія

Українська електроенергетика знаходиться у кризовому стані. Витратно-екстенсивний принцип сировинної енергетики завів галузь в глухий кут, у замкнуте коло неефективних, але невідворотно зростаючих витрат на підтримання обладнання і фінансів хоча б у тому напівзруйнованому стані, який дозволяє хоч якось продовжувати їх експлуатацію. Стан енергетичного господарства України ніяк не відповідає основним вимогам як промислових так і приватних споживачів до енергопостачання: надійності, якості, сталості, адекватній ціні.

Для відродження Української енергетичної системи необхідне якісне інституційне переформатування філософії та структури її існування. Основною концепцією такого розвитку повинна стати Розподілена генерація використовує маломасштабну електроенергетику, яка живиться природним газом, сонячними батареями, вітряками, когенераційними установками на біогазі, МініТЕЦ на біомасі та іншими локальними енергогенеруючими потужностями, що об'єднані та самокеровані на локальних рівнях у так звані «озумні мережі» (smart grid).

1. Перелік і проектні терміни виведення з експлуатації енергоблоків теплових електростанцій України

№	Назва	Потужність	Термін введення в експлуатацію	Фактичний термін експлуатації, років	Проектний термін експлуатації
1	Бурштинська ГРЕС	2300	1965	52	40 років для котлів і турбін (відповідно до ГОСТ 533-2000)
2	Вуглегірська ТЕС	2800	1972	45	
3	Добровірівська ТЕС	600	1959	48	
4	Запорізька ГРЕС	3600	1972	45	
5	Зміївська ТЕС	2130	1960	57	
6	Зуєвська ТЕС	1245	1980	37	
7	Криворізька ГРЕС	2820	1965	52	

8	Кураківська ГРЕС	1460	1937	80	
9	Ладизинська ГРЕС	1800	1970	47	
10	Луганська ГРЕС	1523	1956	61	
11	Придніпровська ГРЕС	1740	1959	58	
12	Слов'янська ГРЕС	800	1971	46	
13	Старобешівська ГРЕС	2000	1961	56	
14	Трипільська ГРЕС	1800	1969	48	

Джерело: дані [30]

Сучасний стан української енергетики є досить проблемним внаслідок таких основних факторів: зношеності енергетичних та розподільчих потужностей, застаріла технологічна їх структура родом з радянських часів, коли мережі конструювалися з прицілом на великих промислових споживачів. Але визначним є фактор відсутності по справжньому ринкових механізмів. Постачальники і виробники енергоресурсу на будь-якому енергоринку не повинні займатися одночасно і його транспортуванням.

Що стосується стану енергетичних потужностей, то 94,5 % блоків ТЕС і ТЕЦ перевищили межу фізичного зношення у 200 тис. годин наробітку й потребують модернізації або заміни (табл. 1). Атомні блоки наближаються до закінчення строку проектної експлуатації: понад 70 % атомних блоків працюють з подовженням строку експлуатації, ще у 30 % також у найближчі роки скінчується проектний термін експлуатації (табл. 2).

На сьогодні 42,2 % ЛЕП напругою 220–330 кВ експлуатуються понад 40 років, 64,4 % основного устаткування трансформаторних підстанцій випрацювали свій розрахунковий технічний ресурс.

У розподільчих мережах значна кількість об'єктів також відпрацювала свій ресурс: 40,5 % електричних мереж і 37,6 % трансформаторних підстанцій потребують реконструкції або заміни. За деякими експертними оцінками на ремонт українських електромереж країні необхідно близько 40 млрд дол. США [31].

2. Перелік і проектні терміни виведення з експлуатації енергоблоків атомних електростанцій України

Назва	№ енергоблока	Потужність, мВт	Термін введення в експлуатацію	Проектний рік виведення з експлуатації
Запорізька	1	1000	10.12.1984	2014
	2	1000	22.07.1985	2015
	3	1000	10.12.1986	2016
	4	1000	18.12.1987	2017
	5	1000	14.08.1989	2019

³⁰ Кудря С.О. Перспективи розвитку відновлюваної енергетики. Інститут відновлюваної енергетики [Електронний ресурс] / С.О. Кудря. – Режим доступу : <http://ive.org.ua/wp-content/uploads/2012/06/%D0%9A%D1%83%D0%B4%D1%80%D1%8F-22.04.2012-FINAL.pdf>.

³¹ НКРЕКП хоче перевести всі електромережі на "європейський" клас напруги, ціна питання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://economics.unian.ua/energetics/1533036-nkrekp-hoche-perevesti-vsi-elektromereji-na-evropeyskiy-klas-naprugi-tsina-pitannya-za-sotnyu-milyardiv-ekspert.html>.

	6	1000	19.10.1995	2025
Південно українська	1	1000	31.12.1982	2013
	2	1000	06.01.1985	2015
	3	1000	20.09.1989	2019
Рівненська	1	420	22.12.1980	2010
	2	415	22.12.1981	2011
	3	1000	21.12.1986	2016
	4	1000	16.10.2004	2034
Хмельницька	1	1000	22.12.1987	2017

Джерело: дані [32]

Завдяки вище приведеним фактам Україна є певним «лідером» за втратами електромережі від виробника до споживача – втрати досягають 15–17 % від загального обсягу електроенергії. При всьому цьому річний обсяг купівлі продажу електроенергії на ОРЕ складає близько 200 млрд кВт·годин відповідно річні втрати складають в середньому 35 млрд кВт·годин. Річний обсяг розподілу природного газу складає близько 297 млрд кВт·годин (27 млрд м³), відповідно річні втрати близько 14,3 млрд кВт·годин (1,3 млрд м³).

При цьому «Споживач електричної енергії сплачує за обсяг електричної енергії, ... з урахуванням втрат електричної енергії. Розрахунок обсягу технологічних втрат електричної енергії в мережах споживача (основного споживача) здійснюється відповідно до методичних рекомендацій НКРЕ [33]. Тобто порушується основне правило ринку: «споживач оплачує тільки товар або послугу, а не втрати монополістів-постачальників».

Певною відповіддю держави на такий стан справ стало прийняття «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року». ЕСУ визначає цілі, завдання та механізми виведення енергетичного комплексу на принципово новий, якісний рівень розвитку. На першому етапі «Реформування енергетичного сектору» (до 2020 р.) очікується досягнути радикального прогресу у сфері ВДЕ через збільшення їх частки у кінцевому споживанні до 11 % (8 % від ЗППЕ) за рахунок проведення стабільної та прогнозованої політики у сфері стимулювання розвитку ВДЕ та у сфері залучення інвестицій. На другому етапі «Оптимізація та інноваційний розвиток енергетичної інфраструктури» (до 2025 р.) планується інтенсивне залучення інвестицій у сектор ВДЕ, розвиток розподіленої генерації, зокрема розробка та початок реалізації плану впровадження «розумних» енергетичних мереж (Smart Grids) та створення розгалуженої інфраструктури для розвитку електротранспорту.

Попередній аналіз ставить під сумнів доцільність відтягування другого етапу до 2025 року. Достовірних підрахунків коштів необхідних

³² Атомна пролонгація: скільки ще прослужать українські реактори [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://forbes.net.ua/ua/nation/1407605-atomna-prolongaciya-skilki-shche-prosluzhat-ukrayinski-reaktori>.

³³ Правила користування електричною енергією, затверджені Постановою НКРЕ від 31.07.2009 р. № 28, зареєстровані Міністерством юстиції України 02.08.1996 р. за № 417/1442 (зі змінами).

для відновлення 70 % старих та побудову нових енергоблоків (табл. 1, 2) немає: приблизні (за заявою заступника міністра енергетики та вугільної промисловості В. Уліди) близько 200 млрд грн інвестицій. Ці кошти необхідно направити на модернізацію і реконструкцію теплових електростанцій (у плані – близько 38 блоків на 98 млрд грн), будівництво нових атомних енергоблоків на Хмельницькій АЕС і підтримку вже існуючих ресурсів, будівництво гідроелектростанцій. 40 мільярдів доларів тільки на підтримку стану електромереж [34].

Загальна встановлена потужність електричних станцій ОЕС України на кінець 2016 р. (без енергогенеруючих об'єктів вільної економічної зони «Крим») складає 55,3 ГВт, з яких 62% припадає на теплові електростанції (ТЕС, ТЕЦ, блок-станції), 25% – на атомні електростанції (АЕС), 11,2 % – на гідроелектростанції (ГЕС) і гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС), 1,7 % – на електростанції, що працюють на альтернативних джерелах енергії – ВЕС, СЕС, БіоЕС [35].

Якщо взяти середню вартість встановленої потужності сонячної енергії – 1 дол. США/Вт, то на гроші, що плануються на відновлення «старої» системи можна встановити 8 ГВт сонячних електростанцій, або 13 ГВт вітрових потужностей (0,6 дол. США/Вт). Це досить умовне припущення, яке не враховує ні потенціалу вищеназваних джерел ВДЕ ні наявності площ під їх розміщення і інших факторів. Але ці цифри показують реальну перспективу переходу України до концепції розподілених мереж уже сьогодні. Враховуючи те, що якщо згідно загальносвітової практики ці гроші задіяти для створення економічних механізмів стимулювання ВДЕ, вони можуть стати мультиплікатором глобальних змін у конфігурації енергетичної системи України.

Ще одним з важливих факторів переходу до малої генерації є постійне зменшення її вартості у перерахунку на кВт встановленої потужності.

Основними компонентами, що впливають на загальну вартість системи є сонячні панелі, інвертори, монтажні конструкції, електрична арматура та система обліку електроенергії (рис. 1). Окремим рядком необхідно виділити акумулюючі потужності, що можуть працювати або у складі автономної системи або в якості стабілізуючого елемента у системах smart grid.



³⁴ Інвестиції на розвиток г [Електронний ресурс]. – Режим д
neobhidno-blizko-200-mlrd-griven-mi

³⁵ План розвитку ОЕС У
<https://ua.energy/wp-content/uploads/2>

лучити до 2020 року
energosisitemi-ukrayini-

– Режим доступу :
26-roky.pdf.

Рис. 1. Вартість елементів сонячної системи, %

Дані: власна розробка

Ця діаграма враховує актуальні середні ціни для комплектуючих сонячної системи. Розглядаючи перспективи впровадження ВДЕ необхідно враховувати загальні тенденції зміни ринкових цін на елементи таких систем.

Як показано на діаграмі (рис. 2), ціни на фотоелектричні (PV) сонячні батареї знизилися в 100 раз за останні 38 років, і в 28 разів за останні 15 років. Середня ціна у 2015 р. становила 0,30 дол. США за ват, а середня ціна сонячного «модуля» становила 0,72 дол. США за ват. Наслідком стрімкого розвитку технологій та появою фотоелементів 3 покоління є підвищення ефективності сонячних елементів (рис. 5) і, відповідно ще більше зменшення їх вартості.

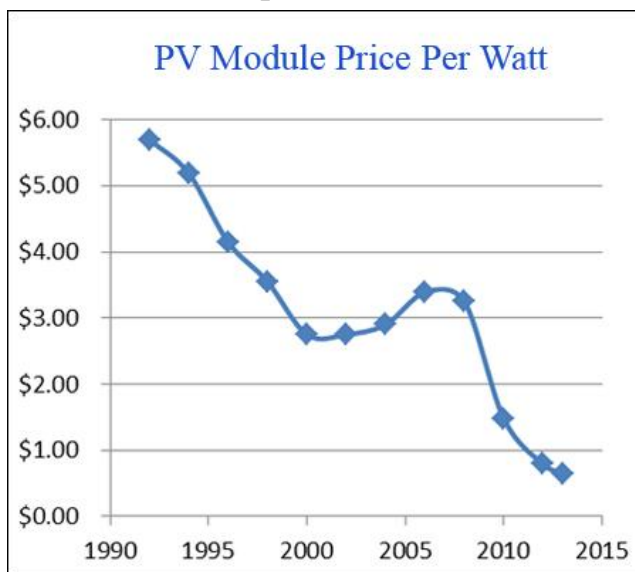


Рис. 2. Зменшення собівартості виробництва фотомодулів

Джерело: дані [36]

³⁶ Solar web site [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://solarcellcentral.com>.

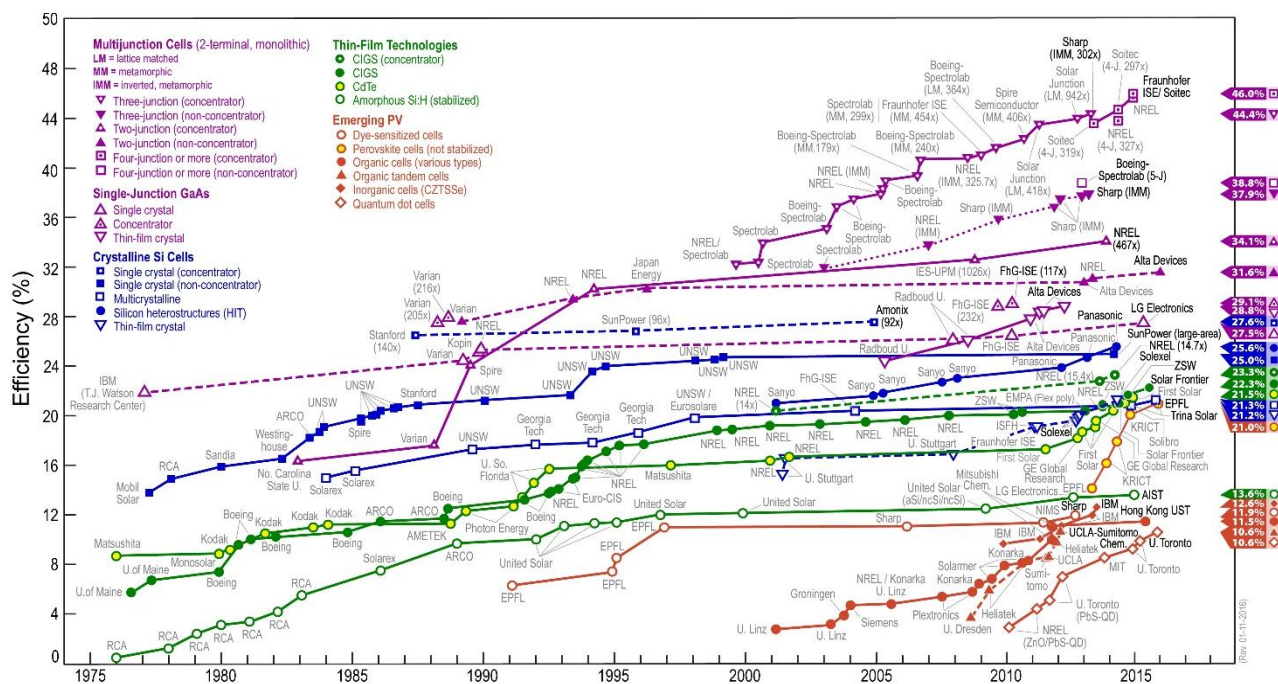
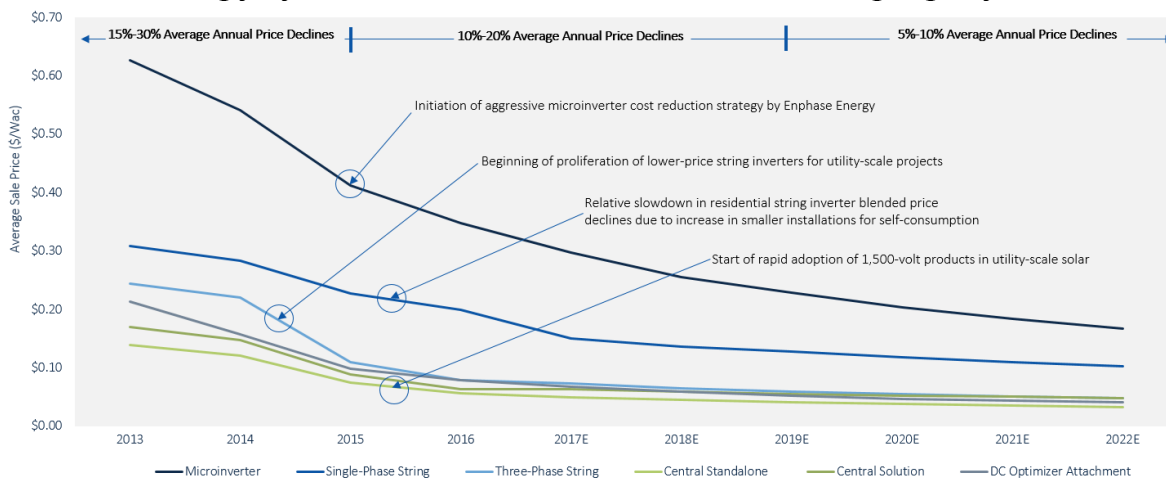


Рис. 3. Підвищення ефективності сонячних елементів

Джерело: дані [37]

Спостерігається також суттєве зменшення цін на інвертори. На діаграмі (рис. 4.) надаються ціни та прогнози для мікроінверторів, одно- та трифазних інверторів, центральних інверторів та стабілізаторів постійного струму 24 найбільших постачальників інверторів у світі.



Source: GTM Research

Note: All prices and market values in this report are listed in 2017 U.S. dollars.

Рис. 4. Зменшення вартості інверторів різних модифікацій, \$/Вт

Джерело: дані [38]

Тенденції до зниження вартості виробленої вітрогенераторами електроенергії теж стійкі (рис. 6).

³⁷ Floyd D. Solar Energy: Will Perovskite Cells Live Up To Their Promise? [Електронний ресурс] / D. Floyd. – Режим доступу : <http://www.nasdaq.com/article/solar-energy-will-perovskite-cells-live-up-to-their-promise-cm486362/>
⁹ Greentechmedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.greentechmedia.com>.

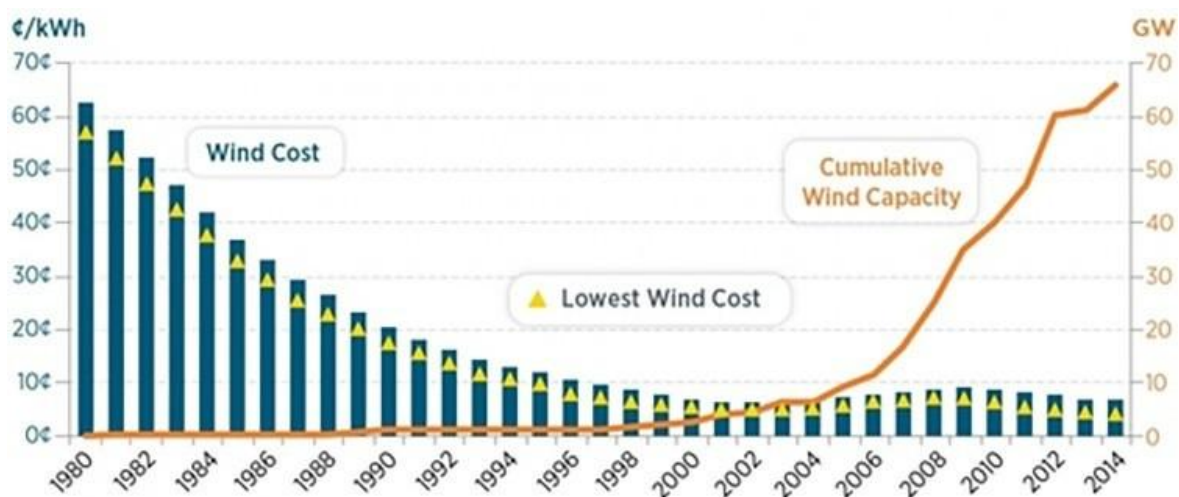


Рис. 5. Діаграма вартості та кількості встановленої потужності вітрової енергетики

Джерело: дані [39]

Важливим атрибутом систем енергозабезпечення через непостійність виробництва електроенергії вітрогенераторами або сонячними батареями стали системи зберігання енергії (акумуляуючі станції). При цьому слід розуміти, що система накопичення і зберігання енергії – це не просто акумулятор. Провідні світові компанії вкладають в це поняття дещо інший сенс, пропонуючи споживачеві комплексне рішення, яке включає як власне акумулятори (накопичувачі), так і програмні рішення, які забезпечують контроль за станом накопичувачів і оптимальним розподілом навантаження, що важливо, зокрема, для інтеграції їх у розподілені електромережі. Стислий огляд новітніх технологій дозволяє зробити висновок про технічну і цінову готовність ринку підтримати нову концепцію розподілених мереж [40].

Компанія Redflow, технологія ZCell. Система збереження енергії заснована на цинк-бромній акумуляторній батареї місткістю 10 кВт. Серед переваг можна відмітити: максимально допустима глибина розряду складає 100%, при цьому розробники стверджують, що повний розряд ніяк не позначається на місткості батареї і її експлуатаційних характеристиках; батарея може знаходитися розрядженою дуже тривалий час, це ніяк не позначиться на її характеристиках; місткість батареї практично не змінюється з часом – гарантія на акумулятор 10 років; у батарею вбудована власна система електрозахисту, крім того, існуючий інтерфейс дозволяє контролювати і управляти роботою системи дистанційно, використовуючи Інтернет.

Компанія Tesla, технологія Powerwall and Powerpack. Перша може використовуватися в житлових і невеликих офісних приміщеннях, друга – для роботи на підприємствах, здатна працювати з великими потужностями

³⁹ Ecowatch [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ecowatch.com/renewable-energy-soars-in-2015-1882134526.htm>.

⁴⁰ Рентехно-промышленные солнечные электростанции [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://renttechno.ua>.

і для великої кількості споживачів. «Домашня» Powerwall має декілька різновидів – 7 кВт (вартість 3 тис. дол. США), 10 кВт (вартість 3,5 тис. дол. США) і 14 кВт (вартість 5,5 тис. дол. США, місткості акумулятора вистачить на добу для енергозабезпечення будинку з двома спальнями).

Потужність промислової Powerpack складає 100 кВт, але її конструкція дозволяє легко об'єднувати окремі елементи у великі системи потужністю до 100 МВт, що досить для енергозабезпечення великого промислового об'єкту. Приблизна вартість складе 250 дол. США за 1 кВт.

Технологія SonnenCommunity акумуляторні батареї місткістю від 2 до 16 кВт/ч, термін служби — не менше 10 тисяч циклів зарядки/розрядки при максимально допустимій глибині розрядки близько 80 %.

Але, що більш важливо платформа Sonnen Community запустила пілотний проект, який можна розцінювати як етап переходу до розподілених мереж. Платформа надає можливість створити віртуальний пул з власників сонячних систем і електричних батарей. Надлишки електроенергії, отриманої сонячними батареями і не використані в побуті, можуть бути розподілені серед учасників віртуальної мережі, наприклад, можуть бути спрямовані на заряджання акумуляторної системи у іншого власника, а пізніше – реалізовані на оптовому ринку. Враховуючи різке падіння цін на «зелену» електроенергію, це дозволить її виробникам продавати її в реальному часі в мить, коли ціни будуть найбільш сприятливими. До платформи може підключитися будь-який користувач, який придбав устаткування компанії. Sonnen також використовує нове програмне забезпечення, яке може візуалізувати агреговане зберігання в режимі реального часу.

Компанія Panasonic, технологія : Smart Towns. Компанія Panasonic реалізує власний проект «розумного» міста, розташованого біля Йокогами. Передбачається, що в межах цього міста усі домашні сонячні електростанції і системи накопичення енергії будуть об'єднані в єдину мережу. Це дозволить не лише забезпечити незалежність міста, але і в перспективі – вийти на японський оптовий ринок продажу електроенергії.

Компанія NGK Insulators, технологія сірчано-натрієвих батарей. однією з перших вийшла на світовий ринок систем накопичення і зберігання електрики з технологією сірчано-натрієвих батарей з рідким електролітом. На сьогодні сумарна потужність акумуляторів, встановлених по усій земній кулі NGK Insulators, складає близько 3 ГВт, у тому числі на основі акумуляторів саме цього типу в Японії створена найбільша у світі мережа накопичувальних батарей.

Отже провідні компанії вже розробили та випробували поки що на локальних територіях та об'єктах технології інтелектуальних мереж – Інтелектуальна електромережа – повністю інтегрована, здатна самостійно регулювати і відновлювати свою роботу електроенергетична система, що має мережеву топологію і включає в себе всі генеруючі

джерела, магістральні і розподільні мережі і всі види споживачів електричної енергії, керовані однією мережею автоматизованих пристроїв в режимі реального часу. Це визначення концепції запропоновано Інститутом інженерів електротехніки та електроніки [41].

Інтелектуальні енергетичні системи обладнані різними приладами і лічильниками, сполученими через інтернет для більш ефективного енергоспоживання.

Основними функціями інтелектуальної мережі є:

- розвиток та інтеграція розподіленої генерації, включаючи відновлювані джерела енергії;
- управління попитом – підвищення енергоефективності споживачів;
- розгортання та інтеграція технологій зберігання електроенергії та зняття піків навантаження;
- збільшення використання цифрових і контролюючих технологій для забезпечення надійності, безпеки та ефективності електричної мережі;
- динамічна оптимізація операцій в мережі із забезпеченням повної інформаційної захищеності;
- використання інтелектуальних технологій для моніторингу стану мережі і управління мережею;
- інтеграція «розумних» приладів обліку і пристроїв споживача;
- інтелектуальна мережа розширює за допомогою цифрових технологій розподільну і транспортну мережу для оптимізації поточних операцій і відкриття нових ринків для альтернативної енергетики (IEEE).

Наразі на ринок технологій smart grid заходять величезні гроші ($40 \cdot 10^{12}$ дол. США), і він продовжує активно розвиватися. Експерти передбачають біля 5 трлн дол. США інвестицій в інфраструктуру виробництва і продаж з 2015 по 2030 рік [42].

Концептуальна схема розподіленої генерації, що об'єднує об'єкти маломасштабної електроенергетики, що об'єднані та самокеровані на локальних рівнях у так звані «розумні мережі» (smart grid) на рис. 6.

Поширені на сьогодні технології розподіленої генерації при порівнянні з централізованою генерацією в багатьох випадках дають для розподіленої генерації більш високі капітальні витрати (дол. США/кВт) і поточні витрати (дол. США/кВт год). Однак додаткові переваги, такі як когенерація тепла, підвищення надійності, відсутність мережових витрат, вже зараз роблять розподілену генерацію вигідною в багатьох застосуваннях. Справедлива ринкова оцінка всіх переваг є ключовим фактором для визначення перспективності таких проектів. Розвиток

⁴¹ Немировський І.А. Використання концепції інтелектуальних мереж у енергосистемі України [Електронний ресурс] / І.А. Немировський, С.О. Федорчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2016. – Вип. 176. – С. 28–30. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2016_176_12.

⁴² Smart Grid Top Markets Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.trade.gov/topmarkets/pdf/Smart_Grid_Top_Markets_Report.pdf

технологій виводить на рівень економічної виправданості все більше варіантів використання РГ.

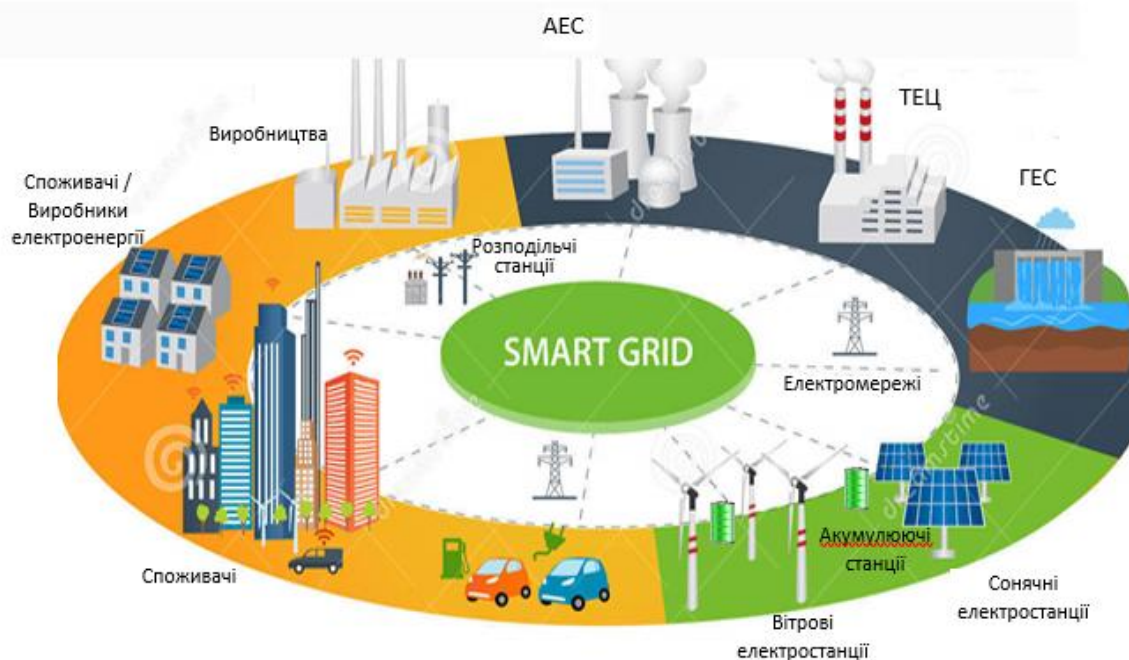


Рис. 6. Розподілена розумна електромережа smart grid

Джерело: дані [42]

Наприклад, з 2015 р. декілька регіонів США, де екологічно чиста, сонячна і вітрова енергія стала конкурентоспроможною за вартістю з традиційною потужністю. Якщо ж врахувати побічні екологічні наслідки від традиційної енергетики, вирішення яких лягає важким тягарем на суспільний бюджет з охорони здоров'я і навколишнього середовища, то переваги нового типу енергетики є безперечними.

Таким чином в Україні склалася ситуація, коли об'єктивні фактори надають унікальну можливість революційних змін у енергетиці України: нагальна необхідність швидкої модернізації існуючої енергосистеми та поява новітніх технологій ВДЕ, здатних конкурувати за рівнем цін з традиційними джерелами енергії, світова орієнтація на екологічно безпечні технології.

Основними суб'єктивними факторами, що стають на перешкоді є ментальна неготовність до переходу на іншу енергетичну систему та лютий спротив енергетичних монополій та їх лоббістів у державних структурах. Можна назвати велику кількість проблемних моментів, що наразі виникають на шляху впровадження ВДЕ і безсумнівно виникнуть у процесі реалізації концепції: це складність та зарегульованість енергетичного сектору, дефіцит вільних коштів, високі проценти по кредитах, несприятливий інвестиційний клімат і таке інше. Але вони є похідними від перших двох, і маючи політичну волю їх можна відносно швидко вирішити.

На шляху до переходу до нової моделі енергосистеми необхідне залучення всіх учасників та регуляторів ринку.

Рівень державних інституцій:

- на законодавчому рівні забезпечувати сприятливі умови для інвестування;

- підтримувати розробку та впровадження конкурентоспроможних технологій і локалізацію виробництва потрібного устаткування ВДЕ;

- стимулювати розвиток цивілізованих відносин «споживач – постачальник»,

- прийняття та підтримка стратегічних рішень та фінансових програм для стимулювання енергозберігаючих технологій, заходів.

Рівень об'єднаної енергетичної системи України:

- передбачити механізми забезпечення зростання ВДЕ зростанням маневрових потужностей, яке повинне здійснюватись у межах, які технологічно допустимі задля збереження надійної роботи енергосистеми України;

- заміна зношених та морально застарілих розподільчих систем новими з орієнтацією на концепцію smart grid (інтелектуальних мереж),

- переглянути механізм розподілення (між суб'єктами – виробниками з ВДЕ та компаніями-власниками електромереж) витрат на реконструкцію та будівництво магістральних та розподільчих мереж, необхідних для підключення електростанцій на ВДЕ до енергосистеми;

- передбачити акумулюючи потужності для стабільної роботи

Отже, перехід до концепції розподілених мереж дозволить побудувати сталу енергетичну систему з оптимальним використанням розподілених генераторів і перетворити тисячі приватних будинків, офісних будівель і невеликих, або й великих підприємств – у виробників і продавців електроенергії. При цьому споживачі самі продукують енергію на місці споживання, а «розумні» мережі самі розподіляють надлишки, регулюють баланс виробітку і споживання, виконуючи функції центру диспетчерського управління на рівні місцевої самоорганізації та «реакції всіх на кожного». Така організація дозволить підвищити якість та надійність енергопостачання, сформувати адекватні ціни та значно зменшити екологічне навантаження на зовнішнє середовище.

Розвиток технологій ВДЕ нівелює колись величезну різницю між традиційними і альтернативними джерелами енергії. Враховуючи значне зменшення експлуатаційних витрат на електромережі, підвищення надійності, відсутність мережеских витрат, відсутність побічних екологічних наслідків від традиційної енергетики перехід до нової моделі є економічно виправданим.

На шляху по переходу до нової моделі енергосистеми необхідне широка участь всіх учасників та регуляторів ринку, від державних органів та інституцій об'єднаної електромережі країни до рядових споживачів (потенційних виробників) електроенергії.

1.6. Джерела енергозбереження у аграрному секторі України та країн світу

Необхідною умовою успішної роботи на національному і світових аграрних ринках є постійна робота над підвищенням конкурентоспроможності продукції, зокрема зниження її собівартості шляхом зменшення енергоємності виробництва. На сьогодні сільськогосподарські товаровиробники досить активно займаються питаннями зменшення енерговитрат на одинцю виробленої продукції. Переважно ці заходи спрямовані на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, підвищення продуктивності галузі тваринництва, технічне та технологічне переоснащення виробничого процесу. Енергозбереження на сьогодні стає одним із найважливіших пріоритетів соціально-економічного розвитку в національному та регіональному вимірах.

Дослідженню проблеми енергозбереження при виробництві сільськогосподарської продукції присвячені праці таких науковців: В.І. Гавриша, В.В. Гришко, П.І. Іваненка, Г.С. Іліаді, В.В. Ковриги, В.В. Ларионова, О.К. Медведовського, О.В. Мороза, Ю.Ф. Наумова, Ю.Ф. Новикова, В.І. Перебийніса, В.М. Рабштини, І.І. Свентицького, З.Л. Северенчук, А.А. Созінова, А.В. Усенка, О.В. Харченка, М.К. Шикули та багатьох інших вітчизняних і зарубіжних науковців.

Так, В.І. Гавриш вказує, що: «під енергозбереженням розуміється процес зменшення використання енергетичних ресурсів за існуючої технології та обсягів виробництва за рахунок оптимізації режимів роботи основного і допоміжного устаткування» [43].

Сільське господарство – одна з самих вагомих галузей економіки нашої країни. Всі етапи виробництва сільськогосподарської продукції пов'язані із споживанням енергоресурсів, проблема раціонального використання яких на сьогоднішній день є однією з найактуальніших як в Україні, так і в світі. Обмеженість енергетичних ресурсів, висока вартість енергії, негативний вплив на навколишнє середовище, пов'язані з її виробництвом, всі ці фактори вказують на те, що розумніше знижувати споживання енергії, ніж постійно збільшувати її виробництво. В багатьох країнах світу вже давно не тільки постійно ведеться пошук шляхів зменшення енергоспоживання за рахунок його раціонального використання, але і достатньо ефективно застосовується. Наочним прикладом є досвід Швеції, Німеччини, Франції, Канади.

Одним з найбільших споживачів енергії у народному господарстві є сільськогосподарське виробництво. Так, агропромисловий комплекс України споживає 35 млн т у.п./рік, половина якого – у вигляді дефіцитного рідкого палива. Тому у найближчі роки необхідно поліпшити енергетичну базу сільськогосподарського виробництва.

⁴³ Гавриш В.І. Управлінські резерви реалізації стратегії енергозбереження в аграрному секторі економіки / В.І. Гавриш // Економіка АПК. – 2010. – №18 (вересень). – С. 19–21.

Досвід передових зарубіжних країн в питаннях економії енергії важко запозичити, тому що енергетика і сільське господарство у нас розвивалися за іншими економічними схемами, внаслідок чого технологічний рівень сільськогосподарського виробництва значно нижчий від світового [44].

До енергозбереження відноситься комплекс заходів, спрямованих на підвищення родючості ґрунтів та урожайності сільськогосподарських культур, на забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів за рахунок скорочення їх втрат, удосконалення організаційно-економічних механізмів енергоспоживання, застосування енергозберігаючих технологій та техніки, поновлюваних та вторинних енергоресурсів [45].

Стосовно рослинництва можливо виділити наступні напрямки економії та раціонального використання паливо-енергетичних ресурсів (рис. 1).

Аналіз чинників та межі зміни пропорцій між економічним зростанням та енергоспоживанням підтверджують, що зараз рушійною силою енергозбереження в Україні стає перехід до ресурсо- та енергозберігаючого типу економічного зростання [46].



Рис. 1. Напрямок економії та раціонального використання паливо-енергетичних ресурсів

Джерело: систематизовано на основі [45]

Отже, комплексне вирішення проблеми енергозбереження – один із шляхів для України успішного подолання економічної та енергетичної криз.

Дуже важливою для економічної теорії і практики є проблема формування нової структури економічного механізму енергозбереження

⁴⁴ Бебейко В.Г. Економічне використання енергоресурсів у сільськогосподарському виробництві / В.Г. Бебейко, С.Я. Меженний, В.Г. Стафійчук, В.Ф. Юрчук. – К. : Урожай, 1991. – 144 с.

⁴⁵ Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К. : Урожай, 1988. – 208 с.

⁴⁶ Гришко В.В. енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління) / В.В. Гришко, В.І. Перебийніс, В.М. Рабштина. – Полтава : «Полтава», 1996. – 280 с.

в світовому сільському господарстві – з врахуванням сучасних вимог щодо адаптації світового досвіду енергозбереження з аграрному секторі економіки країн світу та України.

Особливість сільського господарства пов'язана із використанням землі як засіб виробництва, який при правильному використанні не зношується, а може підвищувати свою віддачу.

Підвищення економічної родючості ґрунтів значною мірою відбувається у процесі енергетичного впливу шляхом застосування досконаліших способів обробітку, хімізації і меліорації.

Мобільність сільськогосподарської техніки внаслідок впливу рельєфу, взаємодії силової і робочої складових машинних агрегатів обумовлюють високу вібраційну та динамічну навантаженість конструкцій. Підвищена запиленість та забрудненість під час роботи машинних агрегатів у польових умовах викликає інтенсивне зношування недостатньо захищених елементів, зокрема, паливної апаратури двигунів, інших вузлів, що обумовлює додаткові витрати пального. Ця особливість сільського господарства вимагає при конструюванні технічних засобів враховувати специфіку вимог біологічного процесу відтворення живих організмів.

У сільському господарстві значення технічного рівня здебільшого пов'язують з біологічним відтворювальним процесом рослин та тварин, особливостям яких підпорядковані усі елементи технологій. Сільськогосподарські екосистеми відрізняються від природних (ліси, луки тощо) тим, що, по-перше, окрім сонячної енергії вони одержують від людини (чи за її участю) додаткову енергію (енергія м'язів людини та тварини, добрив, енергетичних засобів тощо); по-друге, максимізацією виходів окремих видів рослинницької чи тваринницької продукції шляхом використання більшої кількості енергії; по-третє, природний відбір замінюється штучним шляхом селекції рослин і тварин, пристосованих до інтенсивного засвоєння природної і штучної енергії.

Третьою специфічною особливістю енергоспоживання у сільському господарстві є залежність виробництва від погодно-кліматичних умов, що визначають хід технологічних процесів. Внаслідок неоднакових термінів дозрівання сільськогосподарських культур, різної їх урожайності тощо змінюються тривалість виконання технологічних процесів, їх енергоємність. Коливання рівня урожайності залежно від погодних умов зумовлюють, по-перше, значні втрати продукції в урожайні роки, по-друге, зниження ефективності сільськогосподарського виробництва через непродуктивне використання енергетичних та інших ресурсів у неврожайні роки. Погодно-кліматичні умови визначають характер сільськогосподарського виробництва і через дію чинника часу.

Четверта особливість енергоспоживання – це сезонність, яка визначає нерівномірне, а саме пікове навантаження енергетичних засобів протягом року.

Отже, сільське господарство – одна з самих вагових галузей економіки нашої країни. З цього заходи з енергозбереження в аграрному

секторі повинні вирішуватися комплексно, так як рішення окремих питань не дадуть позитивний результат.

Сільськогосподарська галузь, як і будь-яка інша, в значній мірі споживає енергоресурси. В основному це газ, електроенергія та теплова енергія і, звичайно ж, паливно-мастильні матеріали. Причому в залежності від конкретного напрямку діяльності пріоритет може віддаватися тим чи іншим видам енергоресурсів. Так, для галузі тваринництва більш актуально використання електроенергії і паливно-мастильних матеріалів, для рослинництва – це тільки паливно-мастильні матеріали, а для закритого ґрунту – електро- і теплова енергія.

Саме енергоємність є одним із ключових факторів, з яких в кінцевому підсумку складається вартість будь-якої сільськогосподарської продукції. Як показує практика, за даним показником сільськогосподарська галузь України давно і суттєво відстала від західних країн, і цей розрив сьогодні стає все більш вагомим. Навіть якщо враховувати такі фактори, як кліматичні умови і географічне положення (особливо якщо розглядати окремі регіони), то заперечувати технологічне відставання і недоліки технічних пристроїв, що використовуються в сільському господарстві, не вийде.

Одним з пріоритетних напрямків зниження енергоємності одиниці продукції в сільському господарстві можна назвати правильно організоване енергозбереження, а саме:

- необхідно впроваджувати малоенергозатратні технології, особливо це стосується питань обробки ґрунту;
- віддавати перевагу використанню машин і тракторів з високою енергоефективністю;
- своєчасно проводити ремонт, обслуговування і регулювання вузлів у всіх машинах.

Одним із засобів енергозбереження, наприклад у ТОВ СП «Нібулон» – використання природного газу для сушіння зерна. На післяжнивному етапі зберігання зерна саме на сушіння припадає 70 % спожитого газу. Тому нині триває процес вдосконалення технології цих операцій, посилення їх економічної складової шляхом заміни палиникових пристроїв американської фірми-виробника на обладнання вітчизняного виробництва – пристроїв типу КП-80 Б-32 Д «Інженерного центру «Промгазпарат», що дозволяє зменшити витрати газу.

Наприклад, на філії «Решетилівська», зменшились на 11,0 %, на перевантажувальному терміналі – на 16,0 %. Загалом, споживання газу у всіх філіях компанії значно зменшилось і склало 3 479 135 куб. м проти 15 907 772 (тобто 21,87 %) за відповідний період.

Інший аспект економії – ефективний спосіб використання високотемпературного сушіння зерна у поєднанні з активним вентиляванням. Даний спосіб базується на інтенсифікації процесу теплової обробки за рахунок підвищення ефективності використання термодифузії вологи, потік якої у процесі охолодження зерна співпадає з

потокм вологи, яка видаляється шляхом дифузії. У цьому випадку особливістю ведення процесу є те, що високотемпературне сушіння припиняється при вологості до 2,0 %, після чого відбувається процес термостатування зерна і перерозподіл значення градієнту вологовмісту в об'ємі зернівки з наступним досушуванням на установках активного вентилявання. Очевидною перевагою даної технології є підвищення продуктивності сушильної установки пропорційно кількості теплових зон, задіяних у роботі. Так, для сушарок модульного типу, наприклад, Mathews-3180 BEM-NG або її аналогів, які мають сім теплових зон, у режимі звичайного сушіння (прогрівання, сушіння, охолодження) на охолодженні можуть бути задіяні дві нижні зони, причому третя повинна працювати при зниженому тепловому навантаженні.

Таким чином, збільшення продуктивності у роботі сушарки відбувається за рахунок раніше не використововуваного резерву теплових горілок, а також за рахунок самостійного досушування зернової маси своїм теплом (закладеним високотемпературним сушінням) протягом тривалого часу при понижених температурах у процесі термостатування, тобто теплом, здобутим при нагріванні у процесі високотемпературного сушіння.

Інші напрямки діяльності компанії у сфері енергозбереження теж принесуть чималий економічний ефект. Проведено тестування світлодіодних ламп ТМ MAXUS, вони мають замінити люмінесцентні і за однакової освітленості вивільняються 50,0 % електричних потужностей. Збільшуються терміни служби ламп (30 000 годин для діодних проти 13 000 годин для люмінесцентних), існує позитивний фактор для екології [47].

Перспективним напрямком енергозберігаючої політики є використання технічної біоенергетики – переробка відходів сільського господарства. Щороку на великих тваринницьких фермах та птахофабриках анаеробним способом можна отримувати екологічно чисті біодобрива і значно покращувати якість стічних вод. Органічна маса має значний енергетичний потенціал, який економічно доцільно використовувати. Переробка гною від однієї корови за рік дає біля 500 м³ біогазу. З 1 т свіжого гною великої рогатої худоби можна отримати 30–50 м³ біогазу, свиней – 50–80 м³, соломи і трави – 30–60 м³.

Біотехнологія передбачає комплексну переробку і утилізацію відходів. Використання анаеробного бродіння гною дозволяє з 37 кг азоту вернути в ґрунт у вигляді добрива 36 кг, а при звичайному бродінні – 12–15 кг.

Економічний ефект біотехнології (біоконверсії) складається з вартості додаткового врожаю, отриманого за рахунок підвищення врожайності і вивільнення додаткової кількості нафти і природного газу. За деякими експериментальними даними, внесення в ґрунт органічних залишків після анаеробної ферментації забезпечує додатковий приріст

⁴⁷ «Нібулон» посилює режим енергозбереження [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nibulon.com/news/novini-kompanii/nibulon-posilyue-rezhim-energozberezhennya.html>.

врожайності на 12–15,0 % на кожну тону сухої органічної речовини.

Ефективним може бути використання теплових відходів промислових підприємств, ТЕЦ, газокompресорних станцій, газопроводів для обігрівання теплиць. Застосування теплових відходів і геотермальних вод для теплопостачання тепличних комплексів зменшує капітальні затрати на 47,0 %, експлуатаційні – 70,0 %, знижує собівартість продукції на 5–20,0 %, витрати палива в 3–10 разів у порівнянні з традиційною технологією [48].

Високі світові ціни на енергоносії та залежність багатьох країн від їх імпорту, а також зміна клімату, стимулюють уряди багатьох країн шукати альтернативну заміну мінеральному паливу. Однією із таких альтернатив у сільському господарстві виявилось біологічне паливо, яке включає в себе біодизель, біоетанол і біогаз. За останні десятиліття зріс інтерес до біогазу як у розвинутих країнах, так і в усьому світі. Велика кількість біоустановок використовується в Індії, Китаї, Непалі, Південній Америці. У країнах Західної Європи існує понад 600 тисяч таких установок для зброджування відходів, призначених для поліпшення екологічної ситуації. Оскільки має значення одночасне отримання і якісного добрива, і біогазу. За допомогою однієї біогазової установки можна забезпечити себе протягом року теплом і гарячою водою, використовуючи біовідходи від 20 корів або 100–120 голів птиці.

Біогаз – горючий газ, що утворюється при анаеробному метановому зброджуванні біомаси та складається переважно з метану (55...75,0 %), двоокису вуглецю (25...45,0 %) і домішок сірководню, аміаку, оксидів азоту та інших (менше 1,0 %). В якості сировини для виробництва біогазу можуть використовуватися як органічні агропромислові чи побутові відходи, так і рослинна сировина – силос кукурудзи, трав'яний силос, зерно і силос злакових культур. Найбільш придатними для виробництва біогазу видами відходів агропромислового комплексу (АПК) є: гній свиней та великої рогатої худоби, послід птиці; бадилля овочевих культур; некондиційний урожай злакових та овочевих культур, цукрових буряків, кукурудзи; жом і меляса; барда спиртова; мучка, дробина, дрібне зерно, зародок; дробина пивна, солодові паростки, білковий відстій; відходи крахмало-патокового виробництва; вичавки фруктові та овочеві; сироватка і маслянка [49].

Отже, в даний час в сільськогосподарському виробництві України все більш уваги приділяється проблемам розробки і впровадження окремих економічних механізмів, моделей і структуру енергозбереження, а також енергозберігаючих технологій. Особливо важливим напрямком є обґрунтування нових моделей адаптації світового досвіду енергозбереження в аграрному секторі економіки України.

⁴⁸ Де і як потрібно економити електроенергію в сільському господарстві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/news/De-i-yak-potribno-ekonomyty-elektroenerhiyu-v-silskomu-hospodarstvi/>

⁴⁹ Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.kabio.org/img/files/docs/position-paper-kabio-4-ua.pdf.

Щорічно в Україні для виробництва енергії використовується близько 2 млн т у.п./рік біомаси різних видів (табл. 1).

В Україні щорічно збирається понад 50 млн т зернових культур. У значних обсягах солома і рослинні відходи, як побічні продукти сільськогосподарського рослинництва. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси в Україні є еквівалентним 18 млн т н.е., а його використання дає змогу щорічно заощаджувати близько 22 млрд м³ природного газу. Найбільший потенціал твердої біомаси зосереджений у Полтавській, Дніпропетровській, Вінницькій та Кіровоградській областях і становить понад 1,0 млн т н.е./рік.

Саме, виробництво та використання газоподібного палива з біомаси, а саме біогазу – є актуальним і перспективним в сучасних умовах господарювання. Крім того, в Україні наявний потенціал енергозбереження та ресурсів біомаси для отримання даного виду альтернативного палива.

На сьогоднішній день відновлювані джерела енергії (ВДЕ) займають значне місце в енергобалансі країн світу. Одним із важливих секторів ВДЕ в світі є виробництво та енергетичне використання біогазу. Лідером у виробництві біогазу з сільськогосподарських відходів можна вважати Нідерланди, Чехію, Австрію, Бельгію, Данію, і Німеччини зокрема.

1. Кількість виробництва енергії з різних видів біомаси сільськогосподарських культур

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Частка, доступна для отримання енергії, %	Економічний потенціал, млн т
Солома зернових культур	30,6	30	4,54
Солома ріпаку	4,2	40	0,84
Відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	40,2	40	4,39
Відходи виробництва соняшнику (стебла, кошики)	21,0	40	1,72
Вторинні відходи сільського господарства (лушпиння, жом)	6,9	75	1,13
Біодизель (з ріпаку)	-	-	0,47
Біоеталон (з кукурудзи та цукрових буряків)	-	-	0,99
Енергетичні культури: кукурудза	3,3 млрд м ³ СНД	90 ²	3,68

Джерело: дані [50]

⁵⁰ Енергетичний потенціал біомаси України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/energetychnyy-potencial-biomasy-v-ukrayini>.

Ще одним засобом енергозбереження з гарними результатами є використання комбінованих багатоопераційних ґрунтообробних агрегатів та багатофункціональних посівних комплексів. Їх застосування підвищує продуктивність праці в 2...4 рази та витрати палива на 20...30,0 %. Досвід застосування вітчизняних інтегральних тракторів ХТЗ-121 при вирощуванні буряків показав, що завдяки цій технології підвищується врожайність на 15,0 %, зменшуються витрати палива на 18,0 %, збільшується рентабельність на 34,0 % та продуктивність праці – на 38,0 % [51].

Отже, великі резерви знаходяться в застосуванні ресурсозберігаючих технологій. До них можна віднести: мінімальний обробіток ґрунту, застосування широкозахватної техніки, а також точне землеробство. Їх використання в агробізнесі дозволяють істотно знизити витрати палива та зменшити собівартість продукції.

Наукові дослідження і практика свідчать, що застосування мінімального обробітку ґрунту дозволяє зменшити енергоємність продукції на 20...30,0 %. Обробіток ґрунту без оранки (нульовий обробіток або технологія No-Till) дозволяє знизити виробничі витрати (часу, паливно-мастильних матеріалів, добрив тощо), досягти низької собівартості продукції і, отже, збільшити рентабельність. Переваги даної системи землеробства полягають у наступному: на 90,0 % скорочується парк необхідної техніки та як наслідок амортизаційні витрати; на 70,0 % менше витрачається паливно-мастильних матеріалів; на 50,0 % зменшується термін обробітку посівних площ; реальна економія добрив – до 30,0 %. В США за саме цією системою обробляється 23,0 % посівних площ, у Бразилії – до 60,0 % [11].

Точне землеробство дозволяє реалізувати технологію, що одержала назву *Tramline farming* (колійна технологія). Досвід фермерів Австралії показав, що при вирощуванні пшениці дана технологія дозволяє знизити енергоємність виробництва на 17,0 %. Позитивний економічний ефект підвищується також за рахунок меншого ущільнення ґрунту [52].

Передові аграрні країни світу (США, Канада, Німеччина тощо) у рослинництві вже давно використовують дво- або чотиріпільну систему. Це при сумлінному застосуванні передових технологій дає не тільки високі врожаї, але й істотну економію коштів, у тому числі й на паливі (до 23,0 %) [53].

Отже, значне економії енергії у сільському господарстві можна досягти за рахунок: впровадження нових конструктивних рішень при проектуванні сільськогосподарської техніки та енергетичного обладнання, які передбачають зниження енергомісткості; поліпшення структури машинотракторного парку, максимального підвищення частки дизельного транспорту, впровадження індустріальних технологій виробництва, безвідходних технологій і переробки

⁵¹ Єрмаков О.Ю. Інновації енергозбереження у сільському господарстві / О.Ю. Єрмаков // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2008. – Вип. 4. – С. 25–31.

⁵² Charles G. M. and W's «Aqualhol» injection system / G. M. Charles // Implement and Tractor. – 1980. – V.85. – P. 16–17.

⁵³ Tramline cut fuel and greenhouse costs. – Ground Cover. – Issue 61, April-May 2006.

сільськогосподарської продукції; інтенсифікації процесу фотосинтезу; використання у сільському господарстві побічних енергетичних ресурсів; використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

Реалізація потенціалу енергозбереження в сільському господарстві може бути здійснене за рахунок: оптимізації структури посівних площ, впровадження енергозберігаючих технологій виробництва окремих видів посівів, використання методу розкидання подрібнених стебел кукурудзи та стебел озимої пшениці на еродованих ґрунтах, реконструкції зерносушарок та оптимізації режимів сушки зерна. В тваринництві: покращення структури поголів'я великої рогатої худоби, впровадження сучасних технологій приготування комбикормів, оптимізація раціону молодняка великої рогатої худоби із заміною однолітніх трав на зелений корм багаторічних трав тощо.

Тому для ефективної діяльності аграрних підприємств необхідно зменшувати рівень галузових витрат енергетичних ресурсів шляхом реалізації відповідних інноваційних проектів.

1.7. Відходи сільського господарства, як одне з джерел альтернативної енергетики України

Капачева Л.М., Даценко В.В.

Полтавська державна аграрна академія

Енергозбереження з кожним роком стає все більш актуальною проблемою. Обмеженість енергетичних ресурсів, висока вартість енергії, негативний вплив на навколишнє середовище, пов'язані з її виробництвом, всі ці фактори мимоволі наводять на думку, що розумніше знижувати споживання енергії, ніж постійно збільшувати її виробництво, а значить, і кількість проблем.

Загальновідомо, що зростання виробництва і споживання енергії нерозривно пов'язане з прогресом людського суспільства, яке протягом усієї своєї історії, а особливо у сучасних умовах, постійно веде боротьбу за збільшення свого енергетичного багатства. Людство дуже неекономно використовує майже всі види енергоресурсів. Тільки в сільському господарстві споживання електроенергії подвоюється [54, с. 210].

У всьому світі вже давно не тільки постійно ведеться пошук шляхів зменшення енергоспоживання за рахунок його раціонального використання, але і достатньо ефективно застосовується. Швеція,

⁵⁴ Ивахненко О. Поможет ли гидроэнергетика утолить энергетическую жажду Украины? / О. Ивахненко. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ekonomika.eizvestia.com/full/721-pomozhet-ligidroenergetika-utolit-energeticheskuyu-zhazhdu-ukrainy>.

Німеччина, Канада, Франція – є прикладами для нашої країни, так як досвід цих країн є одним із найкращих у світі. Символом безпеки розвитку даних держав і навіть їх суверенності стали відповідним чином розроблені національні енергетичні програми кожної країни.

Раніше наша країна приділяла недостатню увагу питанню енергозбереження, альтернативних джерел енергії, зараз дана проблема є однією з ключових. Тому що комплексне вирішення проблеми енергозбереження – один із найбільш вірогідних для України шляхів успішного подолання економічної та енергетичної криз, це дасть змогу вийти на один щабель з високо розвинутими країнами світу. Адже, стрімке зростання цін на енергоносії, наявність перебоїв у їх постачанні, що залежать від політичних проблем, продемонстрували слабкість сучасної енергетичної системи України, яка в свою чергу є основою соціально-економічного розвитку держави.

Тож з'ясуємо, що таке альтернативні джерела енергії та яким чином їх використання забезпечить агропромислому комплексу України зменшити витрати на енергоспоживання.

Відповідно до Закону України «Про альтернативні джерела енергії» № 555-IV від 20.02.2003 р., альтернативні джерела енергії – відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів [55].

Слід підкреслити, що є певні відмінності між альтернативною та відновлюваною енергетикою. Так, відновлювана енергетика (англ. renewable energetics) – енергетична галузь, що спеціалізується на отриманні та використанні енергії з відновлюваних джерел енергії, до яких належать періодичні або сталі потоки енергії, що розповсюджуються в природі і обмежені лише стабільністю Землі як космопланетарного елемента: променева енергія Сонця, вітер, гідроенергія, природна теплова енергія тощо [56, с. 14].

Термін «альтернативна енергетика» більш широкий, адже окрім відновлюваних джерел енергії до яких належать енергія сонця, вітру, геотермальна енергія, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, біогазів, включає також енергію газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів тощо [56, с. 15].

Всі відновлювані джерела енергії поділяються на дві групи, що

⁵⁵ Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 р. / Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 24, ст.155.

⁵⁶ Волошин О.І. Механізм державного регулювання розвитку альтернативної енергетики в Україні [Текст]: дис. ...канд. наук з держ. упр. : 25.00.02 : захищена 28.01.2016 / Олексій Леонідович Волошин. – Х., 2015 – 197 с.

використовують пряму енергію сонячного випромінювання і її вторинні прояви (побічна сонячна енергія), а також енергію взаємодії Сонця, Місяця і Землі. Результатом побічної діяльності Сонця є відповідні ефекти в атмосфері, гідросфері та геосфері у вигляді вітру, гідроенергії, енергії течій, хвиль, припливної енергії, теплової енергії навколишнього середовища тощо (рис. 1) [57].

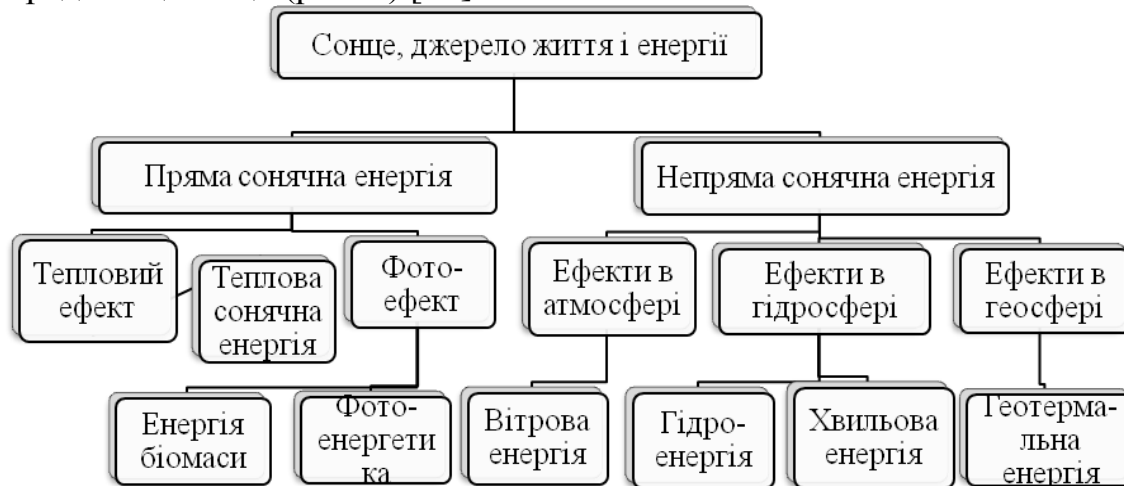


Рис. 1. Класифікація відновлюваних джерел енергії

Джерело: дані [57]

Отже сонячне випромінювання є основним джерелом природних процесів та життя на Землі. У суто фізичному сенсі, хоча й вживається термін «відновлювана енергетика», енергія в її джерелах не відновлюється, а тільки постійно вилучається. З сонячної енергії, що прибуває на Землю, лише дуже невелика частина трансформується в інші форми енергії, а велика частина просто йде в космос.

Важливим є те, що альтернативні джерела енергії можуть компенсувати недоліки існуючої енергетичної системи, адже запаси енергії сонця, води, вітру та біологічної сировини в країні практично невичерпні та сприятимуть економічному зростанню за рахунок скорочення витрат на енергію в усіх сферах господарювання. Крім того, це має привести до скорочення викидів вуглекислого газу, адже альтернативні джерела енергії значно зменшують його викиди, сприяють вирішенню проблем щодо охорони довкілля та покращують екологічну ситуацію в державі.

Зобразимо у табл. 1 деякі види традиційних джерел енергії, що можна замінити альтернативними [58].

1. Заміна традиційних джерел енергії альтернативними

⁵⁷ Плачкова С.Г. Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі / С.Г. Плачкова, І.В. Плачков, Н.І. Дунаєвська та ін. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-1/section-1>.

⁵⁸ Кустовська А.Д. Альтернативні палива / А.Д. Кустовська, С.В. Іванов, О. І. Косенко // Національний авіаційний університет. – 2007. – 268 с.

Альтернативний вид енергії	Необхідні заходи для впровадження	Традиційне джерело енергії
Енергія сонячного випромінювання, що досягає землі	Потребує налагодження виробництва сонячних батарей, що виготовляються на основі кремнію	Складає альтернативу ядерній електроенергії
Гідравлічна енергія течій рік, припливів та відливів океанських вод, океанських хвиль, течій, тепла морів і океанів	Може освоюватись використана тільки біля великих рік, морів, океанів	Складає альтернативу ядерній електроенергії
Геометральна енергія (внутрішнє тепло землі)	Необхідно налагодити виробництво теплових насосів	Складає альтернативу газу
Енергія вітру	Необхідно налагодити виробництво вітряків, що можуть при обертанні виробляти електроенергію	Складає альтернативу ядерній електроенергії
Енергія біомаси	Необхідно налагодити технологічні лінії по переробці біомаси	Складає альтернативу нафті та газу
Енергія водню	Необхідно створити обладнання для виробництва водню на базі води	Складає альтернативу нафті та газу

Джерело: дані [58]

У табл. 1 відображено не повний обсяг традиційних та альтернативних джерел енергії, адже людство не стоїть на місці. З кожним днем у вчених з'являються ідеї щодо запровадження нових винаходів, навіть цілих систем за допомогою яких виникає можливість віднайти альтернативне джерело енергії, що послужить нашій планеті і збереже її ресурси.

Згідно з дослідженням незалежного агентства федеральної статистичної системи США Energy Information Administration (EIA), яке опубліковано у річному енергетичному звіті за 2015 р. щорічне споживання електроенергії у світі з 2013 по 2040 рр. збільшуватиметься в середньому на 0,8 % у відповідності до очікуваного зростання населення. Це свідчить, що в структурі глобального паливно-енергетичного балансу буде збільшуватися питома вага альтернативної енергетики [59].

Цікавим є те, що на протязі останніх років (2015–2016 рр.), за даними International Energy Agency спостерігається швидке розповсюдження поновлюваних джерел енергії: «... це є яскравим місцем у світовому енергетичному переході до економіки з низьким вмістом вуглецю. Незважаючи на більш низькі ціни на видобуток викопного палива, альтернативна енергетика в 2015 р. зросла порівняно

⁵⁹ Загальні відомості про відновлювальні нетрадиційні джерела енергії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-1/section-1>.

з попередніми роками найбільше, завдяки підтримці державної політики та різким скороченням витрат. У 2014 р. поновлювані джерела енергії становили більше половини світової додаткової потужності. Проте навіть з цим чудовим прогресом постає питання про те, чи досягли альтернативні джерела енергії поставлених цілей, встановлених Паризькою угодою» [60].

За підсумками підведеними у 2017 р.: «...ринок альтернативних джерел енергії засвідчив безпрецедентне прискорення в останні роки, і в 2016 р. він розірвав чергову рекордну цифру. Головним чинником ринку в минулому році була сонячна фотоелектрика, що сприяє зростанню відновлюваних джерел енергії у всьому світі. Оскільки зниження витрат, вітер та сонячні батареї стають все більш порівнянними з новими альтернативами викопного палива в зростаючому числі країн. Китай залишається домінуючим гравцем, але Індія все частіше рухається до центру. Державна політика запроваджує більшу конкуренцію через відновлювані аукціони, що додатково знижує витрати» [61].

Як бачимо, альтернативні джерела енергії з кожним роком стають все більше поширюваними у всіх країнах світу. Що стосується нашої країни, то відповідно до статистичних даних в Україні щорічно споживається близько 200 млн т умовного палива, при цьому видобуток із природних джерел країни становить лише 80 млн т. Виникає питання де брати паливо, якщо наша країна не достатньо багата і не має таких економічних запасів, щоб без відчутних змін для населення, профінансувати коштами з державного бюджету 120 млн т умовного палива (різницю між видобутком і споживанням).

Розглянемо сучасна структура споживання первинної енергії у світі (за теплотворною здатністю) виглядає таким чином: нафта – 35 %, вугілля – 23%, природний газ – 21 % (табл. 2).

2. Структура споживання первинної енергії в країнах світу, %

Вид енергоносіїв	Світ	Країни ЄС	США
Природний газ	21	22	24
Нафта	35	41	38
Вугілля	23	16	23
Уран	7	15	8
Гідроресурси та інші альтернативні джерела	14	6	7
Всього	100	100	100

Джерело: дані [58]

Отже світове господарство все більше споживає енергії і задоволення цих потреб відбувається в основному за рахунок переробки традиційних видів енергії, запаси яких є обмеженими, і з кожним роком

⁶⁰ The Energy Efficiency Market Report 2016 [Електронний ресурс] / International Energy Agency. – 2016. – 142 р. – Режим доступу : https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016_WEB.PDF.

⁶¹ Серія звітів про ринок: відновлювальні джерела енергії, 2017 р. [Електронний ресурс] : International Energy Agency. – 2017. – 189 с. – Режим доступу : https://www.iea.org/bookshop/761-Market_Report_Series:_Renewables_2017.

вони скорочуються. Згідно з висновками вчених, результатами досліджень, проведених недержавними організаціями, статистичними даними, опублікованими найбільшими нафтовими компаніями, при нинішніх постійно зростаючих темпах споживання нафти та газу їх світові запаси вичерпаються через 40–45 років [62].

Розглянемо показники енергоспоживання на основі відновлюваних джерел енергії в Україні на протязі 2010–2015 рр. за даними Держкомстату (табл. 3) [63].

З даних табл. 3 видно, що споживання енергії біопалива та відходів займає друге місце в нашій країні. На протязі 2010–2015 рр. відбувається збільшення частки використання біопалива у 2 рази.

Так, як одним з найбільших споживачів енергії у народному господарстві є сільськогосподарське виробництво, то агропромисловий комплекс України споживає 34 млн т у.п./рік, половина якого – у вигляді дефіцитного рідкого палива. Досвід передових зарубіжних країн в питаннях економії енергії важко запозичити, тому що енергетика і сільське господарство у нас розвивалися за іншими економічними схемами, внаслідок чого технологічний рівень сільськогосподарського виробництва значно нижчий від світового. Чіткою тенденцією у динаміці структурних показників енергоспоживання в аграрній промисловості більшості розвинутих країн є абсолютне і відносне зменшення прямого споживання нафтового палива і збільшення споживання ефективніших та екологічно чистих паливно-енергетично ресурсів електроенергії та природного газу.

3. Енергоспоживання на основі відновлювальних джерел, 2010–2015 рр.

Показник	Одиниця виміру	Роки					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. Загальне постачання первинної енергії	тис. т н.е.	132308	126438	122488	115940	105683	90090
із нього							
2. Гідроенергетика	тис. т н. е.	1131	941	901	1187	729	464
у % до підсумку	%	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	0,5
3. Енергія біопалива та відходи	тис. т н. е.	1476	1563	1522	1875	1934	2102
у % до підсумку	%	1,1	1,2	1,2	1,6	1,8	2,3
4. Вітрова та сонячна енергія	тис. т н. е.	4	10	53	104	134	134
у % до підсумку	%	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Усього енергія від відновлювальних джерел							
5. Загальне постачання енергії від відновлювальних джерел	тис. т н.е.	2611	2514	2476	3166	2797	2700
6. Частка постачання	%	2,0	2,0	2,0	2,7	2,6	3,0

⁶² Key World Energy Statistics from the IEA [Електронний ресурс] : International Energy Agency Paris:, 2003. – 75 р. – Режим доступу : <https://www.iea.org/bookshop>

⁶³ За даними Держкомстату України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

енергії від відновлю- вальних джерел							
---	--	--	--	--	--	--	--

Джерело: дані [64]

Сприятливе поєднання великого потенціалу в аграрному секторі та кліматичних умов відкривають Україні перспективи стати активним учасником цих світових тенденцій. Одним із шляхів до зменшення залежності від імпорту енергоносіїв та покращення екології в Україні є розвиток альтернативної енергетики за рахунок потужного агропромислового комплексу.

Розглянемо які саме види альтернативних джерел можуть бути вироблені у сільському господарстві (табл. 4) [64].

Рослинна біомаса є первинним джерелом енергії на Землі. Основа біомаси є органічні сполуки вуглеводнів, які в процесі окиснення при згоранні виділяють теплоту. Під цим терміном у цій галузі розуміють всі види рослин, рослинні відходи сільського господарства, деревообробної та інших видів промисловості, що мають енергетичну цінність і можуть бути використані як паливо. У більш широкому розумінні до біомаси відносять також побутові відходи не завжди рослинного походження, що зумовлене однаковим принципом її утилізації [65, с. 315].

4. Основні види альтернативних джерел енергії, що можуть вироблятися у сільському господарстві

Вид енергії	Первинне джерело отримання енергії	Напрямок використання	Необхідні умови
Біогаз	Гній тваринного походження	Обігрів приміщень, приготування їжі	Тваринні ферми та птахофабрики
Біодизель	Рослинна олія	Дизельні двигуни внутрішнього згорання	Збільшення посівів олійних культур
Етанол	Зерно кукурудзи, деревина	Двигуни внутрішнього згорання	Розвиток кукурудзи, вирощування деревини
Метанол	Деревина	Двигуни внутрішнього згорання	Вирощування деревини
Генераторний газ	Деревина, вугілля	Обігрів приміщень, приготування їжі	Деревина, вугілля
Солома, брикети	Деревина, солома, рослинні рештки	Обігрів приміщень, приготування їжі	Деревина, брикети, солома

Джерело: дані [65]

⁶⁴ Біопалива, технології, машини і обладнання / [Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. та ін.]. – К. : [б.в.], 2004. – 256 с.

⁶⁵ Соловей О.І. Нетрpidиційні та поновлювальні джерела енергії : навч. посібн. / О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен, О.О. Ситник, А.В. Чернявський, Г.В. Курбака. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 481 с.

На отриманні біомаси, яка використовується як паливо безпосередньо або після відповідної переробки, заснована біоенергетика. На сьогодні розроблені сотні варіантів конверсії біомаси в паливо і енергію (у залежності від виду біомаси, призначення, температурних умов і так далі). Залежно від початкової вологості біомаси технологічно її переробку можна розділити на три основні напрями: термохімічний, фізикохімічний і біотехнологічний (рис. 2).

Енергетичний потенціал біомаси в Україні представлено в табл. 3. Джерелом біомаси можуть бути сільськогосподарські відходи, енергетичні культури, деревина та відходи деревини. Щорічні відходи сільського господарства в Україні (солома, стебло, качани кукурудзи, стебла та лушпиння соняшнику) становлять 49 млн т, з яких на власні потреби сільських господарств використовується не більше 34 млн т. Решта відходів потенційно може бути використана для виробництва енергії (табл. 5).

Біомасу як первинну енергетичну сировину використовують у незмінній формі для прямого спалювання або ж попередньо піддають хімічній та біохімічній переробці. Солома, залишки стеблової маси кукурудзи та соняшнику є основним джерелом вторинної біомаси. Структура використання соломи та відходів лісового виробництва, наприклад в Данії, така: фермерські котли споживають – 57,6 %, теплові станції – 33,6 % і решту – електростанції.

Вторинна енергетична сировина включає в себе, головним чином, біомасу рослинного або тваринного походження, яка утворилася в результаті «попередньої переробки» рослинних продуктів у процесі життєдіяльності тварин. Ця сировина використовується для виробництва біогазу методом безкисневої ферментації (сухого бродіння). При цьому 60 % органічних речовин біомаси перетворюється на біогаз, залишок використовується як органічне добриво.



Рис. 2. Основні енергетичні напрями використання біомаси

Джерело: авторська розробка

В сучасних умовах біомаса є четвертим за використанням енергетичним ресурсом у світовому масштабі, яке приблизно дає 2 млрд т у.п.е./рік, що становить близько 14 % від загального споживання первинних енергоносіїв у світі. Кожний рік на Землі в результаті протікання процесів фотосинтезу утворюється близько 120 млрд т сухої органічної речовини (біомаси), що за показником енергетичності еквівалентно понад 40 млрд т сирої нафти [66].

В аграрному секторі економіки України з давніх часів чільне місце посідали зернобобові, олійні культури та цукрові буряки. Вони не лише забезпечували внутрішні потреби, але й формували експортний потенціал країни. Ці сільськогосподарські культури є ефективною сировиною для виробництва біопалив. Використання палив на основі біоетанолу вже захопило значну частину світового ринку енергоносіїв і щороку набуває дедалі більшого значення.

Сільськогосподарські угіддя, ліси, луки та інші природні ресурси дають велику кількість біомаси, котра може використовуватися для виробництва різноманітного біопалива. Біомасу в енергетичних цілях можна використовувати у процесі безпосереднього спалювання деревини, солом, сапропелю (органічних донних відкладень), а також у переробленому вигляді, як рідкі (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібні (біогаз – газова суміш, основним компонентом якої є метан) палива. Конверсія біомаси у носії енергії може відбуватися фізичними,

⁶⁶ Блюм Я.Б. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива : монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та ін. – К. : «Аграр Медіа Груп», 2010. – 408 с.

хімічними та біологічними методами, останні є найбільш перспективними.

5. Енергетичний потенціал біомаси України

Тип біомаси	Енергетичний потенціал, млн т у. п./рік
Солома зернових культур	5,6
Стебла, качани кукурудзи на зерно	2,4
Стебла та лушпиння соняшника	2,3
Біогаз з гною	1,6
Біогаз з осаду стічних вод	0,2
Звалищний газ	0,3
Відходи деревини	2,0
Паливо з твердих побутових відходів	1,9
Рідкі палива з біомаси (біодизель, біоетанол, та ін.)	2,2
Енергетичні культури (верба, тополя, та ін.)	5,1
Торф	0,6
Всього	24,2

Джерело: дані [67]

Потенціал біомаси, який має Україна сьогодні для виробництва енергії, – близько 30 млн т умовного палива на рік. Використання цього потенціалу дозволить Україні до 2020 р. замінити 6 млрд м³/рік природного газу та знизити викиди парникових газів на 11 млн т CO₂-екв./рік. Доля біомаси та відходів в загальному споживанні первинної енергії у 2030 р. може скласти 10 %, а на сьогодні це лише 0,7 %. Для порівняння цей показник в ЄС складає в середньому 6,2 %, а в окремих країнах: Латвія – 24,4 %, Швеція – 21 %, Фінляндія – 20,7 %, Австрія – 15,5 %, Данія – 14,5 % [67].

Науково-практичний досвід показує, що рослинна біомаса є одним з найбільш перспективних джерел одержання твердого біопалива в Україні. Ціна біопалива не залежить від стрибків цін на викопні види палива і на екологічні податки, що збільшуються. Крім цього при спалюванні твердого біопалива не спричиняється негативного впливу на навколишнє середовище.

Організація виробництва біопалив в Україні є перспективним напрямом для зменшення енергетичної залежності від постачальників нафти та природного газу. Використання біопалив зменшує антропогенне навантаження на довкілля, зберігає природні ресурси за рахунок переробки відновлювальної сільськогосподарської сировини та відходів переробних галузей агропромислового комплексу. На рис. 3 наведено фактори, які сприяють виробництву біопалив [68].

⁶⁷ Біоенергетика зміцнить енергетичну безпеку [Електронний ресурс] / За матеріалами Європейсько-українського енергетичного агентства, 2012. – Режим доступу : <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/bojenergetika-zmcnit-jenergetichnu-bezpeku-26003>

⁶⁸ Іванченко Н.М. Сутність альтернативної енергетики та специфіка її застосування в економіці України / Н.М. Іванченко // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. – 2015. – С. 210–2013.

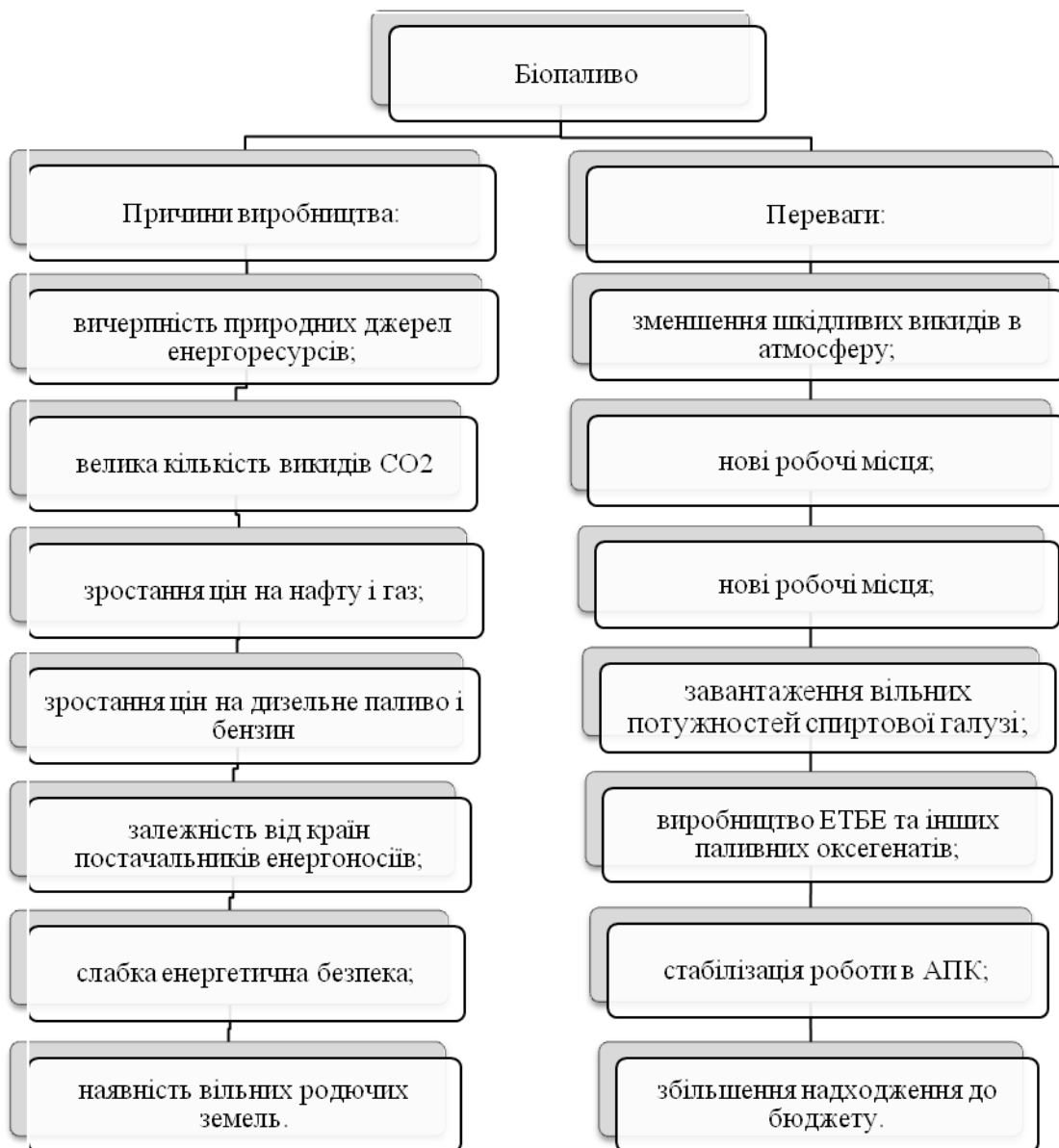


Рис. 3. Позитивні фактори виробництва біопалив

Джерело: авторська розробка

Отже, використання в агропромисловому комплексі альтернативних відновлюваних джерел енергії, зокрема, розвиток біоенергетики може суттєво знизити рівень енергомісткості сільськогосподарської продукції. Ці поновлювані джерела енергії є практично невичерпними. Широке використання поновлюваних джерел енергії є перспективним напрямом створення надійних систем енергозабезпечення і суттєвого покращення умов життя і праці населення. Стратегія енергетичної політики в аграрній сфері повинна передбачувати вдосконалення структури енергетичного балансу та енергетичних ресурсів, освоєння нових видів енергії, розробку і впровадження енергозберігаючих технологій і техніки, раціоналізацію системи забезпечення паливом та іншими енергоресурсами.

1.8. Альтернативні джерела енергії у свинарстві

Оглобля В.В., Кравченко О.І.

Полтавська державна аграрна академія

Одним із основних завдань, які ставлять перед собою вітчизняні виробники продукції свинини, є виробництво високоякісної безпечної для споживача продукції у достатній кількості в аспекті раціонального природокористування і захисті навколишнього середовища.

Одним з головних завдань виробництва рентабельної продукції свинарства є зниження її собівартості, яка формується з урахуванням багатьох чинників. В останні роки підвищення цін на енергоносії, природній газ та паливно-мастильні матеріали сприяли суттєвому збільшенню собівартості виробництва свинини. Знизити цей показник можливо за рахунок використання альтернативних джерел енергії.

В Україні є незадіяний потенціал для виробництва власної енергії з відновлюваних джерел – переробка відходів тваринництва (гною тварин та посліду птахів) з утворенням біогазу, який потім можливо використовувати для виробництва електроенергії, тепла або палива – аналогів природного газу (зокрема, для транспорту).

Наразі в Україні утворення великої кількості відходів на промислових фермах – це екологічна проблема, яка потребує вирішення. Переробка відходів тваринництва з утворенням біогазу дасть змогу частково розв'язати екологічні проблеми, а також отримати переваги у вигляді децентралізованого виробництва відновлюваної енергії або виробництва палива [69].

Біомаса – біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу: відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів [70].

Одним із перспективних напрямів для України є переробка біомаси відходів тваринництва, а саме – гною тварин та посліду птахів – шляхом анаеробного зброджування з утворенням біогазу, який потім власне і використовується для виробництва енергії або палива.

Анаеробне зброджування – це природний процес мікробного розкладання органічної маси у вологому середовищі в анаеробних умовах (за відсутності кисню). Анаеробне зброджування відбувається у ферментері (біореакторі) біогазової установки, де бактерії спричиняють бродіння органічних речовин. Бродіння органічних речовин у ферментері подібне до того, яке відбувається в природі, на дні водойм, у болотах або гнійних ямах.

⁶⁹ Марцинкевич В. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування [Електронний ресурс] / В. Марцинкевич, Н. Коломієць. – Режим доступу до ресурсу : <http://uabio.org/img/files/docs/biogas-necu-report-2015.pdf>.

⁷⁰ Біоенергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : <http://sae.gov.ua/uk/ae/bioenergy>.

Внаслідок зброджування біомаси у ферментері (окремо або в поєднанні з іншими субстратами) утворюється біогаз. Біогаз – це горючий газ, до складу якого входить метан (50–75 %), вуглекислий газ (25–50 %), водяна пара (2–4 % від маси газів), водень (0–1 %), аміак та сірководень. Основним компонентом біогазу є метан – горючий газ, при згоранні якого вивільняється енергія. Вміст метану в біогазі багато в чому залежить від використовуваних субстратів і процесу бродіння. Вироблений біогаз збирається за допомогою відповідного технічного обладнання і спалюється безпосередньо на блочній ТЕЦ, або збагачується до біометану (очищеного біогазу), який може використовуватися як заміник природного газу на місці виробництва, або подаватися до загальної газотранспортної мережі, зокрема використовуватися як паливо для транспорту [69].

Розкладання біомаси відбувається під впливом трьох видів бактерій. У ланцюжку живлення подальші бактерії харчуються продуктами життєдіяльності попередніх. Перший вид – бактерії гідролізні, другий – кислотоутворювальні, третій – метанотворні. У виробництві біогазу беруть участь не лише бактерії класу метаногенів, а й всі три види.

Надзвичайно придатною сировиною для заводів з виробництва біогазу є гній ВРХ, свинячий гній та курячий послід, оскільки основна бактерія, що виробляє метан, вже міститься у шлунку тварин. Однак специфічне виробництво газу нижче, а вміст метану становить понад 60–65 % через попереднє бродіння у шлунку [71].

Відходи тваринництва при вільновигулній системі утримання худоби не мають інтересу з погляду їхнього використання для одержання енергії: кількість тварин на одиницю площі настільки мало, а розсіювання відходів тваринництва настільки велике, що доставка останніх на підприємство з виробництва енергії виявляється економічно й енергетично невиправдано.

Зовсім інша ситуація складається при утриманні тварин у закритих приміщеннях, таких, як господарства промислового типу. У цьому випадку кількість відходів, що збираються з одиниці площі, істотно зростає, а витрати на їхній збір і доставку значно скорочуються. Кількість гною від кожного виду тварин і його склад залежать від раціону живлення й тривалості утримання тварин у закритих приміщеннях [72].

Біогазові установки з переробки гною тварин широко використовуються у всьому світі. Газ з гною дозволяє фермам скоротити витрати на будівництво лагун приблизно в 2 рази.

У гної органічні сполуки – колоїдні, що перешкоджає вільному випаровуванню вологи з субстрату. Після переробки гною в біогазовій

⁷¹ Кузнецова А. Чи прибуткове виробництво біогазу? [Електронний ресурс] / А. Кузнецова // Агробізнес Сьогодні. – 2010. – Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichniyi-gektar/167-chy-prybutkove-vyrobnytstvo-biogazu.html>.

⁷² Енергія біомаси. Основні процеси переробки біомаси: аеробний та анаеробний процеси, ферментація [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://kntu.net.ua/index.php/eng/content/download/9434/73799/file/>.

установці обсяг органіки значно зменшується, а переброджена маса сепарується для відділення твердої фракції. В рідкій фракції органіки практично немає, завдяки чому вода з неї легко випаровується і не потрібно великих лагун для зберігання. Переробка гною в біогаз вигідна ще й тим, що, на відміну від лагун, біогазова установка виробляє енергію.

Фермерські господарства, як правило, мають значні земельні угіддя для вирощування або сільськогосподарських, або кормових культур. Біогаз із гною дозволяє значно заощадити на покупці мінеральних добрив.

Отримання біогазу із гною вкрай вигідно для фермерських господарств. Одна свиноматка зі шлейфом в 20–24 поросят дає в рік приблизно 25 м³ гною (з них: свиноматка дає в середньому 5,3 м³/рік, а кожна свиня на відгодівлі 1,2–1,6 м³/рік). У газовому еквіваленті це складе в середньому 1000 м³ біогазу [73].

Дана установка (рис. 1) розрахована на 5 т сировини. Змішуючи 1,5 т гною і 3,5 т рослинних решток. Заливається гарячою водою, щоб маса мала вологість 60–70 % і температуру 35 °С. Далі суміш поміщається в реактор, починає бродити і температура піднімається до 70 °С. Газ починає виділятися через два тижні. Цей процес триває 6 місяців [74].

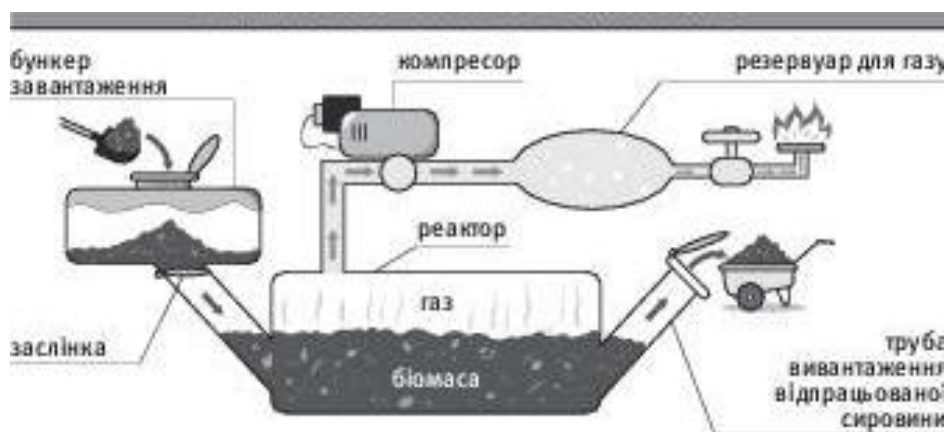


Рис. 1.Схема біогазової установки

Джерело: дані [75]

Для України завод із виробництва біогазу і справді новація. Незважаючи на те, що устаткування з переробки відходів задля виробництва енергії відоме в світі вже більше тридцяти років, в Україні досі не було типових проектів, технологічних умов, нормативної бази такого виробництва. Завод із переробки гною на добриво та біогаз, є джерелом теплової і електричної енергії. Так, кубометр біогазу здатний виробити близько двох кіловат електроенергії. Одним із найбільших біогазовий завод у с. Копанках (Галицький район) буде продукувати 1,4

⁷³ Біогазові установки для тваринницьких комплексів [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.biteco-energy.com/dlya-zhivotnovodcheskih-kompleksov/>

⁷⁴ Досвід виробництва міні біогазових установок в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.biowatt.com.ua/informatsiya/dosvid-virobnitstva-mini-biogazovih-ustanovok-v-ukrayini/>

мегавати тепла та 1,2 мегавати електричної енергії на годину. Цього досить, щоби освітити й обігріти селище з 5000 домівок.

Власне у Польщі, де «Axzon» має подібні заводи і успішний досвід використання відновлювальної енергії, в багатьох випадках так і є. Біогазові заводи забезпечують енергією власне виробництво, а залишки віддають в електричну мережу чи в комунальні теплосистеми найближчих населених пунктів. Завод збудований з перспективою розширення, проект дозволяє при потребі збільшити переробку сировини і вихід енергії вдвічі. Тому у разі, якщо українське законодавство передбачить можливість продажу альтернативної електрики в загальну мережу, завод матиме змогу збільшити виробництво.

Технологія біозаводу – отримання енергії із свинячого гною з одночасним покращенням цього гною до стану цінного органічного добрива. Поруч із фермою змонтована біогазова установка – кілька велетенських герметичних резервуарів з'єднані між собою. Комунікації прокладені під землею. Фактично це великий пакет, у якому без доступу кисню бродить органічна маса – розкладається послід свиней та органічні рештки з полів, як-от солома. В процесі бродіння у біореакторах, їх ще називають ферменторами, виділяється газ.

Біогаз на 55 % складається із метану та на 45 % із вуглекислого газу. Його вловлюють і відводять на газовий двигун, який виробляє електрику і тепло. Теплову енергію приймає на себе вода, яка охолоджує робочу систему.

Дегазовану біомасу розділяють на суху і рідку фракції. Остання закачується в резервуар зі свіжим гноєм і знову бере участь у його ферментації. Суха ж частина, уже фактично перегній, складається та навесні вноситься як добрива.

Таким чином, свиноферма з біогазовим заводом забезпечує собі енергетичну незалежність і відносну автономність. Прогресивне підприємство дотримується принципу інтегрованого виробництва, коли тваринництво підтримується вирощуванням кормів, для чого використовують власні земельні площі. Коло замикається: щоби отримати корм для виробництва м'яса, треба передусім подбати про землю.

Інтегроване виробництво із відновлювальними джерелами енергії має низку переваг і для мешканців села:

- зменшення неприємного запаху – гній одразу надходить на переробку і не випаровує метан у довкілля;
- істотне зменшується вплив на навколишнє середовище – рідкі стоки не забруднюватимуть ґрунти чи воду;
- в результаті переробки отримують чисте органічне добриво, яке природно відновлює родючість ґрунтів.

Технологія передбачає, що кінцева біомаса буде цілком чистою як від паразитів та хвороботворних мікроорганізмів, так і від насіння бур'янів [75].

⁷⁵ Кушніренко Н. Відходи – на вагу золота [Електронний ресурс] / Н. Кушніренко // Галицький кореспондент. – 2013. – Режим доступу : <http://gk-press.if.ua/x9333/>

Збільшення кількості тварин впливає і на збільшення кількості гною, при цьому його утилізація через несистемне внесення у ґрунт може спричинити чималі екологічні проблеми. Головна – забруднення підземних і поверхневих вод, підвищення в них концентрації азотовмісних сполук – передусім нітратів. До того ж великі втрати азоту під час внесення гною зумовлюються тим, що його вносять у ґрунт у невідповідний час [76].

Відходи свиначства шкідливо впливають на глобальне потепління і атмосферні опади. Це одне із основних питань, які необхідно терміново вирішувати. Їх вплив на глобальне потепління відбувається через утворення парникових газів двоокиси вуглецю і метану. Гній може сприяти азотним опадам, оскільки із відстійників в атмосферу виділяється аміак.

Атмосферний азот повертається в круговорот води через дощ і виливається в джерела, річки, озера і прибережні води. Азот у воді сприяє росту водоростей, які зменшують доступ кисню риbam.

Виробництво біогазу дає змогу запобігти викидам метану в атмосферу. Метан впливає на парниковий ефект у 21 разів сильніше, ніж CO_2 , і знаходиться в атмосфері 12 років. Захват метану – кращий короткостроковий спосіб запобігання глобальному потеплінню.

Серед промислово розвинених країн провідне місце у виробництві і використанні біогазу належить Данії – він займає до 18% у її загальному енергобалансі. За абсолютними показниками по кількості середніх і великих установок належить Німеччині – 8000 тис. шт. У Західній Європі не менше половини всіх птахофабрик опалюється біогазом [71].

У низці країн світу енергетика на біомасі зайняла важливе місце в енергобалансі. Наприклад, у Данії на частку енергетики на біомасі припадає понад 7 % усієї енергетики, в Австрії – 12 %, у Швеції – 21 %, а у Німеччині – понад 24 %. У цілому, в ЄС щорічно із біомаси отримують 14 % загальної потреби у енергії. Європейський ринок біогазових установок оцінюється в 3 млрд дол. США, і, за прогнозами, він повинен вирости до 25 млрд дол. США уже до 2020 р. При цьому 75 % біогазу виробляється з відходів сільського господарства, 17 % – з органічних відходів приватних домогосподарств і підприємств і ще 8 % – каналізаційних очисних споруд.

Китай є світовим лідером по впровадженню технології виробництва біогазу. Тут діє максимальна кількість біогазових установок – близько 15 млн. Сумарний випуск біогазу в країні становить 14 млрд куб. м/год. За рахунок біогазу Китай забезпечує близько 30 % своїх потреб в енергоносіях. Це дозволяє країні економити до 10 млн т нафти або будь-якого іншого палива. До 2020 р. біогазом планують забезпечити в сільській місцевості 300 мільйонів чоловік. Відповідно до державного плану розвитку сільських та промислових біогазових станцій у Китаї

⁷⁶ Ярошко М. Сепарація та зберігання свинячого гною [Електронний ресурс] / М. Ярошко // Прибуткове свиначство. – 2013. – Режим доступу : <http://pigua.info/uk/technews/153/>.

заплановане щорічне збільшення кількості біогазових установок на 15 %.

Розвиток цього виду діяльності покращив інвестиційний клімат в регіонах та вплинув на соціальну сферу. Сьогодні біогаз використовується як в школах, дитячих садах, інших соціальних об'єктах, так і на фермах і у приватних будинках. Слід додати, що на підготовку кадрів з біоенергетики китайський уряд щорічно витрачає понад 100 млн дол. США.

Зараз в Європі лідируючу позицію по виробництву біогазу займає Німеччина (більше половини всіх установок). При цьому, тільки 7 % виробленого цими підприємствами біогазу надходить в газопроводи, решта – використовується для потреб виробника. У перспективі 10–20 % використовуваного в країні натурального газу може бути замінено біогазом. Більшість працюючих біогазових установок використовують енергетичні культури і гній якості основного субстрату.

Ринок біогазу в США розвивається значно повільніше, ніж в Європі. Наприклад, незважаючи на наявність великої кількості ферм, на території країни діє всього близько 200 біогазових заводів, які працюють на сільськогосподарських відходах. Приблизно 80 % всіх біогазових проектів в США базуються на молочно-товарних фермах, використовуючи гній великої рогатої худоби для вироблення енергії. Загальна потужність всіх установок на таких фермах наближається до 60 МВт. Більшість біогазових проектів США концентрується в штатах Нью-Йорк, Пенсильванія, Вермонт і Вісконсин.

Альтернативний на сьогоднішній день спосіб використання біогазу – його очищення, доведення до існуючих комерційних стандартів, і поставка споживачам через газопровід. Принципову можливість такої технології продемонструвала фірма Agri-Waste Energy з Міннесоти. Agri-Waste Energy має намір «брати гній в оренду», платити фермерам за витягнутий біогаз і повертати перероблений компост для використання в якості добрив [77].

Майбутнє України неможливе без потужного аграрного сектору з розвинутим тваринництвом, а тому не слід нехтувати можливістю здешевити його виробництво за рахунок використанням органічних ресурсів, як альтернативних джерел енергії. Аналіз проведених технологій та накопичений світовий і вітчизняний досвід переконливо доводять, що розширення промислового виробництва та масове впровадження біогазових систем на тваринницьких комплексах сприятиме реалізації урядової політики, спрямованої на розвиток інноваційних технологій, утвердження України як високотехнологічної держави.

⁷⁷ Глотова І. Біогазові країни: як у світі отримують енергетичну незалежність [Електронний ресурс] / І. Глотова // AGRAVERY. – 2017. – Режим доступу : <http://agravery.com/uk/posts/show/12>.

1.9. Пріоритети розвитку альтернативної енергетики в Україні в контексті світових тенденцій

Самойлик Ю.В.

Полтавська державна аграрна академія

Одними із найважливіших питань сучасного розвитку є пошук шляхів енергозбереження та енергоощадження, обґрунтування альтернативних варіантів використання паливно-енергетичних ресурсів, зниження енергомісткості виробництва, підвищення ефективності використання енергії. Все більшої актуальності набуває альтернативна енергетика, зокрема використання відновлювальних джерел. Втім, саме відновлювальність порушується за умов інтенсивного та неефективного використання ресурсів. Розвиток альтернативної енергетики в Україні протягом останніх років здійснюється швидкими темпами. Державна стратегія щодо енергонезалежності стимулює суб'єктів господарювання та громадян шукати можливості до енергоощадження та здійснювати генерування енергії в промисловому масштабі. Такі тенденції зумовлені загальносвітовими орієнтирами вирішення глобальної енергетичної кризи та екологізації усіх сфер життєдіяльності.

У світі переживає справжній бум сонячна енергетика – таких темпів будівництва електростанцій людство не бачило ні під час «вугільної» енергетики, ні під час «газової». На початок 2017 р. сонячні потужності у світі перевищили 300 ГВт – по встановленій потужності, це еквівалент 50 Запорізьких атомних електростанцій – а вона найбільша в Європі (слід зауважити, що за виробітком 1 ГВт атомних потужностей в рази вищий, ніж у сонячних – завдяки вищому коефіцієнту використання встановлених потужностей (КВВП)). За прогнозами, в нинішньому році збудують ще близько 100 ГВт [78].

В ОАЕ розроблена стратегія отримання електроенергії з альтернативних джерел. Зокрема, Дубай стане містом з найбільшою в світі електростанцією на сонячних батареях. У загальносвітовій тенденції залучення сонячної радіації до вироблення електроенергії на сьогодні лідирують такі країни як Індія, Китай і США, хоча кліматичні особливості ОАЕ найбільш підходять для запуску сонячних електростанцій. Даний проект є великомасштабним. Висота сонячної батареї складе 260 м, що дозволить отримувати потужність 700 мВт. Тендер на будівництво електростанції виграли підрядники з Китаю і Саудівської Аравії. Вони повинні будуть за три роки освоїти майже чотири мільярди доларів. Зараз найбільшою сонячною електростанцією є індійський проект «Озеро Самбхар» неподалік від міста Джайпур. На її будівництво було витрачено чотири мільярди доларів. У США нещодавно була побудована

⁷⁸ Лук'янчук С. Зупиніться! В Україні слід негайно припинити будівництво сонячних електростанцій по чинному зеленому тарифу [Електронний ресурс] / С. Лук'янчук. – Режим доступу : http://texty.org.ua/pg/article/editorial/read/79056/Zupynitsa_V_Ukraini_slid_negajno_prypynyty_budivnytvo.

електростанція на сонячних батареях Тораз. Кількість її сонцеуловлюючих панелей складає 1 мільйон 700 тис. Емірат Дубаї розраховує через 50 років досягти 75 % частки альтернативних джерел енергії [79].

Лідуючі позиції в розвитку альтернативної енергетики в Україні в останні роки також зайняло виробництво сонячної енергії. За останні три роки в Україні було введено більш ніж 1,6 ГВт теплових потужностей, що працюють не на газі, а на альтернативних видах палива. Станом на 2016 р., в Україні збільшилась кількість сонячних панелей до 1109 господарств. До порівняння, у 2015 р. їхня кількість складала 244 господарств. При цьому, домогосподарства почали встановлювати більш потужні сонячні батареї. Як наслідок, обсяг потужності сонячних панелей зріс майже у 7 разів: з 2,2 МВт станом на кінець 2015 р. до 16,7 МВт наприкінці 2016 р. [80].

Важливим стимулом для домогосподарств до використання альтернативної енергії, крім зменшення витрат на оплату енергоресурсів та підвищення рівня екологічності енергоспоживання, є можливість отримання державного відшкодування за «зеленим тарифом» за повернення надлишку електроенергії у мережу.

Даний тариф регулюється законом України «Про електроенергетику», встановлюється на дату введення станції в експлуатацію (подача заяви на приєднання для домашніх СЕС) і залишається незмінним до 2030 р. Також важливим є факт прив'язки тарифу до Євро, що нівелює ризики девальвації національної валюти і додатково гарантує прогнозоване повернення інвестицій у СЕС⁸¹. Основними законами та регуляторними актами по «зеленому» тарифу є: Закон України «Про електроенергетику» № 575/97-ВР від 16.10.1997 р. [82], з усіма змінами і доповненнями, постанови КМУ, Постанови НКРЕ КП.

У 2017 р. прийнято до розгляду низку законопроектів, що стосуються питань розвитку альтернативної енергетики в Україні. Зокрема, це законопроекти: № 4334 «Про внесення змін до Закону України «Про теплопостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії» [83] та № 6081 «Про внесення зміни до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» щодо покращення інвестиційних можливостей у сфері виробництва електричної енергії з альтернативних джерел» [84].

⁷⁹ У Дубаї почалося будівництво найбільшої у світі сонячної електростанції [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ukr.media/business/322570/>

⁸⁰ Альтернативна енергетика в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://moesonce.com/ukraine/bilshe-alternativnoi-energetiki-v-ukraini.html>.

⁸¹ Офіційний сайт компанії «Цетус» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://pvsolar.com.ua/privatni-ses/?gclid=Cj0KCQjwyvXPBRD-ARIsAIEQeoGjSspZe91HaagmNo7rBmDGweynfmv1UEPii65krDQsMeJTPRziTAaAs8kEALw_wcB.

⁸² Про електроенергетику : Закон України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80>.

⁸³ Про внесення змін до Закону України «Про теплопостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії : Проект Закону України № 4334 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=58568.

⁸⁴ Про внесення зміни до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» щодо покращення інвестиційних можливостей у сфері виробництва електричної енергії з альтернативних джерел : Проект Закону України № 6081 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=61140.

Втім, «енергетичний бум» в галузі сонячної енергетики в Україні має низку дискусійних моментів. Так, відшкодування коштів в рамках проекту «зеленого тарифу» з одного боку стимулює розвиток даного напрямку тим самим, підтримує представників даного бізнесу та задіяних домогосподарств, але з іншого боку, тарифи на вартість електроенергії, виробленої сонячними станціями завищені, що є неефективним у довгостроковій перспективі для державного бюджету. Як зазначає С. Лук'янчук, «модель підтримки сонячної енергетики, яка діє зараз в Україні – застаріла і вимиває з бюджету мільйони доларів. Собівартість 1 квт-год від електростанцій, якими починає рясно вкриватися Україна, становить 2–3 центи. А виробнику по чинному зеленому тарифу заплатять 17 центів. 600–800 % прибутку буває хіба що в наркобізнесі. Це у перспективі уб'є сонячну енергетику. Краще оголошувати тендери на те, хто продаватиме сонячну енергію дешевше, і гарантувати довгострокові закупки, а саме:

1. Заблокувати всі нові проекти з будівництва сонячних електростанцій.
2. На законодавчому рівні (через зміни до Закону України «Про електроенергетику» скасувати систему зелених тарифів для нових проектів сонячної генерації, які виконують юридичні особи (для старих вона має залишитися).

3. Замість зелених тарифів запровадити іншу систему підтримки – конкурси проектів. Виглядає це так: держава оголошує тендер на сонячну електростанцію певної потужності і гарантує переможцю підписання довгострокової угоди про закупівлю згенерованої електроенергії. Претенденти виходять на конкурс зі своїми пропозиціями і змагаються за найнижчу ціну. Саме завдяки такому механізму ціни на «сонячні» кіловат-години в світі впали до рівня нижче 5 центів, а у регіонах зі сприятливим кліматом – нижче 3 центів.

4. Встановити для тендерних проектів ліміт потужності. В Україні не має бути нових сонячних електростанцій на 50–100–200 мегават. Прикладом тут має стати Німеччина, де встановлений ліміт у 10 мегават. Досвід експлуатації потужніших проектів показав, що одна стомегаватна електростанція поступається за ефективністю десяти 10-мегаватним, розташованим на відстані одна від одної. Причина – атмосферний фронт, який проходить над 100-мегаватним полем сонячних панелей, вплине на все це поле одночасно, і генерація від такої електростанції впаде на десятки відсотків. Натомість мережа розподілених станцій значно стійкіша до подібних проявів погоди.

5. Встановити ліміт щорічного приросту потужності для комерційної сонячної генерації. У Німеччині він становить 3,5 ГВт на рік – по факту споруджують майже в два рази менше. В українських умовах ліміт у 500 мегават нових сонячних потужностей на рік виглядає доречно. Втім, цю цифру через рік-два можна буде збільшити – коли собівартість сонячної енергії стане ще меншою.

6. Максимально швидко завершити проекти з добудови

гідроакумуючих електростанцій – Дністровської, Канівської та Ташлицької. Наявність ГАЕС – один з ключових компонентів балансування енергосистеми в умовах, коли в генерацію «вмикаються» все нові сонячні чи вітроелектростанції, для яких властива нерівномірність виробітку. ГАЕС, які можуть «зберігати» надлишкову енергію, закачуючи воду на висоту, а потім у разі потреби «віддавати» її назад у мережу. Втім, раціонально буде саме добудувати вже розпочате будівництво ГАЕС – а не споруджувати нові. Річ у тім, що на підході більш ефективний, простий і дешевий метод акумуляції – батареїні системи.

7. Створити систему стимулювання сонячної енергетики «за межами» зелених тарифів. Це можуть бути податкові пільги на імпорту сонячних панелей чи інверторів, спрощене виділення землі та підключення до енергосистем, пріоритетний порядок закупівлі енергії саме від сонячних електростанцій (т.зв. merit order) і т.п.» [78].

Ми цілком погоджуємось із викладеними тезами і вважаємо за необхідне акцентувати увагу на основних критеріях прийняття управлінських рішень щодо розвитку альтернативної енергетики:

- виробництво альтернативної енергії має відповідати положенням концепції сталого розвитку, тобто бути економічно ефективним, суспільно корисним та екологічним;
- в контексті розвитку альтернативної енергетики необхідно правильно розставити пріоритети: щодо ефективного стимулювання даного процесу; щодо обрання найбільш потужних напрямків даної сфери; щодо експорту-імпорту енергоресурсів та засобів їх генерування;
- посилений антимонопольний контроль та регулювання процесів виробництва та постачання енергоресурсів;
- досконала система ціноутворення на альтернативну енергію;
- комплексний підхід до господарювання, зокрема, впровадження енергоощадних технологій, оптимізація енергозатрат, зміщення акцентів на користь екологічності виробництва;
- наявність інших ресурсів для генерування енергії (наприклад, вільних площ для розміщення сонячних батареї).

Виробництво сонячної енергії в Україні в цілому відповідає зазначеним критеріям і є перспективним. Втім, в глобальному масштабі, використання сонячної енергії є провідним напрямом альтернативної енергетики для країн екваторіальної зони, де кількість сонячних годин (інсоляція) є найвищою. Тому, для України доцільним є пошук інших напрямків розвитку альтернативної енергетики. Перспективним джерелом при цьому є сільське господарство та харчова промисловість.

Як свідчать аналітичні та прогнозні дані щодо світового виробництва біопалива із сільськогосподарської сировини, основною сировиною для виробництва біопалива є м'яса, з якої у 2016 р. 45,8 % спрямовано саме на цей вид переробки, при цьому, передбачається підвищення цього відсотку до 48,14 % (табл. 1).

1. Прогноз показників світового виробництва біопалива із сільськогосподарської сировини, 2016-2015 рр., тонн

Продукція	Показники	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2020 р.	2025 р.	2025 р. у % до 2016 р.
Пшениця	Виробництво	721696,60	733178,21	739769,75	753931,30	791311,00	1,096
	Використання біопалива	9444,85	9767,49	10387,01	10099,24	9251,86	0,980
	% до виробництва	1,31	1,33	1,40	1,34	1,17	0,893
Кукурудза	Виробництво	1005996,16	1041295,39	1048480,64	1075139,47	1146044,33	1,139
	Використання біопалива	156934,02	161427,55	160907,27	159357,62	154389,62	0,984
	% до виробництва	15,60	15,50	15,35	14,82	13,47	0,864
Інші велико-зернисті зерна	Виробництво	294122,90	295224,89	296915,48	304152,26	324229,55	1,102
	Використання біопалива	4189,05	4235,46	4289,07	4158,22	3365,89	0,803
	% до виробництва	1,42	1,43	1,44	1,37	1,04	0,729
Сухі зернові продукти	Виробництво	54274,87	55838,92	55935,14	55354,23	53468,62	0,985
	Виробництво етанолу	484,17	491,88	497,34	511,42	544,47	1,125
	% до виробництва	0,89	0,88	0,89	0,92	1,02	1,142
Рослинні олії	виробництво	180518,25	184216,64	188467,96	197074,81	218872,31	1,212
	використання біопалива	23345,95	23532,31	23609,60	25136,47	26155,68	1,120
	% до виробництва	12,93	12,77	12,53	12,75	11,95	0,924
Меляса	виробництво	60417,89	61196,62	62338,19	65817,24	73360,72	1,214
	Використання біопалива	27672,01	27940,83	28625,29	30641,23	35318,64	1,276
	% до виробництва	45,80	45,66	45,92	46,56	48,14	1,051
Цукровий буряк	виробництво	268248,92	271946,25	274224,61	278853,16	284141,75	1,059
	виробництво біопалива	12683,38	9968,33	10457,36	10418,07	9301,29	0,733
	% до виробництва	4,73	3,67	3,81	3,74	3,27	0,692
Цукрова тростина	виробництво	1850288,92	1875135,47	1908541,60	1976014,08	2151881,05	1,163
	виробництво біопалива	409495,00	413972,80	420041,93	440124,22	478969,78	1,170
	% до виробництва	22,13	22,08	22,01	22,27	22,26	1,006

Джерело: узагальнено автором за даними [85]

⁸⁵ Organization for economic co-operation and development [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://stats.oecd.org>.

Серед зернових продуктів найбільша частка біопалива виробляється з кукурудзи – 15,6 % у 2016 р., втім до 2025 р. прогнозується зменшення цього показника. Загальний обсяг виробництва біопалива з кукурудзи становить 156934,02 т у 2016 р. Це друге значення за обсягом після цукрової тростини, з якої виробляється 409495 т, що становить 22,13 % у 2016 р. Для України вирощування цукрової тростини не характерне, тому найперспективнішим джерелом для виробництва біопалива серед представлених видів сільськогосподарської сировини є кукурудза.

Розглядаючи сільськогосподарський сектор економіки як базу для альтернативної енергетики, необхідно приділити увагу слід використанню відходів галузі. Правові основи використання відходів закладені у Законі України «Про відходи», де зазначається, що відходи – це будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання і від яких їх власник позбувається шляхом утилізації чи видалення [86]. У Державному Класифікаторі відходів зазначено, що відходи – це будь-які речовини та предмети, утворювані у процесі виробництва та життєдіяльності людини, що не мають свого подальшого призначення за місцем утворення і підлягають до повторного їх залучення у господарську діяльність як матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів [87].

Екологічний аспект утворення та використання відходів відображений у ДСТУ 2195-99, де зазначено, що у довкіллі відходи виступають, з одного боку, як забруднення, що займають у ньому певний простір та спричиняють негативний вплив на інші живі й неживі об'єкти і субстанції, а з іншого боку – як вторинні матеріальні й енергетичні ресурси для можливої утилізації безпосередньо слідом за утворенням або після відповідного перероблення [88]. Таким чином, на законодавчому рівні передбачений механізм вторинного використання відходів з метою підвищення економічної, екологічної та соціальної ефективності здійснення господарських процесів.

Як зазначає В.С. Тимчак, «науковці розглядають використання відходів, як резерв підвищення ефективності виробництва. Йдеться не тільки про економічно раціональне перетворення ресурсів в процесі суспільного виробництва, але й про їх відновлення. Зокрема, у харчовій промисловості, яка інтенсивно розвивається, раціональне використання сільськогосподарської сировини є важливим джерелом збільшення обсягів виробництва продуктів харчування та підвищення рівня економічної доступності населення до їх придбання. Втім, пріоритети

⁸⁶ Про відходи : Закон України від 05.03.1998 р. № 187/98-вр [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80>.

⁸⁷ Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.uazakon.com/big/text78/pg1.htm>.

⁸⁸ ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) Державний стандарт України. Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://metrology.com.ua/download/dstu-gost-gost-r/60-dstu/535-dstu-2195-99>.

комплексного використання відходів харчової промисловості обумовлюються впровадженням інноваційних технологічних процесів їх вторинного використання не тільки у одногалузевих структурах (хлібопекарській, пивоварній, соковинній тощо), а в цілому у системі агропромислового комплексу. За яких, використання відходів однієї галузі використовуються як сировина в іншій» [89].

Розглядаючи агропромислове виробництво, до продуктів, які утворюються у процесі отримання основної продукції, доцільним є вживання поняття «побічна продукція». При цьому, варто розрізняти супутню продукцію, яка формується в одному технологічному циклі із основною, призначена для подальшого продажу, обробки або переробки, і має вартісну оцінку. Побічна ж продукція не має вартісної характеристики, оскільки на її отримання не потрібні додаткові витрати.

Основними складовими агропродовольчого ринку є рослинницько-промислова і тваринницько-промислова підсистеми. Втім, ринок побічної продукції агропромислового виробництва і продуктів їх переробки має не менш важливе значення. До даної побічної продукції відносять соломку, гичку, жом, макуху, гній, курячий послід, висівки, кісткове борошно, кров, шкіру, пір'я, м'яса тощо (рис. 1).

Побічна продукція агропродовольчого ринку насамперед використовується у взаємозв'язку з галузями рослинництва і тваринництва. Наприклад, відходи тваринництва, зокрема гній, є органічним добривом для рослинництва, а відходи рослинництва, такі як, соломка, є підстилкою для сільськогосподарських тварин. Крім того, основними напрямками використання побічної продукції агропродовольчого ринку є такі галузі, як кормовиробництво, медицина, харчова промисловість, альтернативна енергетика, виробництво добрив, легка промисловість, будівництво. При кормовиробництві використовується гичка, макуха, жом; у харчовій промисловості – висівки, м'яса, в медицині – кров, з якої зокрема виготовляють альбумін, кишки та жили, з яких виробляють джгути; у легкій промисловості – шкіру, пір'я, виробляють струни, соломку також використовують при будівництві.

Одним із найперспективніших напрямків використання побічної продукції сільськогосподарського господарства є виробництво енергії. Найпоширенішими напрямками при цьому є виробництво біогазу з гною та курячого посліду, біодизелю із макухи, виробництво брикетів із соломи та гички тощо. Використання побічної продукції сільського господарства в альтернативній енергетиці є найбільш ефективним, порівняно із іншими джерелами. По-перше, отримання даної сировини здійснюється з мінімальними витратами (лише витрати на транспортування), по-друге, утворення даної продукції здійснюється постійно і обсяги її збільшуються пропорційно нарощуванню

⁸⁹ Тимчак В.С. Ефективність інновацій комплексного використання відходів харчової промисловості : дис...канд. екон. наук : 08.00.03 / В.С. Тимчак ; Житомир. нац. агрокол. ун-т. - Житомир, 2017. – 227 с. (С. 29).

виробництва основної сільськогосподарської продукції; по-третє, інші напрями розвитку альтернативної енергетики в Україні мають нижчий потенціал, як в національному, так і у глобальному масштабі.

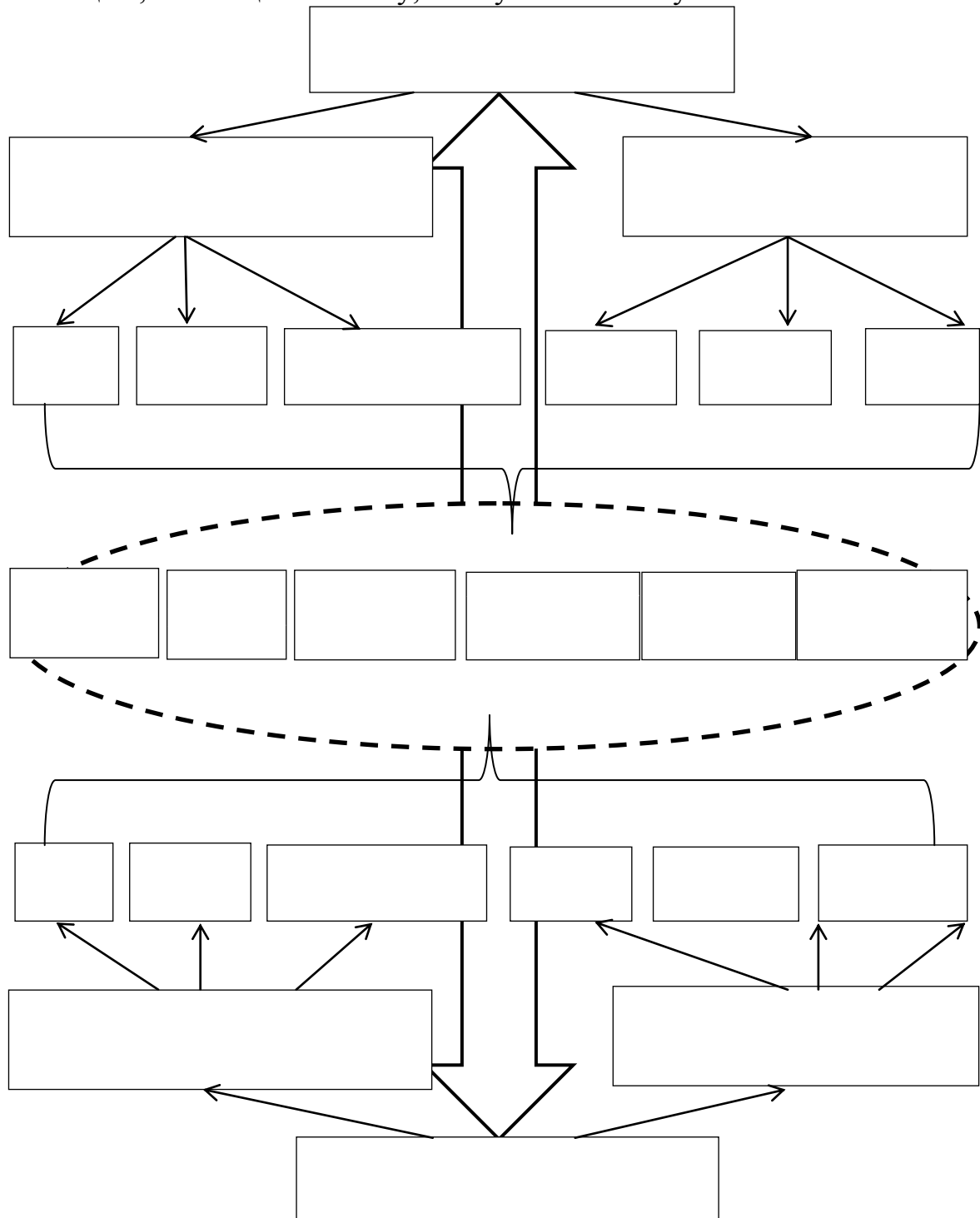


Рис. 1. Класифікація побічної продукції агропродовольчого ринку

Джерело: розроблено автором

Таким чином, розвиток енергетики – це пріоритетний напрям загальної стратегії України та більшості країн світу. В умовах зростаючих потреб в енергетичних ресурсах, загостренням екологічних проблем людства особливої актуальності набуває розвиток

альтернативної енергетики. У світовому масштабі на першому місці за темпами розвитку знаходиться будівництво сонячних електростанцій. Даний напрямок активно розвивається і в Україні. Втім, погоднокліматичні умови держави є менш вигідними для розвитку даного напрямку альтернативної енергетики порівняно з країнами екваторіальної зони. Значну роль в енергетичному бізнесі відграє сільське господарство. Все більша частина готової сільськогосподарської продукції спрямовується на виробництво біопалива. Але найперспективнішим джерелом для виробництва енергії є побічна продукція сільського господарства, яка має мінімальну вартість порівняно із основними продуктами даної галузі.

1.10. Особливості державної політики в стимулюванні використання відновлювальних джерел енергії в Україні

*Сердюк Т.В., Франишина С.Ю.
Вінницький національний технічний університет*

В світових тенденціях змінюються підходи до проблеми енергозабезпечення сталого розвитку окремої країни: відбувається стрімкий перехід від традиційних систем споживання енергетичних ресурсів, екстенсивних методів енергозабезпечення – до нової стратегічно орієнтованої моделі інтенсивного розвитку енергетичних систем та якісних перетворень у напрямку розвитку відновлювальних, альтернативних джерел енергозабезпечення і споживання.

Кожна країна світу, усвідомлюючи невідворотність загрози глобального потепління, неминуче виснаження природних джерел енергії, необхідність посилення енергетичної безпеки, робить кроки у напрямку розвитку альтернативної відновлювальної енергетики. Найбільшими темпами освоєння на світовому ринку відновлювальної енергетики характеризується енергія сонця та будівництво сонячних електростанцій. У 2016 р. загальна потужність світових геліоенергетичних установок перевищила 300 ГВт, більше 60 % з яких, було введено протягом останніх трьох років. Фактично на початок 2016 р. лідерами із встановленої потужності сонячних станцій стали такі країни, як Китай (40 ГВт), Німеччина (39,6 ГВт), Японія (33,3 ГВт), США (25,5 ГВт) та Італія (18,9 ГВт) [1]. У 2015 р. безумовним лідером з розвитку відновлюваної енергетики став Китай, встановивши близько 14,8 ГВт фотоелектричних систем [90].

Основа економічного зростання Китаю – чітке переконання, що вартість сонячної енергетики може бути значно нижчою за вугільну.

⁹⁰Дорожня карта розвитку відновлюваної енергетики України [Електронний ресурс] / Блок І. Реалізація Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. – Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/pressroom/1133>.

Тому, починаючи з 2007 р. виробництво сонячних модулів у цій країні виросло майже в 20 разів і становить сьогодні 25 ГВт, а до кінця 2017 р. потужність може досягти 51 ГВт [91].

У США досить нерівномірний розподіл активності впровадження відновлювальної енергетики по штатах. В цілому обсяг встановленої потужності сонячних електростанцій у США за останній період збільшився більш, ніж у 23 рази, з 1,2 ГВт у 2008 р. до 27,5 ГВт на кінець 2015 р. [92].

В світі саме сонячна енергія та будівництво сонячних електростанцій характеризується швидкими темпами освоєння та мають найбільший масштаб будівництва нових потужностей (рис. 1).

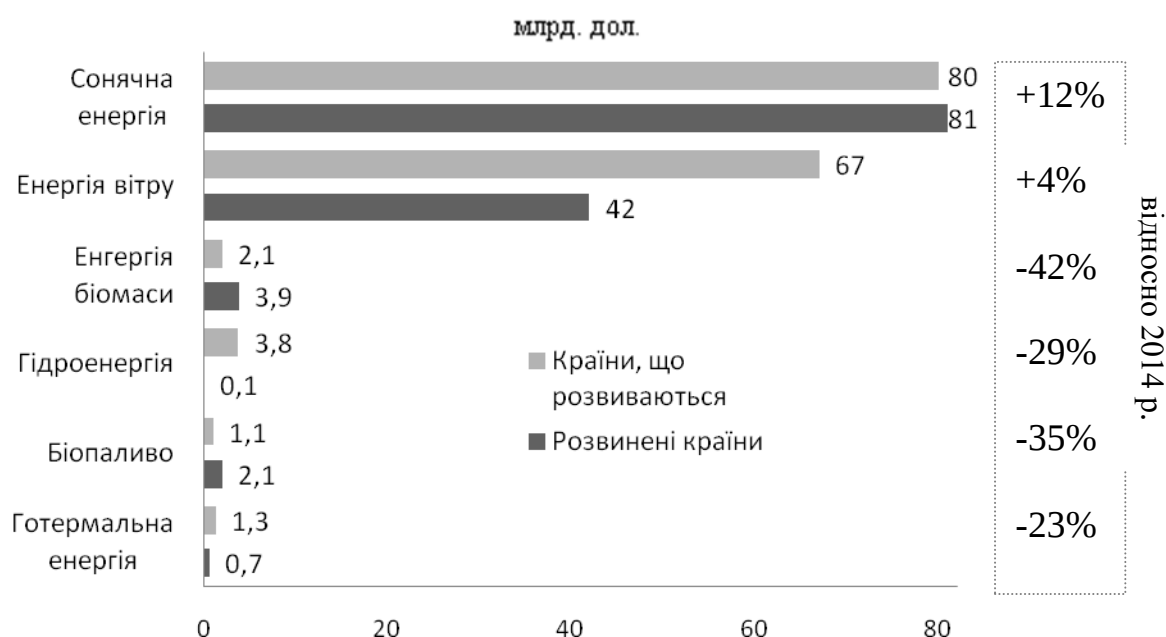


Рис. 1. Обсяги інвестиційних вкладень в альтернативні джерела енергії, 2015 р.

Джерело: дані [93]

За різними прогностичними оцінками, до 2050 р. частка сонячної енергетики світу перевершить частку інших видів палива – «сонце замінить нафту». На відміну від енергії вітру, сонячна енергія може бути легко впроваджена на місцевому рівні на підприємствах, домогосподарствах, бюджетних установах. Беззаперечним є той факт, що енергія сонця є найбільш привабливим інвестиційним ресурсом, порівняно з іншими видами відновлювальних джерел енергії. Темпи приросту, що у 2015 р. склали 12 % порівняно із 2014 р., свідчать про швидкість освоєння потенціалу сонячної енергії серед розвинених країн

⁹¹Share of renewables in electricity production [Електронний ресурс] / Global Energy Statistical Yearbook. – Режим доступу : <https://yearbook.enerdata.net/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>.

⁹²Планетарна енергетика: куди прямує світ [Електронний ресурс] / Мультимедійна платформа Укрінформ. – Режим доступу : <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2030444-planetarna-energetika-kudi-pramue-svit.html>.

⁹³Powering Renewable Programs: theUtility Perspective [Електронний ресурс] / Open Journal of Energy Efficiency. – 2016.– №5. – р. 148-159. – Режим доступу : http://file.scirp.org/pdf/OJEE_2016122216020592.pdf.

світу та тих, що розвиваються.

Географія зростання інвестицій у сфері альтернативних джерел енергії переміщується до країн, що розвиваються. Так, в 2015 р. загальний обсяг «зелених» капіталовкладень у країни, що розвиваються, вперше перевищив аналогічну величину інвестицій у розвинутих країнах. Перше місце за обсягами інвестицій посів Китай – 103 млрд дол. США, що становить понад третину загального глобального інвестування. Серед країн, що розвиваються, лідирує Індія – 10,2 млрд дол. США, що на 22 % більше, ніж у 2014 році. Значне збільшення інвестицій можна спостерігати в ПАР, Марокко, Чилі та Мексиці [94].

Однією з причин того, що сонячна енергетика набуває особливої популярності, пов'язана з універсальністю та відносною простотою використання. Більше того, вартість одиниці потужності сонячних панелей постійно знижується, а потужність, продуктивність, ефективність та дизайн навпаки зростає та покращується.

Виробництво електроенергії за допомогою сонячних електричних станцій використовується сьогодні практично у всьому світі і Україна не є винятком. Наша країна, як член Енергетичного співтовариства, імплементувала Директиву ЄС 2009/28/ЕС щодо просування відновлюваної енергетики, тим самим зобов'язалась забезпечити введення обов'язкової частки відновлювальної енергії у структурі загального споживання в 2020 р. на рівні 11 %. За підсумками 2016 р., частка відновлювальних джерел енергії в загальному паливно-енергетичному балансі країни становила 4,9% (рис. 2). Відповідно до Нової Енергетичної стратегії України до 2035 р. цей показник у структурі загального енергоспоживання країни сягне 25 %.

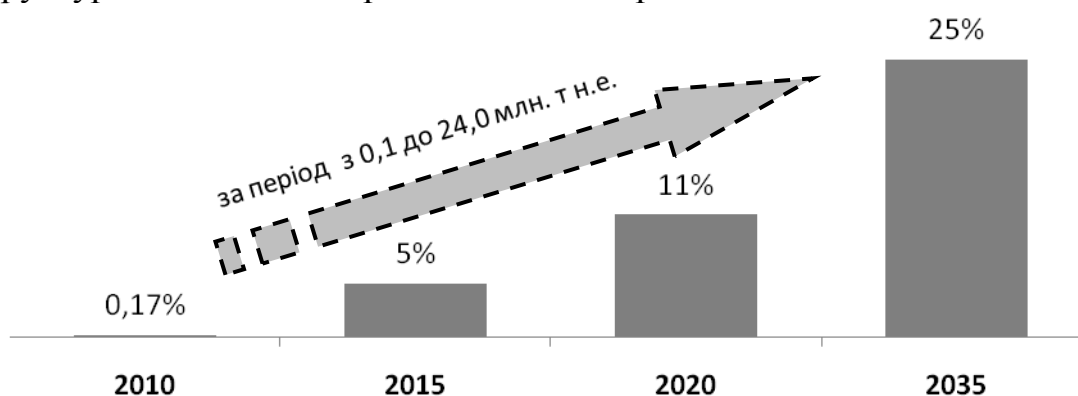


Рис. 2. Перспективне зростання частки енергії з відновлювальних джерел у енергетичному балансі України

Джерело: дані [94, 95]

Згідно даних Державного агентства з енергоефективності та

⁹⁴ Нова Енергетична стратегія України до 2035 року: безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>.

⁹⁵ Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року [Електронний ресурс] / Розпорядження КМУ від 25.11.2015 р. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-p>.

енергозбереження України, у 2016 р. введено близько 120,6 МВт потужностей об'єктів відновлювальної енергетики, з яких майже 100 МВт саме сонячних електростанцій, що більш ніж у 10 разів перевищує показник 2015 року. Найбільшу частку серед альтернативних джерел енергії займають вітрові та сонячні електростанції, загальна продуктивність яких у 2016 р. склала 925 ГВт та 492 ГВт електроенергії відповідно. В цей період відбулось зростання кількості сонячних панелей господарств до 1109 одиниць, порівняно із 244 у 2015 році. Більше того, домогосподарства почали встановлювати більш потужні сонячні батареї, а обсяг їх потужності зріс майже у 7 разів, з 2,2 МВт станом на кінець 2015 р. до 16,7 МВт наприкінці 2016 року.

Інвесторам, які вкладають в цю сферу капітали, надаються істотні пільги. По-перше, лінії електропередач до виробника альтернативної енергії підтягуються за рахунок держави. По-друге, виробник чистої енергії отримує гарантії уряду, що протягом певного терміну цю енергію у нього будуть купувати. По-третє, для «альтернативників» встановлено спеціальний, підвищений, так званий зелений тариф, за яким їх енергія закуповується енергориномком.

За різними оцінками сьогодні в Україні найбільший рівень «зеленого тарифу» серед європейських країн. З 2017 р. для нових СЕС тариф становить 15 євроцентів за кВт, що на один цент менше, ніж для станцій, введених в експлуатацію у 2016 році. Кількість та масштабність «зелених» сонячних проектів зростає. Визначальним фактором такого зростання є державна гарантія підтримки забезпечення окупності інвестицій в такі проекти. Тим самим, Україна залучає інвестиційний ресурс, наслідуючи активну політику розвинених країн світу [96].

Загальна потужність об'єктів, які працюють за «зеленим» тарифом, в 2016 р. склала 1,1 ГВт. Прогнозна динаміка зниження зеленого тарифу визначена урядом та передбачена у 2025 р. на рівні 30 % відносно базового значення 2009 року. Так як даний інструмент стимулювання залучення фінансових ресурсів має тимчасовий характер, передбачається його повне скасування в 2030 році. Потенційні інвестори уже заявили свої плани щодо обсягів фінансових вкладень у розвиток нових потужностей сонячної енергії в Україні. Гранична потужність об'єктів відновлюваної електроенергетики, які можуть працювати в об'єднаній енергосистемі, становить 5,2 ГВт, а станом на початок 2017 р. було видано вже 4,4 ГВт технічних умов на приєднання об'єктів відновлюваної енергетики, з яких тільки 37% були введені в експлуатацію протягом 2013–2015 років [97].

Найбільш перспективним міжнародним інвестором є Франція, зокрема компанія, що планує інвестувати понад 1,25 млрд дол. США у

⁹⁶ Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії : Закон України від 20.11.2012 р. №5485-VI. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5485-17>.

⁹⁷ Не той відтінок зеленого [Електронний ресурс] // Український тиждень. – Режим доступу : <http://m.tyzhden.ua/publication/185590>.

будівництво сонячного парку в Чорнобильській зоні. Канада теж заявила про наміри інвестувати близько 14 млн євро у будівництво сонячної електростанції загальною потужністю 10,5 МВт. Територіальна спрямованість даного проекту охоплює Херсонську та Миколаївську області. Взагалі канадські компанії планують реалізувати чотири проекти з будівництва сонячних електростанцій загальною потужністю 80 МВт, а обсяг інвестиційних вкладень складе близько 80 млн євро [98].

Проте «зелений» тариф в поєднанні з багаторічними гарантіями закупівлі енергії за цим тарифом не тільки стає інструментом залучення інвестицій для розвитку галузі, а й дає найширші можливості для паразитування «альтернативників» на громадянах, бюджеті, економіці в цілому. До того ж, до останнього часу цими пільгами мали можливість користуватися не всі бажаючі, а обрані і наближені. Гроші на завищений тариф вилучаються шляхом введення спеціальної надбавки до тарифу «Енергоатому», який включає їх в тарифи для населення і промисловості – словом, заплатять всі. Вкрай дорога альтернативна енергія призведе до зростання собівартості виробництва і падіння конкурентоспроможності вітчизняної промисловості та експорту. Високі, а у випадку з сонячною енергетикою надвисокі навіть на тлі багатих країн, тарифи надають швидше демотивуючий вплив. Фінансування «зеленого» тарифу здійснюється, перш за все, за рахунок державних атомних і гідроелектростанцій, та споживачів – населення і промисловості.

Багато дискусій виникає на фоні того, чи впорається український бюджет з різким напливом капіталу в сонячну енергетику і чи вистачить країні фінансових ресурсів на забезпечення «зелених» витрат. Тим більше, що середня вартість улаштування та ціновий діапазон панелей значно знизилась, що дає інвесторам можливість отримувати надприбутки за рахунок державного бюджету країни. Внаслідок цього вимальовується ситуація із об'єктивними протиріччями, коли активне субсидювання по зеленому тарифу тих обсягів, що згенеровані відновлювальними системами, може сягнути масштабів, непосильних для економіки країни. За різними оцінками, ринкова собівартість генерації одиниці енергії сьогодні становить не більше 3 центів, тому 15 центів законодавчо встановленого рівня зеленого тарифу виглядають аж занадто завищеними.

У Німеччині, Іспанії вже стали «втомлюватися» від дорожнечі альтернативної енергетики, що істотно погіршує конкурентоспроможність економіки країн, якщо займає суттєву частку в загальному обсязі генерації електроенергії, адже енергія з відновлюваних джерел виявилася дуже дорогою навіть для розвинених європейських країн. При цьому далеко небідна Німеччина за період 2004–2014 рр. понизила зелений тариф майже на 80% (з 57,4 до 12 євроцентів/кВт). Причому за період зростання інвестицій в сонячні потужності (2005–2010 рр.) середньорічний темп

⁹⁸Канадська компанія інвестує в сонячні електростанції України майже €100 млн [Електронний ресурс]. Інформаційно-аналітичне інтернет видання. – Режим доступу : https://zaxid.net/kanadska_kompaniya_investuye_v_sonyachni_elektrostantsiyi_ukrayini_mayzhe_100 mln_n1437103.

зниження тарифу в Німеччині становив близько 8 % в рік, за період 2011–2014 рр. цей показник досяг 23 % в рік. Отже, за 10 років зелений сонячний тариф зменшився в 4,7 рази, або на 79 % [99]. Україна передбачає значно нижчі темпи зниження цього показника.

Відсутність у держави чіткої економічно обґрунтованої стратегії розвитку ринку ВДЕ спостерігається і в діяльності діючих підприємств вітчизняної промисловості, в практиці яких останні роки виявляється традиційним з боку органів місцевої влади вимагати від підприємств впровадження енергозберігаючих заходів, особливо з використанням ВДЕ, що часто стає для них фінансово непосильним і економічно недоцільним кроком, проте це не обговорюється.

Наприклад, коли на одному з найбільших підприємств з виробництва залізобетонних виробів та конструкцій у Вінницькій області, під тиском вимог місцевих органів влади в 2015 р. було встановлено сонячні панелі загальною потужністю 3 кВт, підприємство було вимушене профінансувати цю авантюру за власні кошти в сумі 170 тис. грн. Річний обсяг економії за рахунок заміщення покупної енергії згенерованою сонячними панелями, становить близько 8–10 тис. грн. Простий термін окупності цих інвестиційних вкладень складає близько 20 років. Проте для такого «довгого» проекту в розрахунках має застосовуватись процес дисконтування грошової економії, отриманої від даних інвестицій. Навіть за мінімальної норми дисконту значення дисконтованого терміну окупності можна виразити словами «стільки не живуть». Підприємства вимушено викидають на вітер сотні тисяч гривень, фактично нічого не отримуючи від таких складень. Гадаємо, і регіон не відчув як такого енергозбереження.

Зиск, мабуть, є лише для місцевих чиновників, що звітують про підвищення активності серед місцевого бізнесу в напрямку впровадження заходів з енергозбереження та розвиток альтернативних джерел на промислових об'єктах. Ось і все енергозбереження та користь від такого «чутливого керівництва» з боку влади – традиційно профанація замість підтримки та системного вирішення проблеми.

Питання зниження енергетичної залежності України є стратегічно важливим і потребує нагального вирішення, особливо в умовах євроінтеграції. Однією з галузей, що поступово набирає обертів, є альтернативна енергетика, як невичерпне і постійне джерело енергії, запорука енергетичної незалежності країни, запобігання загрози глобального потепління та найдешевшої вартості.

Вісім років тому український ринок відновлюваної енергетики було створено більшою мірою для конкретних осіб, однак завдяки цьому Україна виявилась втягнута в глобальний тренд структурних енергетичних та економічних перетворень. При цьому експерти відстоюють протилежні

⁹⁹ «Зелений» тариф для домогосподарств: український та світовий досвід [Електронний ресурс] / Українська асоціація відновлювальної енергетики. – Режим доступу : <http://uare.com.ua/novyny/442-zelenij-tarif-dlya-domogospodarstv-svitovij-dosvid-ta-ukrajinski-realiji.html>.

позиції: від палкої підтримки процесів в галузі ВДЕ до стверджень, що відновлювана енергетика для України – це надто дорого. Принципи ціноутворення, закладені в тарифах на енергію ВДЕ, викликають чимало запитань. Це стосується прогнозованої динаміки сонячних тарифів, рівня тарифів на енергію з біомаси тощо. Досвід економік потужних європейських країн свідчить, що навіть для них відновлювана енергетика – дороге задоволення, яке деякі країни вже не бажають оплачувати.

В цілому наслідуючи цей досвід, Україна дещо спотворила ключові аспекти: формування ринкового середовища в галузі ВДЕ та вільний доступ до неї, економічне обґрунтування тарифів, широкомасштабна адекватна інформаційна компанія та інше. Проблема українського зеленого тарифу у тому, що за надзвичайно високого порівняно з іншими країнами ЄС розміру, він не стимулював динамічного, а головне, конкурентного розвитку сектору. Останній був і залишається монополізованим джерелом отримання надприбутків за рахунок споживачів та інших галузей енергетики вузьким колом найпотужніших гравців.

Впровадження альтернативної енергетики на вітчизняних підприємствах – це часто виконання вимог органів влади, як необхідність реалізації обласної програми з енергозбереження. Тому об'єкти промисловості часто змушені впроваджувати проекти, іноді взагалі нерентабельні. Як в цілому в розвитку галузі ВДЕ, так і на місцевому рівні складається враження, що останній час влада перш за все переймається переважно інвестиціями в енергозбереження, якимсь слабо пов'язуючи їх з тією економією енергоресурсів, заради якої ці інвестиції відбуваються, а особливо з майбутніми фінансовими наслідками для підприємства та країни в цілому. Україна не має цілісного бачення використання потенціалу відновлювальних джерел енергії з урахуванням можливих фінансово-економічних та інших ризиків та загроз.

Зелені тарифи застосовували десятки країн. Проте орієнтуватись у встановленні тарифів на західні країни зразка 10–20 років тому недоречно, адже за цей період відбулось кардинальне здешевлення генеруючих потужностей, особливо в сонячній енергетиці. Навряд чи українська економіка може дозволити собі такий атракціон небаченої щедрості, який ледь тягне економіка Німеччини. Існуючі механізми стимулювання використання ВДЕ, а особливо сонячної енергії, здатні створити фінансову катастрофу, як це відбулось в Іспанії, і механізм виправлення її практично відсутній, адже міжнародні інвестори захищені нормами міжнародного інвестиційного права. Натомість у світі зараз розвивається інший сценарій – протилежний до іспанського, що застосовують, зокрема, Німеччина (яка була піонером застосування зелених тарифів, а зараз повністю відмовилася від них у промислових системах), Саудівська Аравія, Індія тощо: держава не платить пільговий зелений тариф виробнику, а гарантує довготривалу закупку електроенергії у майбутньої сонячної електростанції і оголошує конкурс: хто з виробників зможе продавати електрику дешевше.

1.11. Енерго-економічні перспективи розвитку біоенергетики в Україні

Чайка Т.О., Яснолоб І.О.

Полтавська державна аграрна академія

Україна має значний потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, основними складовими якого є сільськогосподарські відходи, різні види деревної біомаси та спеціально вирощувані енергетичні культури. Але для кінцевого використання цього потенціалу необхідно розробити надійну систему постачання біомаси, починаючи з вирощування, збору і закінчуючи постачанням на об'єкти теплоенергетики.

Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії – близько 29 млн т у.п. за даними 2015 року. Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (солома, стебла та ін.) і енергетичні культури (табл. 1).

1. Енергетичний потенціал біомаси в Україні, 2015 р.

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Частка, доступна для енергетики, %	Економічний потенціал, млн т у.п.
Солома зернових культур	35,14	30	5,22
Солома ріпаку	3,1	40	0,62
Побічна продукція виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	30,3	40	3,31
Побічна продукція виробництва соняшника (стебла, корзинки)	21,2	40	1,74
Вторинні відходи с/г (лушпиння, жом)	6,6	47	0,53
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	6,0	94	1,98
Деревна біомаса (сухостій, деревина з лісосмуг, обрізки садів та виноградників)	8,8	41	1,47
Біодизель (з ріпаку)	-	-	0,27
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	-	-	0,77
Біогаз з відходів та побічної продукції агропромислового комплексу	1,6 млрд м ³ CH ₄	50	0,97
Біогаз з полігонів твердих побутових відходів	0,6 млрд м ³ CH ₄	34	0,26
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	1,0 млрд м ³ CH ₄	23	0,27
Енергетичні культури:			
- верба, тополя, міскантус	11,5	90	6,28
- кукурудза (на біогаз)	3,3 млрд м ³ CH ₄	90	3,68
Торф	-	-	0,40
Всього	-	-	27,77

Джерело: дані [100]

¹⁰⁰ Трибой О.В. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні [Електронний ресурс] / О.В. Трибой. – Режим доступу : www.uabio.org

Висновки щодо доступного енергетичного потенціалу біомаси ґрунтуються на теоретичній оцінці виходячи з статистичних даних по рівню сільськогосподарського виробництва (урожайності основних культур, структури сільського господарства, коефіцієнту утворюваних відходів), рівню лісистості регіону, інтенсивності рубок головного користування та відходів деревини, що утворюються на деревообробних підприємствах, рівню заготівлі дров у даному регіоні, та загальній потужності виробників біопалива рослинного походження (гранул, брикетів), деревообробних та переробних підприємств та інших підприємств, що використовують біомасу, в т.ч. для енергетичних потреб.

Енергетичний потенціал біомаси аграрного походження (близько 11 млн т у.п./рік) в Україні у більш, ніж 5 разів перевищує потенціал таких видів деревної біомаси, як дрова, порубкові рештки та відходи деревообробки (близько 2 млн т у.п./рік). Проте солома, стебла та інші побічні продукти сільськогосподарського виробництва суттєво складніші для використання в якості палива, потребують спеціалізованого і більш дорогого обладнання, а також досить складного етапу збирання, транспортування і зберігання. Однак, без залучення агровідходів і залишків в енергетичний баланс Україна не зможе суттєво збільшити обсяги заміщення природного газу. Масове споживання таких біопалив – це найближче майбутнє розвитку біоенергетики в країні [101].

За даними Державної служби статистики України можна проаналізувати показники енергобалансу України та визначити динаміку росту сектору біоенергетики (рис. 1).

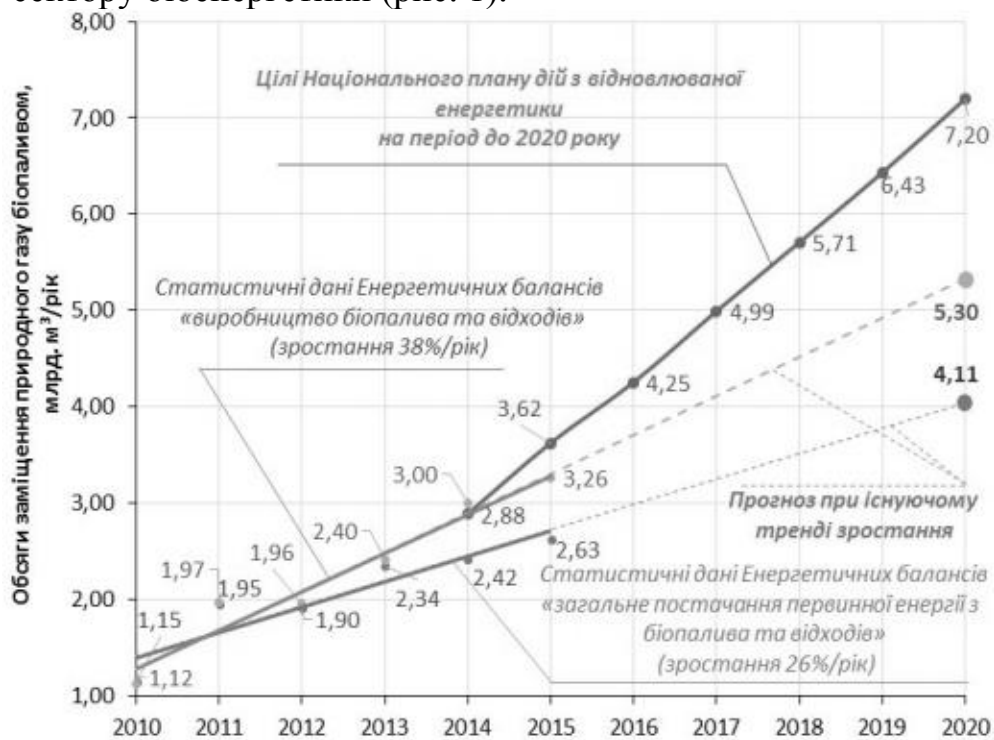


Рис. 1. Динаміка росту сектору біоенергетики в Україні

Джерело: дані [100]

¹⁰¹ Гелетука Г.Г. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Г.Г. Гелетука, Т.А. Желєзна // Пром. теплотехніка. – 2017. – Т. 39, №2. – С. 60–63.

По показнику «Виробництво біопалива та відходів» у 2015 р. заміщення газу біопаливом склало 3,26 млрд м³/рік, а середній темп зростання з 2010 р. до 2015 р. становив 38 %/рік. По показнику «Загальне постачання первинної енергії з біопалива та відходів» у 2015 р. заміщення газу біопаливом склало 2,63 млрд м³/рік, а середній темп зростання у період 2010–2015 рр. становив 26 %/рік.

Різницю між «виробництвом» та «постачанням» складає експорт біопалив за межі України у вигляді гранул (пелет), тріски, дров та інших видів біопалив. Ці ресурси, що експортуються, легко можуть бути залучені до використання на внутрішньому ринку України при створенні сприятливих умов для цього.

Роль біоенергетики в енергобалансі 2015 р. відзначена наступним чином: у структурі виробництва відновлюваних джерел енергії у 2015 р. найбільшу питому вагу мало біопаливо – 81,3 %. У 2015 р. внесок енергії з біопалива складав 2,5 % (1283 тис. т н.е.) кінцевого споживання енергії та 2,3 % (2102 тис. т н.е.) загального постачання первинної енергії в Україні. Отже, динаміка використання біопалива для виробництва теплової енергії дозволяє спрогнозувати його динаміку на найближчий період (рис. 2).

Отже, сьогодні інвесторам економічно вигідно замішувати природний газ, враховуючи його суттєве подорожчання протягом останніх років. Для впровадження проекту виробництва теплової енергії з біомаси необхідно розробити техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) та скласти бізнес-план. ТЕО є важливою частиною процесу прийняття рішення про впровадження проекту виробництва теплової енергії з біомаси. При розробці ТЕО необхідно прийняти до уваги всі різноманітні фактори, що потім суттєво впливають на технічні та фінансові аспекти впровадження (табл. 2).

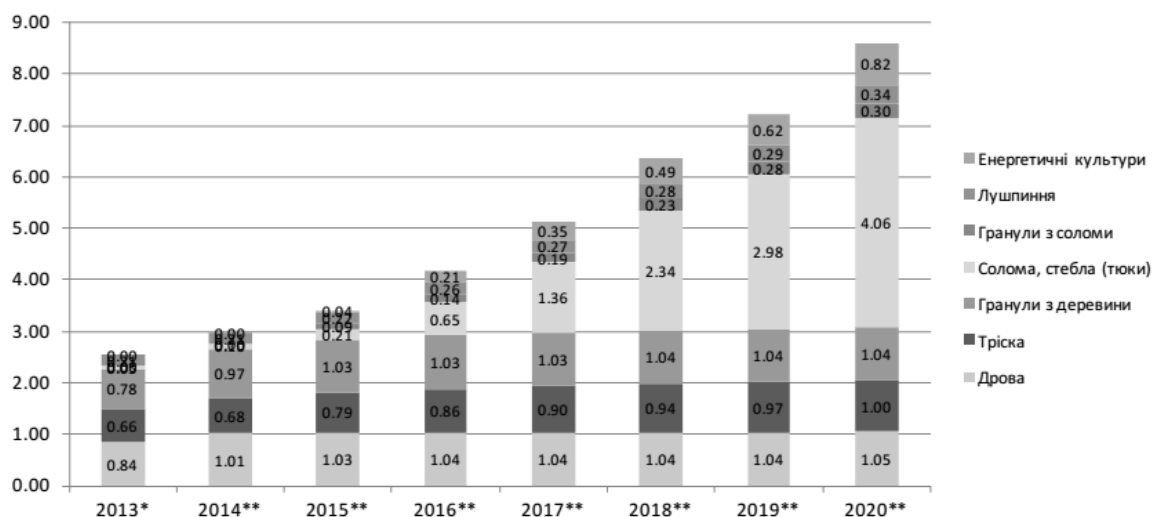


Рис. 2. Біопалива для виробництва теплової енергії, млн т у.п.

Примітки:

* Оцінка згідно даних енергетичного балансу України.

** Прогноз згідно даних НПДВЕ та припущень БАУ.

Джерело: дані [100]

2. Основна інформація, необхідна для розробки ТЕО котельні на біомасі

Вхідна інформація та суттєві фактори впливу	На що впливають
Приєднане теплове навантаження споживачів	Вибір потужності та кількості котлів на БМ, капітальні витрати проекту
Аналіз помісячного відпуску тепла (або споживання ПЕР) за кілька останніх років.	
Добова нерівномірність споживання теплоти та способи її компенсації	
Наявність газових котлів (при встановленні котлів на БМ в існуючій котельні)	
Наявність вільного місця (в існуючій котельні та на прилеглий території)	
Наявність під'їзних шляхів для доставки паливної БМ	
Перспективи розвитку теплопостачання даного населеного пункту та конкретних теплових споживачів	
Заходи з енергозбереження у споживачів	
Наявність та обсяги паливної БМ, надійність її постачальників	Вибір виду паливної БМ та логістичних рішень
Ціни паливної БМ	
Вид паливної БМ	Необхідне допоміжне обладнання, капітальні витрати проекту. Додаткові експлуатаційні витрати.
Логістичні рішення (постачання та складування БМ)	
Окрема котельня чи реконструкція існуючої	
Питомі витрати електроенергії	
Додатковий персонал	
Додаткове технічне обслуговування	
Способи утилізації золи	
Очікувані викиди забруднюючих речовин	
Технічні вимоги підключення до тепло-, водо- та електромереж	Доходи та витрати проекту
Вимоги пожежної безпеки	
Умови фінансування проекту (кредитування)	
Ціни паливної БМ	
Тарифи відпуску теплової енергії	
Необхідність додаткової оплати за транспортування ТЕ до споживача	
Оренда приміщень та обладнання	

Джерело: дані [102]

Оцінка фінансово-економічної ефективності різних варіантів проектів виробництва теплової енергії з біомаси здійснюється на основі таких відомих економічних показників як чистий приведений дохід (NPV), внутрішня норма рентабельності (IRR), простий та дисконтований періоди окупності капітальних витрат для проектів, що передбачають залучення зовнішніх інвестицій. В процесі розробки ТЕО також необхідно обов'язково враховувати макроекономічні показники, такі як рівень відсоткової ставки за кредитами, облікова ставка Національного банку України, ставка дисконтування. Очевидно, чим вище ставка за кредитами (і, відповідно, нижче кредитний

¹⁰² Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні : практ. посіб. / за ред. Г. Гелетуки. – К. : «Поліграф плюс», 2016. – 104 с.

макроекономічний рейтинг), тим гірші фінансові показники проекту. Те ж саме справедливо і для ставки дисконтування. Для кожного конкретного проекту існує деяке порогове значення макроекономічних показників, що взагалі унеможливило б його потенційне впровадження (наприклад, дисконтований строк окупності досягає 30 років, що є абсолютно неприйнятним для інвестора, в той же час простий строк окупності, що не враховує макроекономічну ситуацію та знецінення грошей у часі, може бути для того ж проекту 2 роки). Це обов'язково має бути враховано на початковому етапі розробки ТЕО.

В результаті виконання ТЕО ініціатор проекту виробництва тепла з біомаси, зазвичай, приймає остаточне (позитивне або негативне) рішення щодо його впровадження в тому чи іншому варіанті, або продовжує пошук того варіанту, який забезпечив би прийнятні економічні показники ефективності проекту.

Бізнес-план, як правило, розробляється з метою залучення коштів інвесторів, використання кредитів і позик та служить для ознайомлення потенційних партнерів із сутністю та основними аспектами реалізації конкретної бізнес-ідеї. Крім того, бізнес-план допомагає їх розробникам обмірковувати і вирішити конкретні питання, пов'язані з налагодженням виробництва, маркетингу, організацією управління і контролю, пошуком партнерів, джерел фінансування, тощо. Цей документ є необхідною умовою ефективного пошуку інвесторів для проектів енергетичного використання біомаси.

При розробці бізнес-плану більша увага приділяється таким питанням як вибір організаційно-правової форми ведення бізнесу, визначення організаційної структури підприємства, графік фінансування проекту, потреба в обігових коштах, план доходів і видатків, план грошових надходжень і виплат, плановий баланс, розрахунок та управління ризиками. Проводиться оцінка впливу найбільш вагомих факторів на фінансово-економічні показники проекту на основі аналізу чутливості до зміни вихідних даних.

Результати ТЕО та бізнес-плану, крім допомоги в прийнятті рішення щодо подальшої реалізації проекту, служать одним з джерел вихідних даних для технічного завдання на розробку проектної документації на об'єкт будівництва.

Орієнтовні показники окупності котельних на БМ, представлені нижче (табл. 3), було розраховано виходячи з наступних припущень:

1. Тариф на виробництво теплової енергії з біомаси (для категорії «бюджетні споживачі та інші»): 1097,24 грн/Гкал;
те ж, для категорії «населення»: 1092,12 грн/Гкал,
(згідно постанов КМУ № 293 від 9.07.2014 р. та № 453 від 10.09.2014 р., постанов НКРЕКП № 906 та № 907 від 19.12.2014 р.)
2. Строк життя проекту: 15 років.
3. Ставка дисконтування: 20%.
4. Умови фінансування проекту:
Банківський % за кредит 23%.

5. Строк кредиту: 8 років.
6. Відстрочення виплати тіла кредиту: 1 рік.
7. Частка кредиту в капітальних витратах: 80%.
8. Капітальні витрати проекту (встановлена теплова потужність 1 МВт):
спалювання гранул (вітчизняне обладнання): 1 475 тис. грн;
те ж, європейське обладнання: 2 330 тис. грн;
спалювання тріски (вітчизняне обладнання): 2 260 тис. грн;
те ж, європейське обладнання: 6 820 тис. грн.

3. Фінансові показники проектів впровадження котельних на БМ

Вид палива, середня ціна	Тариф на теплову енергію, грн/Гкал без ПДВ:			
	населення, 90% середньозваженого тарифу	населення, 100% середньозваженого тарифу	бюджетні споживачі, 100% середньозва- женого тарифу	очікуваний рівень тарифу для бюджетних та інших споживачів в сезон опалення 2015/2016 рр.
	982,91	1092,12	1097,24	1600
Вітчизняне обладнання				
<i>Деревна тріска, 800 грн/т з ПДВ</i>				
IRR, %	17%	25%	26%	62%
Простий строк окупності, років	6,1	4,3	4,3	1,7
Дисконтований строк окупності, років	>15	8,5	8,3	2,1
<i>Деревні гранули, 1800 грн/т з ПДВ</i>				
IRR, %	18%	30%	30%	84%
Простий строк окупності, років	5,9	3,7	3,6	1,2
Дисконтований строк окупності, років	>15	6,5	6,3	1,5

Джерело: дані [102]

Отже, можна представити орієнтовну структуру собівартості теплової енергії при виробництві її на вітчизняному обладнанні (рис. 3).

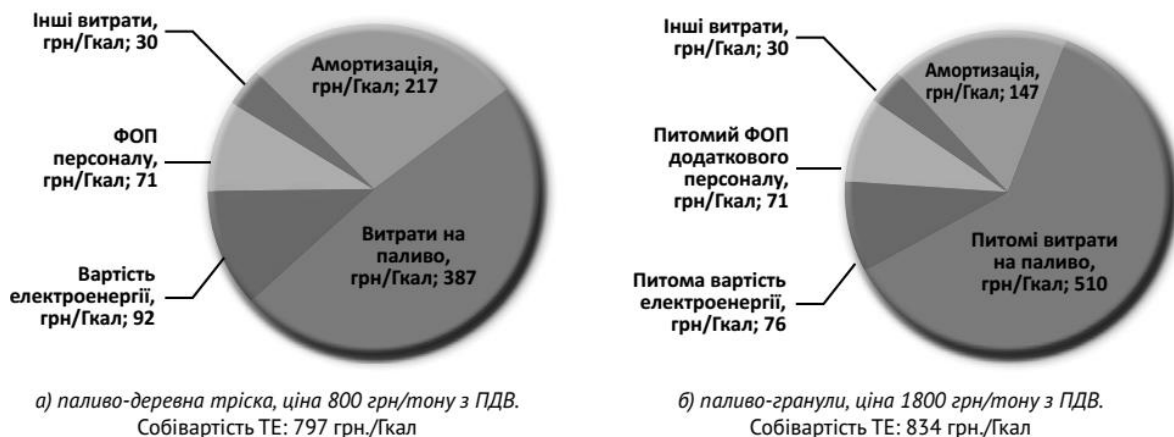


Рис. 3. Структура собівартості теплової енергії з БМ (деревна тріска, гранули)

Розширення практики використання рослинної біомаси у сфері виробництва теплової енергії необхідно розглядати як стратегічно важливий напрямок для досягнення енергетичної незалежності України та розбудови енергоефективної економіки, що відображає об'єктивні процеси, які відбуваються в енергетичному секторі України та світу, ґрунтуючись на екологічних, економічних та політичних чинниках.

В першу чергу, рослинна біомаса є екологічно чистим поновлювальним джерелом енергії, яке забезпечує нульовий баланс викидів CO₂ – основної причини глобального потепління та пов'язаних з ним екологічних та соціально-економічних потрясінь.

З економічної точки зору, безперечна перевага біомаси – її широке розповсюдження по всій території України. Доступність та здатність до щорічного швидкого відновлення потенціалу робить біомасу місцевим видом палива, використання якого в енергетичних цілях дозволить забезпечити регіони та окремі общини власними, стабільними та відносно дешевими джерелами енергії. Кошти, які раніше забирались з країни та йшли на поповнення бюджетів країн-постачальників традиційних видів палива, залишаться на місцях, ставши додатковим ресурсом розвитку регіональних економік.

Збільшення в паливно-енергетичному балансі частки власних джерел енергії дозволить знизити тиск на Україну з боку окремих держав-постачальників, які намагаються використовувати експорт енергетичних ресурсів для розширення свого політичного впливу та проведення економічної експансії.

З метою забезпечення енергетичної незалежності та зростання конкурентоздатності економіки, Національний план дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 р. передбачає, що біомаса має замінити до 7,2 млрд м³ природного газу на рік, з них 6,25 млрд м³ – в секторі теплопостачання.

За оцінками Біоенергетичної асоціації України, це потребуватиме збільшення теплогенеруючих потужностей у 4 рази: з 3 650 МВт у 2013 р. до 15 750 МВт у 2020 році.

Будучи аграрно-розвиненою країною, Україна має достатні можливості для досягнення поставлених задач та забезпечення відповідної кількості твердого біопалива, в першу чергу, за рахунок використання потенціалу біомаси сільськогосподарських культур та швидкозростаючих енергетичних культур.

1.12. Майбутнє галузі свинини за використанням матеріало- та енергоощадних технологій

*Шостя А.М., Усенко С.О., Павлова І.В.,
Цибенко В.Г., Слинко В.Г., Невідничий О.С.
Полтавська державна аграрна академія*

Серед пріоритетних напрямів державної політики в галузі сільськогосподарського виробництва є перехід на енергозберігаючі та матеріалоощадні енергоефективні системи виробництва продукції тваринництва.

У країнах із розвинутим свинарством актуальним є переорієнтування на виробництво продукції підвищеної харчової цінності, яка безперечно є високовартісною. Це вимагає кардинальних змін систем виробництва, що забезпечать маловитратність та високу якість свинини відповідно до соціального запиту суспільства. В основі даних технологій лежить зниження впливу виробництва на екосистеми. У цьому напрямі перспективними технологіями є утримання свиней в умовах максимально наближених до природних. Найчастіше це досягається за рахунок використання пасовищ, лісових ділянок та заплавлених луків, де поголів'я влітку утримується в невеличких хопках, а взимку – в легко споруджених солом'яних будиночках (рис. 1–4). Це дає можливість істотно знизити рівень стресового навантаження на тварин.

Проведені комплексні дослідження М.О. Мазаньком [103] свідчать, що використання різних пасовищ, при вирощуванні свиней, з метою отримання свинини підвищеної харчової цінності, є невід'ємною складовою, адже споживання зелених кормів сприяє підвищенню якості продукції свиначства, а також зниженню її собівартості. В цих умовах етологічна поведінка тварин характеризується рівномірною руховою активністю 30–40 % в межах світлового дня, а отримана свинина – підвищеною харчовою цінністю, зокрема, покращеними смаковими показниками і консистенцією вареного м'яса, витонченістю запаху та наваристістю бульйону. Використання таких технологій утримання свиней майже не потребує використання енергетичних ресурсів, значних витрат на обслуговування тварин та є мало матеріалоемким.

Пропонована модель виробництва продукції свиначства є розумною альтернативою інтенсивному сільськогосподарському виробництву, яке здійснює техногенний тиск на агроекосистеми та призводить до надходження шкідливих речовин у продукти харчування людини, погіршуючи імунну систему та викликаючи специфічні захворювання.

¹⁰³ Мазанько, М.О. Розробка технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності з застосуванням оощадних екологічно безпечних ресурсів : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.04 / Мазанько Микола Олександрович ; ІС і АПВ НААН. – Полтава, 2015. – 167 с.



**Рис. 1. Свиноматки миргородської породи з поросятами на пасовищі в ДП «ДГ ім. Декабристів»
Інституту свинарства і АПВ НААН**

Джерело: дані [104]



Рис. 2. Хопи для підсисних свиноматок з поросятами

Джерело: дані [104]



Рис. 3. Хопи для відгодівельного молодняку

Джерело: дані [104]

¹⁰⁴ Свинарство : монографія / за наук. редакцією В.М. Волощука. – Аграрна наука, 2014. – 592 с.



Рис. 4. Утримання молодняку свиней у солом'яних будиночках

Джерело: дані [103]

На сучасному етапі розвитку вітчизняного свинарства залишається актуальним використання новітніх ресурсозберігаючих технологій на основі системи «холодного» утримання тварин. В основу яких покладено перебування свиней в неопалюваних приміщеннях, що дає можливість суттєво знизити собівартість продукції за рахунок зменшення витрат енергетичних ресурсів. Дана система утримання свиней успішно використовується після реконструкції та модернізації наявних тваринницьких приміщень, або будівництва нових нематеріаломістких споруд – легких ангарів на основі використання несучих металоконструкцій та тентових покрівельних матеріалів (рис. 5). Це дозволяє скоротити витрати енергоносіїв на 20 %. Термін окупності таких споруд складає 2–3 роки, тоді як при будівництві капітальних будівель 5–7 років.



Рис. 5. Ангари для утримання поросят на відгодівлі в умовах Холдинг «Агро-Союз»

Джерело: дані [105]

Головною перевагою «холодного» утримання свиней є швидкість зведення споруд, малий термін окупності, економія на освітленні та опаленні. Витрати при використанні даної ресурсоощадної технології виробництва свинини становлять у %: газ – 1, оплата праці – 6, амортизація – 14, підстилка – 1, послуги автопарку – 9, корми – 66, електроенергія – 1 та ветеринарні препарати – 5 [106].

Свиней на дорощуванні та відгодівлі утримують в ангарах великими групами по 250–350 голів. Регулювання руху повітря здійснюють за рахунок вентиляційних отворів та тентових воріт, що піднімаються і опускаються для організації тунельного ефекту. Для організації годівлі з однієї сторони ангара розміщують бетонований майданчик з бункерною самогодівницею та напувалками.

Найбільш проблемною технологічною операцією завжди було видалення гною, оскільки це вимагало великих витрат ручної праці. При «холодному» утриманні підстилка разом з гноєм накопичується в ангарах впродовж всього циклу відгодівлі і може прибиратися грейферами з одночасним навантажуванням на транспортний засіб після закінчення відгодівлі певної групи тварин [107].

Одним, із вирішальних факторів у ефективності технології «холодного» утримання є використання глибокої підстилки, що сприяє підвищенню рентабельності свинарства і зниженню матеріальних витрат. Внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів в підстилці, змішаній з гноєм свиней, виділяється значна кількість тепла. В зимовий період у приміщенні температура сягає 10–15 °С.

До недоліків даної технології необхідно віднести: неможливість отримання опоросів та вирощування підсисних поросят у зимовий період; накопичення патогенної мікрофлори; необхідність використання великих обсягів підстилки та організації бетонного фундаменту для уникнення проникнення продуктів життєдіяльності тварин у ґрунтові води.

У світі переважна кількість свинини виробляється на підприємствах промислового типу, що дає можливість постійно задовольняти попит населення на даний вид продукції.

Одним із яскравих представників сучасного виробництва свинини із використанням енергоощадних технологій є німецька компанія «НАКА». Використовувані нею технології дозволяють виробляти свинину на 20–30 % дешевшу за українську. Використання згрупованих приміщень різних виробничих цехів сприяє суттєвій економії енергоресурсів на обігрів зовнішніх стін (рис. 6). Будівництво комплексу блокового типу порівняно із павільйонним зменшує вартість на 20–30 %. Утеплення фасадів приміщень з високим рівнем збереження тепла, оптимізована вентиляція з рекуперацією дає можливість істотно знизити витрати енергетичних ресурсів.

¹⁰⁶ Менькач С.О. Напрями вдосконалення виробництва продукції свинарства (стан питання) / С.О. Менькач // Зоотехнія. – 2013. – Т. 5, № 3-4. – С. 111–116.

¹⁰⁷ Скляр О.Г. Нові технології в проектуванні свинарських ферм і комплексів / О.Г. Скляр, Р.В. Скляр // Праці ТДАТУ. – Вип.10, Т.5 – С. 169–176.



Рис. 6. Вигляд свинарника, спорудженого компанією «НАКА» у Німеччині

Джерело: дані [108]

Промислове виробництво свинини щорічно залишає за собою кілька десятків мільйонів тонн біологічно-активних відходів у вигляді підстилки та рідкої фракції гною. Для утримання останніх необхідні різні системи сховищ, що негативно на впливає на екосистеми через вивільненням парникових газів: вуглекислого (CO_2), метану (CH_4), закису азоту (N_2O) – та шкідливих газів: аміаку (NH_3), окисів азоту, сірководню (H_2S) тощо.

Встановлено, що щогодини із вентиляційних шахт приміщень свиногомплексу на 12 тис. гол. надходить майже 6,05 кг пилу, до 14,4 кг аміаку, 83,4 млрд мікробних тіл [109].

Таким чином, системний пошук ефективних способів утилізації відходів тваринництва з метою захисту навколишнього середовища в сільській місцевості та зоні діяльності підприємств з виробництва свинини є актуальним, особливо в напрямку утилізації гнойових відходів та їх перетворення на біогаз і органічні добрива.

За даними Євросоюзу собівартість біогазу становить 20 євро, або 600 грн за 1000 м^3 , що на 30 % менше, ніж добування природного газу. Теплотворна здатність 1 м^3 біогазу складає 20–22 мДж, що дає можливість виробляти 1,6–2,3 кВт/год електроенергії [110]. Така економічна ефективність спонукає науковців та товаровиробників до пошуку шляхів максимального використання гнойових відходів для виробництва біогазу. Так, дослідженнями В.С. Козира, О.В. Сокрута, С.Є. Чернявського і Л.О. Тимченко встановлено, що із 1 т гною можливо отримати до 60 м^3

¹⁰⁸ Моноблок [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.haka-agrar.de>.

¹⁰⁹ Шевченко І.А. Сучасні аспекти утилізації гною свиней / І.А. Шевченко, О.О. Ляшенко // Прибуткове свинарство. – 2012. – № 5 (11). – С. 36–37.

¹¹⁰ Мазанько М.О. Біодобрива – шлях до виробництва органічної продукції / М.О. Мазанько, В.В. Ісаков // Свинарство. – 2015. – Вип. 67. – С. 26–29.

біогазу. При цьому прибутковість цього процесу зростає при введенні у реактор 3/4 зеленої маси кукурудзи та 1/4 – гною свиней [111].



Рис. 7. Біогазова станція компанії «Зорг Біогаз»

Джерело: дані [112]

Забезпечення відповідних умов мікроклімату в приміщеннях, де перебувають свині потребує значних витрат на електроенергію та обігрів, особливо в цехах із утримання підсисних поросят. Саме вироблений біогаз найчастіше використовується для обігріву приміщень де утримуються тварин, а також для створення оптимального режиму у метатенках під час ферментації відходів рослинництва та тваринництва (рис. 7). Однак перспективним є використання біогазу для вироблення теплової енергії та електроенергії за допомогою когенераційних біогазових станцій (рис. 8), де із 1 м³ біогазу отримують одночасно 2,2 кВтг електроенергії та 2,3 кВтг теплової енергії.



Рис. 8. Когенераційна станція компанії «Зорг Біогаз»

Джерело: дані [113]

¹¹¹ Козир В. С. Особливості використання різної сировини при виробництві біогазу / В.С. Козир, О.В. Сокрут, С.С. Чернявський, Л.О. Тимченко // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2013. – № 4. – С. 143–146.

¹¹² Зорг Биогаз АГ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zorg.ua/?lang=ru>.

Виробництво електроенергії таким шляхом для забезпечення власних потреб є істотно дешевшим відносно її придбання із центральних мереж. При цьому можна скористатися вигідними «зеленими тарифами» для електроенергії, виробленої з альтернативних джерел енергії.

На сучасному етапі підтримки розвитку відновлюваної енергетики в Україні діючий «зелений» тариф на електроенергію є вищим ніж у розвинених країн, складаючи – 12,39 євроцентів/кВт. Це може стати дієвим фактором у виробництві електроенергії із поновлюваних джерел енергії. Цей напрям є перспективним через щорічне накопичення на підприємствах із виробництва продукції свинарства і птахівництва більше 3 млн т органічних відходів сухої речовини, перероблення яких дозволить одержати біогаз еквівалентно до 8 млрд кВтг електроенергії [113]. Отже, коштовна утилізація агресивних відходів виробництва у галузі свинарства через біогазові установки дає можливість не тільки підприємствам скоротити обсяги закупівлі природного газу та електроенергії, але і отримувати органічні добрива вільні від насіння бур'янів.

За даними науковців Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН в Україні серед найуспішніших проектів із переробки гною є біогазова установка в ТОВ «Агро-Овен» (с. Єленівка Магдалинівського району Дніпропетровської області), що дає змогу отримати 3300 куб. м біогазу, 30 кВт теплової та 150 кВт електричної енергії на добу. Крім цього у ТОВ «Зорг Україна» споруджено і успішно працюють три біогазові установки потужністю 0,4–1,0 МВт електричної та теплової енергії [114].

Таким чином, наявні технології виробництва свинини в Україні є відповіддю на запит суспільства. Виробництво свинини підвищеної харчової цінності вимагає використання екологічно безпечних кормових ресурсів та створення безстресових умов утримання свиней, які максимально наближені до комфортних умов навколишнього середовища. Дані технології впливають мінімально на екосистеми, є енергоощадними та дозволяють використовувати додаткові площі несільськогосподарських угідь.

Виробництво продукції свинарства на основі використання «холодного» методу утримання у реконструйованих та ангарного типу приміщеннях є найбільш доцільним при утриманні ремонтного та відгодівельного поголів'я, коли потреба тварин до умов утримання є мінімальною. Проте тривале використання таких приміщень часто є малоперспективним через збільшення витрат на їх утримання та потребу у системах переробки гною для захисту довкілля.

¹¹³ Гуменюк О.Б. Виробництво біогазу – нова ринкова ніша для побудови високорентабельного бізнесу, складова розвитку енергетичної галузі України / О.Б. Гуменюк, Н.В. Семенюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 6. – С. 69–74.

¹¹⁴ Розробити механіко-технологічні засади та дослідити ефективність процесу виробництва біогазу з ферм ВРХ для умов західного регіону: звіт про НДР (інформаційний) / Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН ; кер. Є.Г. Войтенко. – 6 с.

Будівництво та введення в експлуатацію нових – матеріало- та енерговитратних промислових комплексів, в основі роботи яких лежить потоково-цехова система виробництва, дає змогу рівномірно забезпечувати потребу ринку у стандартизованій продукції свинарства. Проте широке впровадження сучасних технологій переробки відходів виробництва свинини на основі використання поновлюваних джерел енергії дає змогу суттєво зменшити собівартість виробленої продукції та знизити навантаження на прилеглі екосистеми. Розвиток даних технологій в Україні залежить від інвестиційного клімату та наявності дешевих довгострокових кредитних ресурсів.

РОЗДІЛ 2

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

2.1. Енергоефективні джерела світла для вирощування томатів в умовах закритого ґрунту

*Велит І.А., Ляшенко С.В.
Полтавська державна аграрна академія
Калініченко А.В.
Опольський університет (Польща)*

Підвищення продуктивності овочів в умовах закритого ґрунту одна з головних задач виробництва сільськогосподарської продукції. Одним з напрямків підвищення врожайності томатів при зниженні енергозатрат в умовах тепличного господарства є застосування ефективного опромінення рослин штучним світлом. Енергетичну ефективність опромінювальних систем для рослинництва можна досягти використанням високоефективних джерел світла зі спектральним складом випромінювання, який сприятливо впливає на біологічні процеси в рослинах. Оптимізація основних параметрів оптичного випромінювання при вирощуванні томатів – найважливіша задача досягнення їх рентабельного виробництва.

Формування структурно-функціональної організації фотосинтетичного апарату, спрямованість метаболічних реакцій і морфогенез рослин [115] залежить від інтенсивності та спектрального складу оптичного випромінювання. Енергетичний обмін потребує великої кількості пігментів, що поглинають значну частину випромінювання у фотосинтезно активній ділянці спектру. На відміну від енергетичного обміну, реакції фоторегулювання можуть здійснюватися за допомогою дуже малої кількості пігменту, що поглинає незначну частину падаючого світла. Тому велике значення має комплексна оцінка впливу оптичного випромінювання як окремих, так і різноманітних комбінацій спектральних ділянок фотосинтезно активної радіації (ФАР) [116] на фотосинтезну активність ценозів протягом усього вегетаційного періоду з використанням світлових режимів опромінення з тими спектральними й енергетичними характеристиками, що реально придатні для умов формування повноцінного врожаю [117].

¹¹⁵ Карначук Р.А. Влияние света на баланс фитогормонов и морфогенез в культуре ткани зародышей пшеницы / Р.А. Карначук, Е.С. Гвоздева // Физиология растений. – 1998. – Т. 45. – № 2. – С. 289–295.

¹¹⁶ Велит И.А. Влияние спектрального состава света на содержание хлорофилла в листьях томата / И.А. Велит, П.И. Бондарь, Т.В. Сахно, Г.М. Кожушко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – Т. 36, № 4. – С. 349–355.

¹¹⁷ Тихомиров А.А. Спектры действия и спектральная эффективность фотосинтеза растений тестовым (кратковременным) и длительным воздействием света / А.А. Тихомиров // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 26. – №4. – С. 352–359.

Одним із важливих фізіологічних показників стану рослин є вміст хлорофілу в листках рослин [118, 119]. Говорячи про значення пігментів у житті рослин, К.А. Тимірязєв писав: «По суті, що б не робив сільський хазяїн або лісівник, він насамперед робить хлорофіл і вже за посередництвом хлорофілу одержує зерно, волокно, деревину і т.д.» [120]. Ця думка К.А. Тимірязєва набуває особливого значення при вирощуванні рослин за допомогою штучного опромінення. У цьому випадку опромінення рослин зазвичай менше, ніж у природних умовах, тому утворення пігментів більшою мірою залежить від спектрального складу випромінювання. У свою чергу, вміст пігментів у листках в рамках відомих меж визначає поглинання ними енергетичного потоку й інтенсивність фотосинтезу. Фотосинтетичний апарат рослин реагує на різні світлові режими, адаптується і має свою активність [121, 122]. Ступінь стійкості рослин до дії світла різного спектрального складу визначається пігментним складом [118]. У рослині постійно відбувається як її біосинтез, так і руйнування. У більшості вищих рослин утворення хлорофілу відбувається на світлі. Роль світла в біосинтезі хлорофілу досліджено в роботах [119, 123].

У більшості вищих рослин утворення хлорофілу відбувається на світлі. Роль світла в біосинтезі хлорофілу досліджено в роботах [119, 123]. Утворення пігментів пов'язане з величиною фізіологічно активного опромінення. При опроміненні (до 20–25 Вт/м²) у ряду рослин максимум утворення хлорофілу відповідає випромінюванню в червоній частині спектра, а при – (30–70 Вт/м²) – у синій [124]. На думку Н.П. Воскресенської [118], утворення пігментів відбувається майже однаково під дією випромінювань як у синій, так і в червоній ділянках спектру. Вивчаючи вплив випромінювання різних ділянок спектра на утворення хлорофілу, дослідники не завжди порівнюють його з дією «білого» світла, тобто випромінювання, яке має однакову спектральну інтенсивність у межах усієї видимої ділянки спектра. Найбільша кількість хлорофілу утворюється при білому світлі і відповідно менше – при червоному, синьому і зеленому [125]. У роботі [126] автори встановили зв'язок продуктивності томатів і співвідношення вмісту хлорофілу *a/b*, вміст хлорофілу пов'язаний зі ступенем затінення рослин,

¹¹⁸ Воскресенская Н.П. Фотосинтез и спектральный состав света / Н.П. Воскресенская. – М. : Наука. – 1965. – 308 с.

¹¹⁹ Шлык А.А. Метаболизм хлорофилла в зеленом растении / А.А. Шлык. – Минск, 1965. – 396 с.

¹²⁰ Тимирязев К.А. Соч / К.А. Тимирязев. – М. – 1937. – Т. 2. – 220 с.

¹²¹ Бухов Н.Г. Действие низкоинтенсивного синего и красного света на содержание хлорофилла *a* и *b* и световые кривые фотосинтеза у листьев ячменя / Н.Г. Бухов, В.В. Бондар, И.С. Дроздова // Физиология растений. – 1998. – Т. 45. – № 4. – С. 507–512.

¹²² Ушакова С.А. Фотосинтез и дыхание растений, выращенных на красном и белом свете / С.А. Ушакова, А.А. Тихомиров, Э.К. Волкова, Е.Б. Алехина, Е.Н. Запоруева // Физиология растений. – 1997. – Т. 44. – № 3. – С. 367–37.

¹²³ Janes H.W. Alternative greenhouse tomato production: the rutgers single-cluster system / H.W. Janes // Am. Veget. Grower. – 1989. – V. 37, N 8. – P. 14–16.

¹²⁴ Шульгин И.А. Растение и солнце / И.А. Шульгин. – Л. : Гидрометиздат. – 1973. – 251 с.

¹²⁵ Леман В.Е. Курс светокультуры растений / В. Е. Леман. – М. : Высш. школа. – 1976. – 271 с.

¹²⁶ McAvoy R.J. Cumulative light effects on growth and flowering of tomato seedlings / R.J McAvoy, H.W. Janes // J. Am. Soc. Hortic. Sc. – 1990. – V. 115, N 1. – P. 119–122.

співвідношення вмісту a/v більше навесні, ніж восени. Інтенсивність світла і його спектральний склад є одними з багатьох чинників, які визначають не тільки врожайність, але й якість рослинницької продукції [127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134].

Дослідженнями щодо впливу освітленості на ріст і продуктивність томатів у залежності від розподілу світла [129, 130], періодів садіння в різних регіонах [118], термінів [131, 132], щільності садіння і дефоліації [133, 134] забезпеченості поживними речовинами [131], а також додаткового освітлення в період росту розсади [130], цвітіння [132], доведено, що за допомогою цих чинників можна оптимізувати фотосинтез в умовах світлокультури.

На формування врожаю овочевих культур впливає також рівень освітленості на перших етапах онтогенезу рослин [131]. Досліджуючи вплив освітленості при вирощуванні розсади томатів ранніх і пізніх термінів посіву [129], встановлено, що додаткове освітлення розсади томатів збільшує ранній збір урожаю: при ранніх термінах посіву він зріс на 36–55 %, при пізніх – на 47–100 %, що особливо важливо для північних районів.

Вивчення впливу монохроматичного світла на ріст розсади томатів сортів Etna F1, Zorza [129] засвідчено, що червоне світло інгібує ріст рослин сорту Etna F1 на 69,4 %, блакитне світло – на 27,2 %, сорту Zorza–червоне на 80,2 %, блакитне – 21,8 %. Жовте світло збільшує ріст рослин сорту Etna F1 на 14%, сорту Zorza – на 3,9 %, зелене – на 9,7 %, жовте – на 10,1 %, відповідно.

При дослідженні впливу оптичного випромінювання на рослини завжди необхідно враховувати, що у фізіологічних процесах (фотосинтез, утворення пігментів, ріст, фотоморфогенез) бере участь тільки та частина випромінювання, що поглинається рослинними тканинами.

Зелений листок у більшості сільськогосподарських рослин нагадує собою пластинку, площа якої в окремих випадках досягає десятків і сотень квадратних сантиметрів. Товщина листків сягає від кількох десятків до 200–300 мкм. У кожній листовій пластинці є повітряні

¹²⁷ Сарычев Г.С. Продуктивность ценозов огурцов и томатов в функции спектральных характеристик ОСУ / Г.С. Сарычев // Светотехника. – 2001. – № 2. – С. 27–31.

¹²⁸ Лычко Г.П. Влияние умов освітленості на врожайність і якість овочевої продукції в теплицах / Г.П. Лычко, Т. А. Набатова // ВСХИЗО – агропромислового комплексу. – М. – 1994. – С. 36–38.

¹²⁹ Glowacka B. Wplyw swiatla monochromatycznego na wzrost rozsady pomidorow / B. Glowacka // Owoce Warz.Kwiaty. – 2000. – R. 39, N 1. – S. 20.

¹³⁰ Janes H.W. Alternative greenhouse tomato production: the rutgers single-cluster system / H.W. Janes // Am. Veget. Grower. – 1989. – V. 37, N 8. – P. 14–16.

¹³¹ Masson J. Effects of nitrogen fertilization and HPS supplementary lighting on vegetable transplant production. 2. – Yield / J. Masson, N. Tremblay, A. Gosselin // J. Amer. Soc. Hort. Sc. – 1991. – V. 116, N 4. – P. 599–602.

¹³² McAvoy R.J. Cumulative light effects on growth and flowering of tomato seedlings / R.J. McAvoy, H.W. Janes // J. Am. Soc. Hortic. Sc. – 1990. – V. 115, N 1. – P. 119–122.

¹³³ Miszalski Z. Response of greenhouse tomato to increased plant densities and defoliation / Z. Miszalski, J. Mydlarz, A. Libik // Bull. Pol. Acad. Sc. – 1989. – V. 37, N 4/6. – P. 91–97.

¹³⁴ Tremblay N. Influence of supplementary lighting (NRS) on yield and mineral nutrition of tomato plants grown in hydroponic culture / N. Tremblay, M. Trudel, A. Gosselin // In: Proc. of the 8th Intern. Congr. on soilless culture. – 1984. – P. 697–703.

порожнини і різні органічні й неорганічні включення, які істотно впливають на поглинання листком енергетичного потоку окремих ділянок спектру. Умовно зелений листок можна розглядати як плоский світлофільтр, який пропускає і відбиває потік випромінювання за законами оптики. Однак на відміну від прозорих скляних світлофільтрів листок є мутним світлорозсіювачем середовища, що значно ускладнює вимір потоку випромінювання, що пропускається, відбиває і поглинається ним. Спектральні криві пропускання і відбиття енергетичного потоку листками більшості культур показали, що їхні спектральні властивості досить схожі. Як правило, максимум відбиття і пропускання випромінювання знаходиться в зоні зеленої частини спектру (550 нм). Поглинання має два максимуми: один у синьо-фіолетовій (440 нм), а другий – у червоній (близько 660 нм) ділянці спектру (рис. 1) [135].

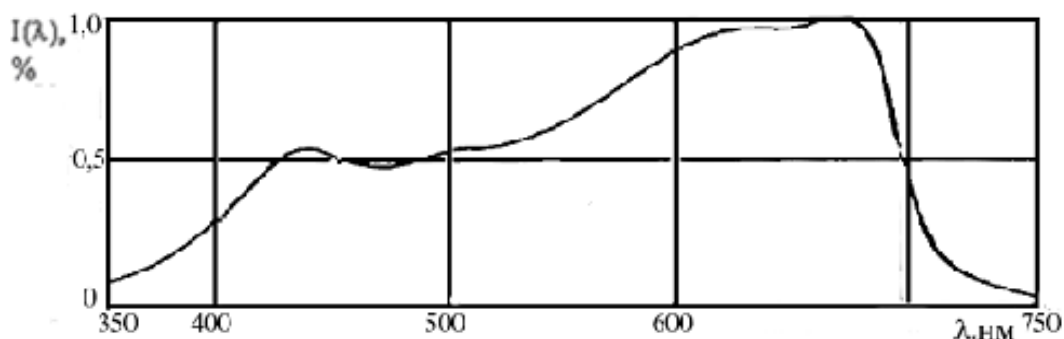


Рис. 1. Усереднений спектр поглинання ФАР листками різних видів рослин (61 вид)

Джерело: дані [135]

Оптичні властивості листків певною мірою залежать від кута падіння спрямованого випромінювання. При збільшенні кута падіння випромінювання з 30 до 70° коефіцієнт поглинання знижується на 8–10 % у блискучих і на 2–4 % – у матових листків, що пов'язано зі збільшенням коефіцієнта відбиття і зменшенням коефіцієнта пропускання. Вимір поглиненої листком енергії випромінювання – важка і ще далеко невирішена проблема. У міру старіння листка його здатність до поглинання енергетичного потоку зменшується.

Швидкість цього процесу у листя в різних умовах опромінення неоднакова, що особливо помітно при штучному опроміненні. Поглинання потоку випромінювання залежить від конструкції установок, які опромінюють, величини опромінення і спектрального складу випромінювання застосовуваних ламп, а також від анатомо-морфологічних і фізіологічних особливостей; воно досить різне у рослин різних видів, сортів і віку.

Рівень впливу «якості» світла на фотосинтез і ростові процеси

¹³⁵ Tazawa S. Effects of various radiant sources on plant growth / S. Tazawa // Pt 1// JARQ. – 1999. – V.33, N 3. – P. 163–176.

неоднакові. Швидкість фотосинтезу при вирощуванні рослин у червоній, зеленій або синій ділянках спектру змінюються на 25–30 %, а різниця в ростових процесах і накопиченні біомаси може становити 50–90 % [136].

На сьогоднішній день для світлокультури рослин застосовують широкий асортимент джерел світла: лампи розжарювання, розрядні лампи низького тиску, розрядні лампи високого тиску, кожне джерело має свій спектр випромінювання і по різному впливає на розвиток рослин. Це видно з робіт [137, 138].

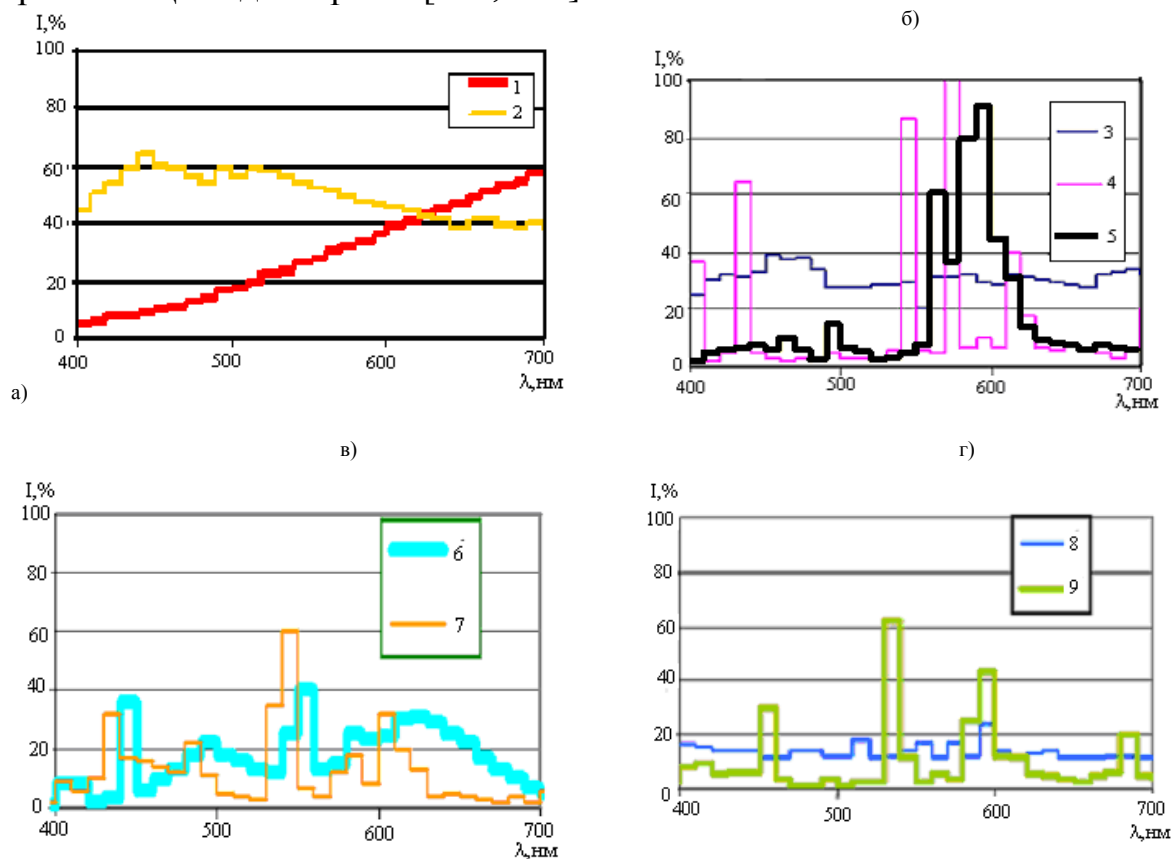


Рис. 2. Спектр випромінювання: а) – 1-лампи розжарювання, 2-денний; б) розрядні лампи: 3-ксенонова лампа, 4-ртутна лампа з люмінофорним покриттям на колбі, 5- натрієва лампа високого тиску; в) люмінесцентні лампи: 6-«білого» світла, 7-«денного» світла; г) металогалогенні лампи з добавками галогени дів: 8-Na, Sc, Th, 9-Na, Tl, In

Натрієві лампи високого тиску (НЛВТ) є найефективнішими джерелами світла. ККД для цих ламп в області ФАР досягає 27 %, що в 1,4–2 рази більше, ніж для люмінесцентних ламп низького тиску, в 2,2–2,5 рази більше ніж для різних ламп високого тиску типу ДРЛФ, та ксенонових ламп

¹³⁶ Протасова Н.Н. Спектральные характеристики источников света и особенности роста растений в условиях искусственного освещения / Н.Н. Протасова, Дж.М. Уеллс, М.В. Добровольский, Л.Н. Цоглин // Физиология растений. – 1990. – Т. 37, № 2. – С. 386–396.

¹³⁷ Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Ю.Б. Айзенберг. – М. : Энергоатомиздат. – 1995. – 427 с.

¹³⁸ Рохлин Г.Н. Разрядные источники света / Г.Н. Рохлин. – М. : Энергоатомизда. – 1991. – 720 с.

і в 7–8 разів більше за к.к.д. ламп розжарювання. Лампи дуже надійні (середній термін роботи перевищує 12000 годин), мають високу стабільність. Натрієві лампи випромінюють в основному в оранжево-жовтій області спектру. Спектри цих типів ламп приведено на рис. 2 г.

В спектрі суттєво недостає синьої та червоної складової випромінювання і це є головним недоліком цих ламп. Спектр випромінювання НЛВТ приведений на рис. 2б.

Для вибору обґрунтованих вимог до спектру випромінювання ламп необхідне проведення досліджень по впливу опромінення різних областей спектра на ріст і розвиток рослин. Такі дослідження проводилися для різних видів рослин: огірка, томата [139], редису, гороху, пшениці [140].

Як було показано [139] для світлокультури огірка краще випромінювання в діапазонах 500–600 нм і 600–700 нм.

Найкращі результати для промислової технології забезпечує спектральне співвідношення $E_c : E_z : E_k = (15-20)\% : (35-45)\% : (40-45)\%$. Істотно інші висновки про кращі спектри були отримані на ценозі томату [140]. При випромінюванні в області 600–700 нм продуктивність ценозу томата найвища. Випромінювання в діапазонах 400–500 і 500–600 нм, необхідно в незначних частках, забезпечуючи, очевидно, фотоморфологічні процеси в рослинах. Вимоги до кращих спектральних характеристик для світлокультури томата виглядають так: $E_c : E_z : E_k = (10-20)\% : (15-20)\% : (60-75)\%$ [140]. Також залишається нез'ясоване питання про вплив спектрального складу світла на рослини різних сортів одного виду.

У зв'язку з великою значимістю якісних характеристик світла для рослинництва в останній час підвищуються вимоги не тільки до світлової ефективності і довговічності, але і до спектрального складу штучних джерел світла.

Для використання НЛВТ у сільському господарстві необхідно оптимізувати спектральний склад випромінювання під конкретну світло культуру рослин і максимально підвищити променевий потік в цій області ФАР, причому особливої увагу заслуговують питання впливу різних добавок на спектральні характеристики та експлуатаційні параметри НЛВТ.

Відомі роботи [141, 142] щодо дослідження процесів в НЛВТ та з'ясування шляхів їх вдосконалення. В [138] проведено аналіз факторів, що впливають на параметри НЛВТ. Виходячи з того, що випромінювання НЛВТ в ІЧ-області спектру складає 32 %, а випромінювання D-дуплету Na-25%, підвищення можливе за рахунок

¹³⁹ Прикупец Л.Б. Оптимизация спектра излучения при выращивании овощей в условиях интенсивной светокультуры / Л.Б. Прикупец, А.А. Тихомиров // Светотехника. – 1992. – № 3. – С. 5–7.

¹⁴⁰ Лисовский Г.М. Экспериментальная оценка эффективности источников света в светокультуре растений / Г.М. Лисовский, Л.Б. Прикупец, Г.С. Сарычев, Ф.Я. Сидько, А.А. Тихомиров // Светотехника. – 1983. – № 4. – С. 7–9.

¹⁴¹ Велит И.А. Эксплуатационные характеристики высокоинтенсивных ламп с добавками цезия, калия, рубидия / И.А. Велит, Ю.П. Петренко, Г.М. Кожушко // Светотехника та електроенергетика. – 2004. – № 4. – С. 13–17.

¹⁴² Pichler G. UV, Visible and IR Spectrum of the Cs High Pressure Lamp / G. Pichler, V. Zivcec, R. Beuc, Z. Mrzljak, T. Ban, H. Skenderovic, K. Giinther and J. Liu. // Physica Scripta. – 2003. – Vol. TXX. – P. 1–3.

зменшення частки ІЧ-випромінювання, або за рахунок зменшення теплового потоку з відповідним перетворенням енергії в видиме випромінювання. Фактори, котрі впливають на перерозподіл енергії між складовими енергетичного балансу є діаметр розрядної трубки, температура її стінок і температура розряду. Взаємозв'язок цих факторів потребує їх оптимального вибору.

Досліджувались натрієві лампи високого тиску, які виготовлені на Полтавському заводі газорозрядних ламп. Лампи з розрядними трубками з полікристалічного окису алюмінію – зовнішній діаметр 8,9 мм, міжелектродна відстань – близько 85 мм, наповнювались 25 мг амальгами і ксеноном при холодному тиску близько 20 мм.рт.ст. Склад амальгами натрію з добавками: цезію (Hg-20%, Na-75%, Cs-5%), калію (Hg-20%, Na-79%, K-1%), рубідію (Hg-20%, Na-79%, Rb-1%).

Амальгами Na-Hg-Me були виготовлені з точністю дозування основних компонентів $\pm 0,5\%$. Для одержання амальгами використовувались натрій високої чистоти (ТУ-48-03-54-79) і ртуть марки Р-ООО. Вміст добавок в амальгамі був від 1 до 10 ат.%. Усього виготовлялося по 5 зразків ламп з амальгамою кожного складу. Для стабілізації електричних світлових параметрів лампи перед вимірами відпалювались протягом 100 ч. Вимірювання електричних і світлових параметрів виконувалась відповідно до вимог ГОСТу [143]. Похибка виміру електричних і світлових параметрів не перевищує 5%. Виміри спектральних характеристик проводили за допомогою спектрометра ИСП-51 із приймачем – ФЭУ-22 (чуттєвий у діапазоні 400–1200 нм), реєстрацію фотострумів – за допомогою потенціометра КСП-4 та цифрового вольтметра В7-27. Градування установки по спектральній чутливості проводилась за допомогою лампи СИРШ-8,5-200 вольфрамовою стрічкою.

Виміри параметрів ламп проводились при зміні потужності лампи $P_{\text{л}}$ від 250 до 600 Вт, перекриваючи діапазон традиційних для стандартних НЛВТ питомих потужностей ($P_1 = 40 \div 60$ Вт/см).

Об'єктом дослідження служили рослини томатів сорту Гібрид Тарасенко і Де Барао. Рослини опроміненні світлом ламп із різним спектральним складом випромінювання. Фотоперіод склав 16 годин. Рослини опромінювались протягом 28 днів. Як джерела світла були обрані натрієві лампи високого тиску з добавками цезію, а також для порівняння, натрієві лампи високого тиску ДНаТ400, ртутні лампи високого тиску з люмінофорним покриттям на колбі ДРЛФ400. Інтенсивність опромінення складала 120 Вт/м². Рівень опромінення визначали за методикою [144]. Вміст пігментів визначали спектрофотометричним методом [145] на фотометрі КФК-3МП. Всі

¹⁴³ ГОСТ17616-82. Лампы разрядные. Методы измерения электрических и световых параметров

¹⁴⁴ Тооминг Х.Г. Методика измерения фотосинтетически активной радиации / Х.Г. Тооминг, Б.И. Гуляев. – М. : Наука. – 1967. – 144 с.

¹⁴⁵ Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок. – К. : Наукова думка. – 1976. – 334 с.

експериментальні дані оброблені статистично [146]. Зразки листів досліджували на 22-ий день.

Натрієві лампи високого тиску мають світлову віддачу, термін роботи, стабільність за часом, екологічні переваги – одні з найкращих параметрів серед усіх джерел світла. Всі ці переваги натрієвих ламп високого тиску дають можливість використання цих джерел у тепличному господарстві. Але у НЛВТ 70 % видимого випромінювання цих ламп зосереджене в жовтогарячій та жовтій ділянках спектру. В спектрі суттєво не вистачає синього та червоного випромінювання, і це є головним недоліком цих ламп.

Поліпшення спектрального складу може бути досягнуто введенням у склад амальгами поліпшуючих добавок, тобто таких елементів, у яких потенціали іонізації не вище або хоча б близькі до ϕ_{Na} .

Такими елементами будуть лужні метали калій, рубідій, цезій ($\phi=1,39\div2,09\text{В}$). Досліджувались лампи з розрядними трубками діаметром 8,9 мм, міжелектродна відстань – 85 мм і складом амальгами натрію з добавками цезію (Hg-20%, Na-75%, Cs-5%), калію (Hg-20%, Na-79%, K-1%), рубідію (Hg-20%, Na-79%, Rb-1%).

В результаті проведених експериментів отримані наступні результати. Спектральний склад випромінювання ламп з добавками Cs, K, Rb має дещо меншу (в порівнянні зі стандартними натрієвими лампами високого тиску) в області 500–600 нм і значно більшу інтенсивність в червоній (600–700 нм) та ближній інфрачервоній областях (рис. 3).

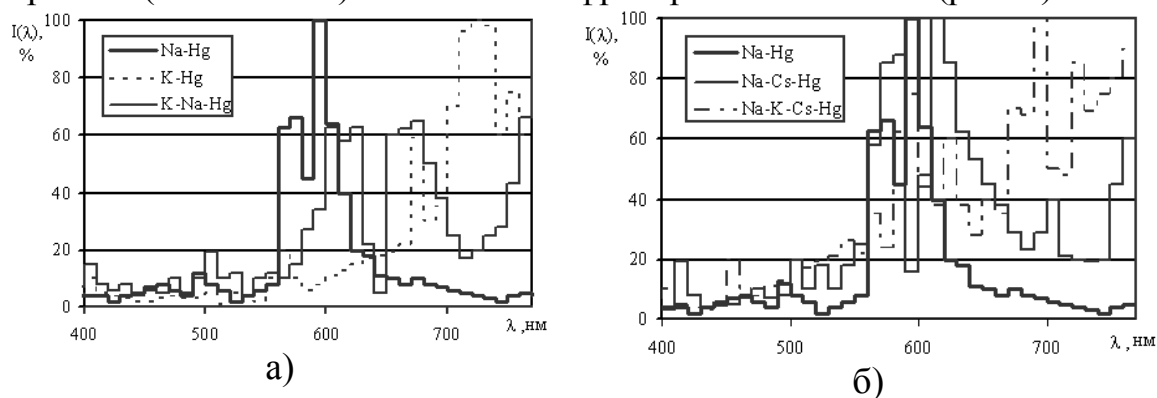


Рис. 3. Розподіл відносної спектральної енергії випромінювання ламп з різним наповненням:

а) Na-Hg, K-Hg, K-Na-Hg;

б) Na-Hg, Na-Cs-Hg, Na-K-Cs-Hg

Джерело: авторська розробка

У табл. 1 приведені дані про вміст хлорофілу і каротиноїдів (мкг/м сирої маси) у рослинах томата сортів Де Барао і Гібрид Тарасенка опромінених натрієвою лампою високого тиску потужністю 400 Вт, ртутною лампою високого тиску з люмінофорним покриттям на колбі потужністю 400 Вт, натрій-цезієвою лампою високого тиску потужністю 400 Вт.

¹⁴⁶ Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М. : Высшая школа. – 1990. – 352 с.

1. Вміст хлорофілу і каротиноїдів (мкг/г) у листках томатів сортів «Де Барао» і «Гібрид Тарасенка», опромінених натрієвою лампою високого тиску потужністю 400 Вт, ртутною лампою високого тиску з люмінофорним покриттям на колбі потужністю 400 Вт, натрій-цезієвою лампою високого тиску потужністю 400 Вт

Сорт томатів	«Де Барао»				«Гібрид Тарасенка»			
Тип лампи	ДНаТ 400	ДРЛФ 400	Na-Cs 400	Природ. осв.	ДНаТ 400	ДРЛФ 400	Na-Cs 400	Природ. осв.
День	22	22	22	22	22	22	22	22
Ca	740±34	681±34	1217±176	703±67	798±75	713±38	943±72	821±39
Cв	211±25	172±67	1213±258	250±84	299±53	227±77	341±58	240±46
Ca+Cв	951±27	853±65	243±351	953±34	1097±258	940±26	1284±137	1061±37
Cк	447±56	261±32	273±75	291±26	323±84	262±55	1034±246	280±75
Ca/Cв	3,5±0,41	3,9±0,22	1±0,48	2,8±0,65	2,7±0,38	3,1±0,67	2,8±0,52	3,4±0,46

Джерело: авторська розробка

Як видно з табл. 1 у 22-х денних рослин томатів сортів Де Барао і Гібрид Тарасенка сумарне співвідношення вмісту ($Ca+Cв$) хлорофілу a (Ca) та хлорофілу b ($Cв$) при опроміненні натрій-цезієвими лампами вище, ніж при – ДНаТ 400, ДРЛФ400- на 1479, 1577 мкг/м, і 187, 344 мкг/м, відповідно. Відношення вмісту хлорофілу a і b ($Ca/Cв$) при опроміненні лампами натрій-цезієвими лампами, ДНаТ400 і ДРЛФ400 сортів Де Барао і Гібрид Тарасенка збільшувалися на 22-й день за рахунок зміни (зменшення) хлорофілу b , стосовно хлорофілу a . У 22-х денних рослинах сорту Де Барао концентрація каротиноїдів ($Cк$) збільшувалась при опроміненні ДНаТ400 на 156 мкг/г. У сорті Гібрид Тарасенка $Cк$ змінювалося при опроміненні натрій-цезієвими лампами на 754 мкг/г, ДНаТ400-53 мкг/г.

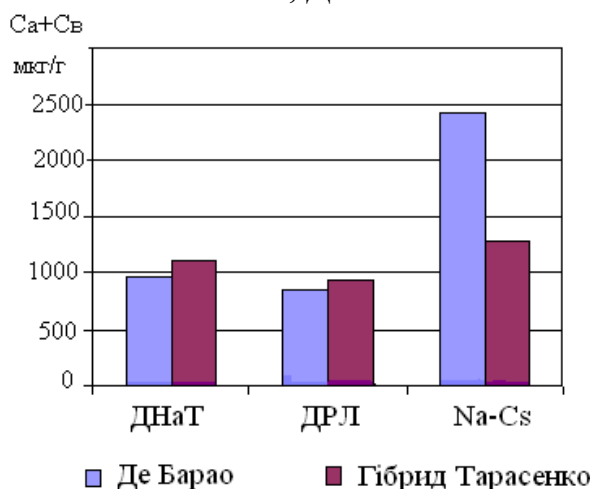


Рис. 4. Вміст пігментів у листках рослин томата сортів «Де Барао» і «Гібрид Тарасенка» при додатковому освітленні розрядними лампами високого тиску з добавками цезію, лампами ДНаТ, ДРЛФ

Джерело: авторська розробка

Наочніше представлена залежність вмісту пігментів у листках рослин томатів сортів «Де Барао» і «Гібрид Тарасенка» при освітленні розрядними лампами високого тиску на рис. 4.

Проаналізувавши ріст рослин при додатковому освітленні натрієвими лампами високого тиску з добавками цезію різного складу амальгам, представимо залежність ефективності освітлення рослин від складу амальгам (рис. 5).

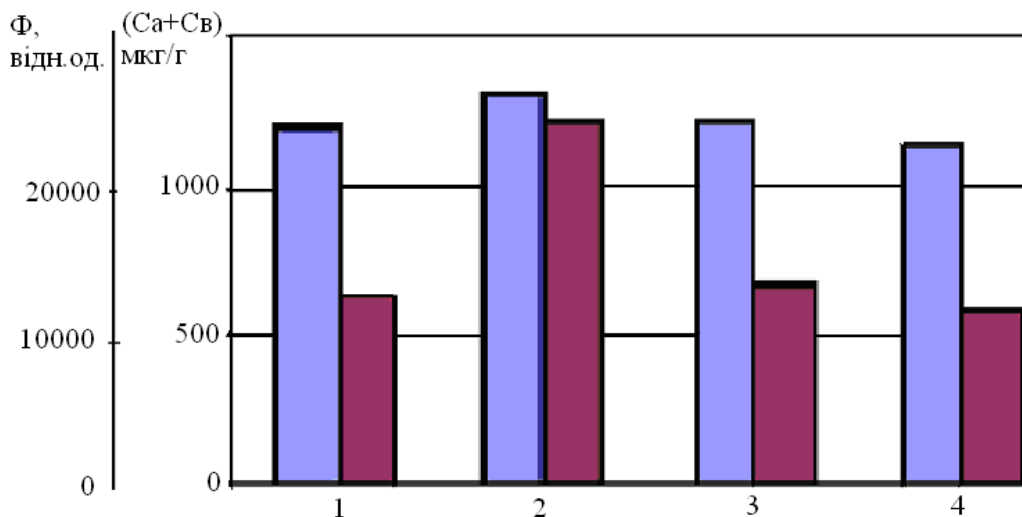


Рис. 5. Вміст пігментів у листках рослин томатів при опроміненні натрієвими лампами з різним наповненням:

1 – (20ат%Hg, 77ат.%Na, 3ат.%Cs20);

2 – (20ат%Hg, 75ат.%Na, 5ат.%Cs);

3 – (20ат%Hg, 73ат.%Na, 7ат.%Cs);

4 – (20ат%Hg, 70ат.%Na, 10ат.%Cs);

А – світловий потік випромінювання;

Б – сумарний вміст пігментів (Ca+Cb).

Джерело: авторська розробка

Вирощування рослин на перших етапах розвитку при опроміненні світлом з різним спектральним складом дало змогу встановити відмінності в реакціях рослин томатів сортів Де Барао і Гібрид Тарасенка на накопичення пігментів і їхнє співвідношення. Встановлено, що сумарний вміст хлорофілу і каротиноїдів у сортах томатів Де Барао і Гібрид Тарасенка при опроміненні натрієвою лампою високого тиску з добавками цезію є вищим в $1,4 \div 2,5$ рази, ніж при опроміненні ДРЛФ400 і ДНаТ400. Показано, що при додатковому освітленні високоінтенсивними розрядними лампами з добавками цезію, які мають склад амальгами (20ат%Hg, 75ат.%Na, 5ат.%Cs), вирощування рослин на перших етапах розвитку найбільш ефективне.

2.2. Використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості

Кобзиста І.Л.

Полтавська державна аграрна академія

Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії останнім часом стали одним із важливих критеріїв сталого розвитку світової спільноти. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання. Головними причинами такої уваги є очікуване вичерпання запасів органічних видів палива, різке зростання їх ціни, недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують світову спільноту.

До нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) відносять гідроелектростанції (великі, середні та малі), геотермальну, сонячну, фотоелектричну та теплову енергію, енергії припливів, хвиль океану, вітру, тверду біомасу, газу з біомаси, рідкі біопалива та відновлювані муніципальні відходи, а також теплову енергію, що «створюється» завдяки тепловим насосам, торф, шахтний метан та вторинні джерела енергії, такі як: скидне тепло, промислові відходи, тиск доменного газу та природного газу під час його транспортування.

На сьогодні частка НВДЕ у виробництві енергії у світі ще не є значною, але їх потенціал на кілька порядків перевищує рівень світового споживання паливно-енергетичних ресурсів. Темпи зростання обсягів виробництва енергії НВДЕ також значно перевищують аналогічні для традиційних видів енергії. Так, у найближчі 10 років, прогнозується щорічне зростання світових обсягів виробництва електроенергії традиційної електроенергетики на рівні 2,8 %, а електроенергії НВДЕ – 9,2 % [147].

В Україні також існує значний потенціал використання НВДЕ. З іншого боку, проблеми ефективності використання традиційних джерел енергії в Україні стоять ще гостріше, ніж у світі чи країнах ЄС. Причинами цього є застарілі технології, вичерпання ресурсів використання основних фондів генерації електроенергії і тепла, що разом з низькою ефективністю використання палива призводить до значних обсягів викидів шкідливих речовин. Значні втрати при транспортуванні, розподілі та використанні електроенергії і тепла, а також монопольна залежність від імпорту енергоносіїв ще більш ускладнюють ситуацію на енергетичних ринках країни.

Таким чином, Україна має нагальну потребу у переході до енергетично ефективних та екологічно чистих технологій, якими є, в тому числі, і НВДЕ. Але, незважаючи на декларативні заяви щодо

¹⁴⁷ Рожко А.О. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні / А.О. Рожко // Энергосбережение. – 2013. – № 2. – С.25–28.

усвідомлення цієї потреби з боку різних гілок влади та низку нормативно-законодавчих актів, які стосуються розвитку НВДЕ, – реальних кроків щодо впровадження НВДЕ зроблено досить мало. Частка НВДЕ в енергетичному балансі країни становить лише 7,2 % (6,4 % – позабалансові джерела енергії; 0,8 % – відновлювані джерела)

Змінити ситуацію можна шляхом проведення відповідної енергетичної політики, вдосконалення нормативно-правової бази та залучення інвестицій у розвиток НВДЕ. Звісно, що цей процес не є швидким, але задля забезпечення майбутнього економічного процвітання України, її гідного місця у Європейській спільноті потрібно вже сьогодні активізувати вирішення цієї актуальної проблеми [148].

Існують такі види альтернативних джерел енергії:

Вітроенергетика – галузь відновлюваної енергетики, яка спеціалізується на використанні кінетичної енергії вітру. Цей вид джерела енергії є непрямою формою сонячної енергії, і, тому, належить до відновлюваних джерел енергії. Зараз вітер використовується для видобутку електроенергії. Хоча ціна 1 кВт·год. видобутої з енергії вітру порівняно невисока – 4 центи – але всі проекти по будівництву нових вітряків зазвичай дуже повільно окупають себе.

Сонячна енергетика – використання сонячної енергії для отримання енергії в будь-якому зручному для її використання вигляді. Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії і в перспективі може стати екологічно чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів. Сьогодні для перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію існує дві можливості: використовувати сонячну енергію як джерело тепла для вироблення електроенергії традиційними способами (наприклад, за допомогою турбогенераторів) або ж безпосередньо перетворювати сонячну енергію в електричний струм в сонячних елементах. Сонячну енергію використовують також після її концентрації за допомогою дзеркал – для плавлення речовин, дистиляції води, нагріву, опалювання тощо.

Мала гідроенергетика є технологічно освоєним способом виробництва електроенергії, що має досить гарантований поновлюваний енергоресурс та найменшу собівартість виробництва електроенергії серед традиційних паливних і більшості нетрадиційних технологій її виробництва. Освоєння потенціалу малих річок з використанням малих та мікроГЕС допомагає вирішити проблему покращення енергозабезпечення споживачів. Найбільш ефективними є малі ГЕС, що створюються на існуючих гідротехнічних спорудах [149].

Біопаливо або біологічне паливо – органічні матеріали, такі як деревина, відходи та спирти, що використовуються для виробництва енергії. Офіційне визначення біопалива – будь-яке паливо мінімум з

¹⁴⁸ Паливно-енергетичні ресурси. Перспективи України // Новини та пріоритети енергетики. – 2012. – №1.

¹⁴⁹ Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні : практ. посіб. / за ред. Г. Гелетути. – К. : «Поліграф плюс», 2016. – 104 с.

80 % вмістом (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів, зібраних в межах десяти років перед виробництвом [150].

До біомаси входять не тільки рослинна органічна речовина (зернові культури, кукурудза, соняшник, відходи деревини), але й гній, газ звалищ. При цьому установки анаеробної переробки біомаси з отримання біогазу, тобто біогазові установки виконують також роль очисних споруд, бо переробляють органічні відходи у нейтральні мінеральні продукти. Якщо установки для використання вітрової, сонячної енергії є пасивно чистими, то біогазові установки є активно чистими, бо усувають екологічну небезпеку тих продуктів, які й використовують у якості джерела енергії. Наприклад, технологія метанового зброджування гною дозволяє отримувати біогаз і усуває бактеріальне, хімічне забруднення ґрунту, води, повітря, що відбувається у накопичувачах гною. При цьому виробляються високоякісні добрива, білково-вітамінні кормові добавки, тому вона є безвідходною.

Геотермальна енергія (природне тепло Землі), акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, за оцінкою вчених досягає 137 трлн т у. п., що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих. З усіх видів геотермальної енергії мають найкращі економічні показники гідрогеотермальні ресурси – термальні води, пароводяні суміші і природна пара.

В Україні прогностні експлуатаційні ресурси термальних вод за запасами тепла еквівалентні використанню близько 10 млн т у.п. на рік. Серед перспективних районів для пошуків і розвідки геотермальних ресурсів знаходиться Донецький басейн.

Після збільшення тарифів на «комуналку» прості українці, які живуть у сільській місцевості, почали використовувати для опалення дрова і біовідходи.

Відсутність і висока ціна російського газу поставили питання кожному про інший підхід до обігрівання наших помешкань.

У сільській місцевості є найкращим економічно вигідним варіантом – це перехід на опалення приватного будинку дровами чи вугіллям.

Вже сьогодні не менше 30 % сільського населення хочуть перейти на альтернативні джерела енергії, проте лише 10 % селян можуть це собі дозволити. Науковці проводили соціо-економічне дослідження і виявили, що населення не обізнане з альтернативними можливостями. Найбільше зацікавлені у переході до подібних новацій люди 25–48 років, а люди старшого віку залишаються консервативними.

Дуже важливою має бути підтримка держави, адже українці мають масово освоїти сучасне теплотехнічне обладнання й нові види палива для котлів. Ціна традиційних палив зростає завжди швидше, ніж ціни на

¹⁵⁰ Нікіторович О.В. Аналіз стану та перспектив розвитку малої гідроенергетики України / О.В. Нікіторович // 1-й Всеукраїнський з'їзд екологів : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Вінниця : ВНТУ, 2006.

сільськогосподарську продукцію, а це в першу чергу відбивається на селянах. Кожному слід проаналізувати ті ресурси, які є у найближчій місцевості. Паливом можуть бути відходи деревини чи соломи, меблеві виробництва мають свої відходи і купити їх можна за відносно прийнятними цінами. Варто звернути увагу на співвідношення (енергетичний еквівалент): 1 кг дизельного палива = 3 кг соломи, а це показує, що доступне нам тепло просто лежить під ногами.

Вибір котла повинен враховувати ефективне енергозабезпечення оселі, економне використання енергоресурсу, а не спалювання дров або брикетів тонами. ККД котлів старого зразка (зараз їх продовжують широко використовувати і в побутових приміщеннях, і на виробництвах) становить 45–55 %. А правильно підібрані та встановлені нові котли мають ККД до 92 %. Не слід ставити котел з великим запасом потужності, але й замалий буде недоцільним.

Ще до купівлі котла треба впевнитись, що зайвої площі і об'єму не гріємо. Якщо ретельний огляд і розрахунок показує інше, то найперше треба ліквідувати втрати тепла. Треба звертати увагу не лише на котли, а й на димарі. Сучасні димарі мають в рази кращу теплоізоляцію і характеристики тяги. Новий котел та димар заощадять власникові мінімум 25–30 % палива. А в домі буде тепло і затишно.

Тепловіддача котлів істотно залежить від якості та вологості сировини. Велика вологість дров перетворює котел на випарник води. Цей процес, досушування дров в котлі, відбувається за рахунок купленого палива. Тільки після виведення води з дров виробляється тепло для будинку. Гранули й брикети мають бути упакованими.

Не завжди потрібна дорога електроніка, яка складає до половини базової вартості самого котла. Купувати пристрої для опалення краще влітку, коли ціна є меншою, а асортимент – ширшим. Взимку ще й збільшується кількість некваліфікованих робітників та бригад, які можуть неякісно виконати роботи. Після встановлення котла треба слідкувати за чистотою як самого котла, так і димових каналів. Чищення треба проводити не рідше 1–2 разів за сезон. Дешеві антифризи в якості енергоносіїв не варто заливати, адже вони є досить агресивні, можуть за сезон-два вивести котел із ладу.

Котли масового виробництва, де виготовляється десятки тисяч котлів на рік, мають вищу якість, аніж ті, що збираються у маленьких цехах, бодай і з меншою ціною за виріб.

Сільські будинки (площа від 80 до 300 м²) найбільш доцільно опалювати піролізними або автоматичними котлами, останні працюють на паливних гранулах. Враховуючи неутепленість більшості будинків, приблизний розрахунок необхідної потужності котла розраховують досить просто – на кожні 100 кв. метрів будинку треба 10 кВт теплової потужності +20 % додатково. Таким чином, на будинок у 300 м² потрібен котел потужністю близько 36 кВт.

Кращим вибором є піролізний котел – газу, що виходять з димарів

піролізних котлів, є набагато безпечнішими для екології, відповідають діючим нормативам ЄС. Набувають популярності системи акумуляції тепла. Це дозволяє підвищити ефективність роботи котлів, що працюють за принципом піролізу, чи котлів-автоматів [151].

І ще одним альтернативним джерелом енергії на селі є встановлення сонячних батарей на будинках. Сонячні батареї, які використовуються сьогодні в якості джерела електроенергії, сьогодні вже не можна відносити до новітніх технологій.

Вперше вони знайшли застосування для енергопостачання космічних станцій більш ніж 40 років тому. Сьогодні вже можна сказати, що вони досить міцно увійшли в наш побут і стають джерелом «безоплатної» та екологічно чистої енергії. Сонце завжди буде посилати на землю млрд кіловат променистої енергії.

Відразу виникає питання, навіщо тоді будувати атомні та інші електростанції? Адже можна користуватися сонячною енергією. Однак застосування сонячних батарей в колишніх країнах СНД вельми обмежена.

І цьому є дуже багато об'єктивних причин.

У чому перевага і ефективність таких батарей?

Незважаючи на відносно низький ККД, сонячні батареї є найбільш ефективними джерелами електрики серед існуючих альтернативних джерел живлення.

Однак, зважаючи на досить високій вартості на сьогоднішній день сонячної батареї і її залежності від примх природи, їх в основному використовують не як основне джерело харчування, а лише як додатковий.

В ясний сонячний день з 1-го метра квадратного площі сонячної батареї цілком реально можна зняти до 120Вт потужності. Як бачимо, цього не вистачить навіть для роботи звичайного комп'ютера.

Саме тому з метою отримання більшої потужності сонячні панелі необхідно об'єднати в міні електростанції.

Як стверджують фахівці, з сонячними батареями площею 10 м² можна отримати вже більш, ніж 1 кВт енергії. Вже така панель забезпечить роботу не тільки комп'ютера, але і телевізора, і декількох лампочок.

Враховуючи вище сказане, для приміщення, де проживає сім'я з 3–4 осіб, споживана потужність в місяць складе 200–300 кВт, а площі сонячних панелей, в 20 м² може виявитися цілком достатньою в світле року і світлий час дня. Однак установка батарей з такою площею складе близько 5 тис. дол. США.

На сьогодні найефективніше сонячні панелі працюють на систему гарячого водопостачання. Параметри системи ГВС і режим її експлуатації дозволяють підтримувати роботу геліосистеми на

¹⁵¹ Чирва О. Відновлювальна енергетика – наш шанс вижити / О. Чирва // Аграрний тиждень. – 2007. – № 16–17. – С. 8.

максимальній продуктивності. Буває, звичайно, і контур підігрівання басейну, але тут вже інші масштаби.

Другим важливим моментом є періодичність використання системи, споживаючої тепло. Так, система опалювання хоч і є сезонним споживачем тепла, але працює вона взимку постійно, і у баків-акумуляторів геліосистеми немає можливості перезарядитися. Система гарячого водопостачання має періодичне використання, в перервах між яким баки можуть відновити свій тепловий заряд. Крім того, споживання гарячої води – цілорічне.

Є ще один контур, гідний уваги для розгляду, – «тепла» підлога. Максимальнодопустима температура теплоносія в ній – 55°, отже, зворотка з підлог приходить близько 30–40 °С. До того ж потужність «теплої» підлоги зазвичай невелика. Але цей контур, як і контур опалювання, взимку працює постійно. Тут доводиться або встановлювати більше сонячних панелей, або передбачати дозувальну автоматику, що включає нагрів систем від основного котла на час перезарядки баків-акумуляторів [152].

Таким чином, зважаючи на конструктивну складність використання геліосистем для різних контурів, ми дійшли висновку, що найефективнішим буде використання сонячної енергії для нагріву води на потреби системи ГВС.

Селяни Маневицького району Волинської області (с. Велика Осниця, Мала Осниця та Копилля) вже використовують 8 самотужки виготовлених сонячних колекторів для побутових потреб. Навіть у холодну цьогорічну зиму в сонячні дні 100-літровий котел нагрівався до температури 60°C за годину. Сам резервуар із водою при цьому зберігає воду теплою ще кілька годин після того, як сонце вже зникає. Подібна практика поширена в Одеській області – у місцевих умовах 200-літровий котел за годину нагрівається до температури 70 °С [153]. Простота конструкції дозволяє виготовляти подібні котли без особливих проблем, оскільки для цього потрібні лише скло, лист металу та відповідні труби загальною вартістю близько 3 тис. грн. Принцип роботи такого агрегату полягає в тому, що сонце нагріває металеву бляху під склом, яка пофарбована спеціальною фарбою для кращого нагрівання, а ця бляха нагріває трубки зі спеціальною рідиною. Вага такого 100-літрового колектора – близько 100 кг [154]. Проте, як не дивно, але практика свідчить, що поки що в Україні більше шансів на розвиток має саме крупна сонячна енергетика.

«Зелений тариф» в Україні є вельми привабливий – 042-046 євро/кВт·год, що в 1,5 рази більше, ніж у Німеччині [155]. Очевидно, що

¹⁵² Ратушняк Г.С. Енергозбереження в сільськогосподарській біоконверсії : навч. посіб. / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула. – Вінниця. – ВНТУ, 2006. – 83 с.

¹⁵³ Куць В. Замість дров – сонце! / В. Куць // Експрес. – 2014. – 29 березня.

¹⁵⁴ Адаменко О. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії : монографія / О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів. – Івано-Франківськ : ІМЕ, 2001. – 432 с.

¹⁵⁵ Ясинчук Л. Ставка на сонце / Л. Ясинчук // Експрес. – 2011. – 31 березня–7 квітня.

тут вирішальну роль відіграють зовсім не чинники, що визначають економічну доцільність прийняття рішень. За великими сонячно-енергетичними проектами стоїть якесь лобі. Тому попри те, що вартість сонячного кіловата установленної потужності в кілька разів вища, аніж у вітроенергетиці, і сонячна енергетика у нас залишається найдорожчою, сонячний сегмент в Україні розвивається таки швидше, ніж, наприклад, вітроенергетичний. У цілому пряма сонячна енергія в Україні використовується наразі в дуже обмежених обсягах. За окремими оцінками, загальна площа сонячних колекторів, установлених в Україні, складає близько 10 тис. м², а встановлена потужність – 5–8 МВт·год [156].

Незважаючи на відносну «вічність» і гігантський потенціал сонячної енергії, її застосування стримується певними чинниками. Усі проблеми використання альтернативних джерел енергії, у тому числі й доступної сонячної енергії, в енергетиці пов'язані з першими двома законами термодинаміки: їх технічно доступні ресурси є занадто малі (перший закон) і занадто «розбавлені» (другий закон), тоді як «промислова енергетика» вимагає локальної концентрації великої кількості енергії [157].

Отже, незворотне виснаження світових вуглеводневих запасів, зростаюча ціна на енергоносії, проблеми екологічного забруднення навколишнього середовища змушують більшість розвинених країн формувати свої енергетичні стратегії, спрямовані на розвиток альтернативної енергетики.

В умовах зростаючої енергетичної залежності України від російських енергетичних постачань та постійного підвищення цін на енергоносії, енергоємна національна економіка, що розвивається, зазнає значних втрат, що призводить до зниження рівня виробництва та гальмування соціально-економічного розвитку. Тож питання зниження енергозалежності через формування ефективної програми енергозбереження та розвитку альтернативної енергетики України слід віднести до стратегічно важливих, які потребують нагального вирішення.

Важливу проблему з енергозбереження частково можна вирішити якщо люди у сільській місцевості будуть переходити на альтернативні джерела енергії, адже у приватних будинках є найбільша можливість з їх рішення. Головними альтернативними джерелами являються такі, як перехід на дров'яне чи вугільне опалення, а також встановлення сонячних батарей [158].

¹⁵⁶ Технологічні процеси галузей промисловості: навч. посіб. / Д.М. Колотило, А.Т. Соколовський, С.В. Гарбуз; За наук. ред. Д.М. Колотила, А.Т. Соколовського. – К. : КНЕУ, 2003. – 380 с.

¹⁵⁷ Цивенкова Н.М. Альтернативні джерела енергії: чи врятують вони Україну від енергетичної залежності та екологічної катастрофи? / Н.М. Цивенкова, О.О. Самилін // Вісник ДАЕУ. – 2010. – № 1. – С. 374–382.

¹⁵⁸ Гелетука Г.Г. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Г.Г. Гелетука, Т.А. Желєзна // Пром. теплотехніка. – 2017. – Т. 39, №2. – С. 60–63.

2.3. Сутність категорій «енергія» та «енергетична ефективність» в рослинництві

Калініченко О.В.

Полтавська державна аграрна академія

Введення категорій «енергія» та «енергетична ефективність» в різні галузі науки та практичної діяльності дає уявлення про усі явища природи та економічної системи як єдиного цілого.

Грецькою мовою слово «енергія» (ἐνέργεια) означає «внутрішня робота». Термін «енергія» почав використовуватися понад 100 років тому, витіснивши терміни «жива сила» («vis viva») чи просто «сила». Вперше новий термін ввів у своїх працях Т. Юнг у 1807 р. відносно до виразу «жива сила». На протязі наступних десятиліть видатні фізики того часу Р. Майер, Г. Гельмгольц, Ж. Понселе, В. Томсон, Т. Юнг, Г. Кориоліс, Дж. Джоуль та інші по-різному трактували поняття «енергія», наближаючись до сучасного розуміння енергії, енергетичних процесів [159, с. 126].

Енергія не тільки зберігається, але й перетворюється, і для якісно різних форм руху має місце специфічна міра. Під «енергією тіла» чи «системи тіл» розуміють кінцеву, однозначну та безперервну функцію стану, яка визначається сукупністю фізичних властивостей тіла чи системи тіл (взаємним розміщенням та швидкостями частин системи). При цьому безкінечно малим змінам етапу системи мають відповідати безкінечно малі зміни її енергії [159, с. 126].

Закон збереження та перетворення енергії був відкритий у 1845–1848 рр. незалежно один від одного Р. Майером, Дж. Джоулем та Г. Гельмгольцем. Менш узагальнено та менш доказово закон збереження був також сформульований датським інженером Л.А. Кольдінгом. Основна ідея закону, котра полягає в тому, що для всіх процесів в системі тіл має місце збереження величини, яка є мірою взаємодії та руху довільного виду, була висловлена ще в 20–30-х роках ХІХ ст. С. Карно та М. Фарадеєм. Перетворення різних форм руху, наявність загальної міри їх доводили, що є і внутрішня єдність між різними процесами. Збереження енергії при довільних процесах в системі необхідно пов'язувати з тим, що зміни енергії, які мають місце при переході системи з одного (початкового) стану в інший (кінцевий), залежать тільки від цих станів, але не від шляху (способу) переходу, що може розглядатися як інше формулювання закону [159, с. 126].

У фізиці поняття «енергія» введено для загальної міри різноманітних форм руху матерії. Понад сто років тому був установлений фундаментальний закон фізики – закон збереження енергії, згідно з яким енергія не може зникнути чи з'явитися з нічого, вона може

¹⁵⁹ Коваленко М.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М.П. Коваленко, С.П. Денесюк. – К. : УЕЗ, 1998 – 506 с.

лише переходити з одного виду в інший. Теорія відносності А. Ейнштейна є розвитком уявлень І. Ньютона про простір, час та тяжіння. А. Ейнштейн установив взаємоперетворення енергії та маси, розширив рамки закону збереження енергії. Тепер цей закон формулюється в загальному випадку як закон збереження енергії та маси. Так, зменшення маси тіла чи системи тіл на 1 г призводить до виділення $9 \cdot 10^{13}$ Дж енергії, що еквівалентно теплотворній здатності 3000 т умовного палива [159, с. 127].

У термодинаміці поняття «енергія», «тепло» й «робота» є характеристиками того самого явища – руху матерії в різних її формах, величина якого згідно із законом збереження матерії й енергії за перетворення останньої в нову форму не змінюється [160, с. 26].

Поняття «енергія» у біосфері має багатоаспектний характер (табл. 1).

Первинним джерелом енергії є Сонце. Але безпосередньо сонячні промені нездатні нагріти будь-який об'єкт на поверхні Землі до високої температури. Сконцентрованість (потужність) сонячної енергії, що доходить до поверхні Землі, в середньому, не перевищує кВт/м². Коефіцієнт корисної дії сонячної енергії, яка надходить на фотосинтез вуглеводу (глюкози) у листя чи траву рослини, не перевищує 1 %, а в деревину – лише 0,1 % [160, с. 29].

Отже, сонячна енергія, сконцентровуючись у вищій енергетично якісній формі міжатомного зв'язку в деревині, втрачає 99,9 % первинної енергії, розсіюючи її ще в менш якісній формі. У свою чергу, в процесі карбонізації біологічна маса – деревина, втрачаючи половину сконцентрованої сонячної енергії, вже з коефіцієнтом 0,5, перетворює залишок енергії ще у більш концентровану її форму в мінеральних складових вугілля [160, с. 29].

Подальший напрямок процесу підвищення сконцентрованості сонячної енергії у вугіллі чи будь-яких похідних рослинної біомаси, що їх використовує сучасна економіка як енергоносії (торф, вугілля, нафта, газ), – це конверсія (взаємоперетворення) їх внутрішньої енергії (питомої теплоти згоряння) в механічну роботу (енергію) парових турбін, двигунів внутрішнього згоряння чи у найвищу форму енергії – електричну (чверть від енергії вугілля). При цьому інтегрований коефіцієнт конверсії сонячної енергії в електричну становитиме 0,000125 (0,0125 %), отже, втрачено – 99,9875 %, але сконцентрованість її збільшилась у 8000 разів. Для отримання 1 Дж електричної енергії витрачається 8000 Дж сонячної [160, с. 29–30; 161, с. 218].

¹⁶⁰ Технологічні процеси галузей промисловості: навч. посіб. / Д.М. Колотило, А.Т. Соколовський, С.В. Гарбуз; За наук. ред. Д.М. Колотила, А.Т. Соколовського. – К. : КНЕУ, 2003. – 380 с.

¹⁶¹ Колотило Д.М. Екологія і економіка : навч. посіб. / Д.М. Колотило. – К. : КНЕУ, 1999. – 368 с.

1. Класифікація основних законів трансформації енергії у біосфері

Закон	Характеристика
Односпрямованість потоку енергії	Енергія, яку одержує екосистема і яка засвоюється продуцентами, розсіюється, або разом з їх біомасою необоротно передається консументам першого, другого, третього та інших порядків, а потім редуцентам, що супроводжується втратою певної кількості енергії на кожному трофічному рівні в результаті процесів, які супроводжують дихання
Максимізація енергії	У конкуренції з іншими системами зберігається та з них, яка найбільше сприяє надходженню енергії та інформації й найефективніше використовує максимальну їх кількість
Максимум біогенної енергії	Будь-яка біологічна та «біонедосконала» система з біотою, що перебуває у стані «стійкої нерівноваги» (динамічно рухливої рівноваги з довкіллям), збільшує, розвиваючись, свій вплив на середовище. Тобто, виживають ті види, які збільшують біогенну геохімічну енергію
Внутрішня динамічна рівновага	Енергія, речовина, інформація та динамічні якості окремих природних систем, їх ієрархії настільки пов'язані між собою, що будь-яка зміна одного з чинників (наприклад, маси) зумовлює зміну інших. При цьому зберігається сукупна якість природної системи, оскільки під час зміни елементів природного середовища розвиваються ланцюгові реакції, які намагаються нейтралізувати ці зміни. Як наслідок, штучне зростання енергетичного потенціалу (як економічної характеристики великої екосистеми) обмежується термодинамічною стійкістю природних систем
Оптимальності	Ніяка система не може звужуватися або розширюватися до безкінечності, оскільки ніякий цілісний організм не може перевищити певні критичні розміри, що забезпечують підтримку його енергетики
Піраміди енергії	З одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший переходить, в середньому, не більше 10 % енергії
Толерантності	Лімітуючим чинником процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає міра чутливості (толерантності) організму до даного чинника; тобто будь-який надлишок енергії чи речовини забруднює її
Зменшення енерговіддачі у природокористуванні	У процесі одержання з природних систем корисної продукції з часом (в історичному аспекті) на її виготовлення, у середньому, витрачається більше енергії (зростають питомі енерговитрати в розрахунку на одну людину)
Обмеженість природних ресурсів	Усі природні ресурси в умовах Землі вичерпні

Джерело: узагальнено автором за даними [162, с. 15–17; 163, с. 75–78; 164, с. 5]

¹⁶² Голицын Г.А. Гармония алгебра живого / Г.А. Голицын, В.М. Петров. – М. : Знание, 1990. – 129 с.

¹⁶³ Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О. Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй. – К. : Либідь, 1993. – 304 с.

¹⁶⁴ Гришко В.В. Енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління) / В.В. Гришко, В.І. Перебийніс, В.М. Рабштина. – Полтава : ВАТ «Видавництво «Полтава», 1996. – 280 с.

Вимірником якості енергії може бути сонячний еквівалент:

$$K_c = \frac{E_c}{E_k}, \quad (1)$$

де K_c – коефіцієнт якості енергії, сонячних еквівалентів; E_c – сонячна енергія, яка надійшла на конверсію, Дж; E_k – енергія, отримана в процесі прямої чи послідовної конверсії сонячної енергії, Дж [160, с. 30; 164, с. 219].

Іншою, більш практичною характеристикою якості енергії, може бути еквівалент умовного палива (у. п.):

$$K_n = \frac{K_c}{K_{c.у.п}}, \quad (2)$$

де K_n – ступінь концентрації енергії у данному виді палива відносно її концентрації в умовному паливі, у. п.; K_c – сонячний еквівалент даного виду (форми) енергії, Дж; $K_{c.у.п.}$ – сонячний еквівалент умовного палива, Дж [160, с. 30].

Питома теплота згоряння умовного палива (так, як і якісного вугілля) становить 29,3 МДж/кг, а його сонячний еквівалент – 2000, звідки на утворення 1 кг вугілля витрачається $29,3 \text{ МДж} \cdot 2000 = 5860 \text{ МДж} = 5,86 \text{ ГДж}$ сонячної енергії [160, с. 30].

Значення еквівалентів K_c і K_n для різних видів енергоносіїв наведено в табл. 2.

2. Коефіцієнти якості енергії (еквіваленти) і конверсії (взаємоперетворення)

Тип енергоносія	Сонячний еквівалент	Еквівалент умовного палива	Коефіцієнт технічної конверсії
Сонячне світло	1	0,0005	в електричну – до 0,1
Рослинна маса (дрова)	1000	0,5	
Викопне паливо			
Вугілля, нафта, газ (на умовне паливо)	2000	1	у теплову – до 0,6 у механічну – до 0,4 в електричну – до 0,5
Механічна енергія			
Потік падаючої води, приплив, вітру	6000	3	в електричну – 0,97
Електроенергія	8000	4	у механічну – 0,99

Джерело: узагальнено автором за даними [160, с. 31; 164, с. 219].

Рослинництво є єдиною галуззю сільського господарства, в якій відбувається процес генерування, розподілу та споживання енергії, уречевленої в чинниках виробництва.

З енергетичної точки зору рослинництво є сукупністю енергетичних факторів, головними серед яких виступають антропогенна енергія, сонячна енергія та енергетичний потенціал ґрунту. При цьому провідна роль відводиться саме антропогенному фактору [165, с. 38].

У процесі засвоєння поживних речовин та сонячної енергії рослини синтезують біомасу – новий енергоносіє, який може бути вихідним

¹⁶⁵ Коврига В.В. Споживання паливно-енергетичних ресурсів у сільськогосподарських підприємствах / В.В. Коврига // Економіка АПК. – 2002. – № 1. – С. 34–41.

джерелом біологічної енергії (корми, органічні добрива, насіння тощо), теплової енергії (дрова, солома, рослинні рештки тощо), матеріалом для виробництва енергоресурсів (біогаз, метиловий та етиловий спирт). Частка сонячної енергії у загальному енергобалансі рільництва складає близько 97 % [166, с. 40].

За своїми біологічними особливостями різні види рослин мають неоднакову здатність засвоювати кінетичну енергію сонця і мають різну енергетичну цінність.

Показник, який характеризує ефективність використання сонячної енергії рослинами, – фотосинтетична сонячна радіація (ФАР) – це енергія червоної ділянки спектра сонячного випромінювання з довжиною хвилі 0,65–0,75 мкм, що поглинається пігментами хлорофілу. ФАР, що бере участь у фотосинтезі, становить близько 40 % і варіює в широтах України від 38,5 до 41 % загальної сонячної енергії [167, с. 12].

Енергію ФАР, що надходить до посівів визначають:

$$E_{\text{ФАР}} = \frac{E_{\text{ФАР.вп}} \alpha T_{\text{вп}}}{T_{\text{вп}}}, \quad (3)$$

де $E_{\text{ФАР}}$ – енергія ФАР, що надходить до посівів, МДж/га; $E_{\text{ФАР.вп}}$ – енергія ФАР за вегетативний період ($\geq 10^\circ\text{C}$) – 1441,4, ($\geq + 5^\circ\text{C}$) – 1634,1 МДж/га; α – поправочний коефіцієнт на крутизну й експозицію схилу (для схилів західної і східної експозиції з нахилом до 5° суми радіації практично дорівнюють сумам на горизонтальну поверхню); $T_{\text{вп}}$ – вегетаційний період, дні; $T_{\text{вп}}$ – період вегетації сільськогосподарської культури, дні [167, с. 12].

Коефіцієнт використання ФАР:

$$K_{\text{ФАР}} = E_{\text{в}} \frac{100}{E_{\text{ФАР}}}, \quad (4)$$

де $K_{\text{ФАР}}$ – коефіцієнт використання ФАР, %; $E_{\text{в}}$ – енерговміст урожаю, МДж/га; $E_{\text{ФАР}}$ – енергія ФАР за вегетаційний період, МДж/га [167, с. 13].

У врожаї сільськогосподарських культур накопичену енергію визначають таким чином:

$$E_{\text{в}} = B_{\text{оп}} \cdot E_{\text{в оп}} \cdot 100 + B_{\text{пн}} \cdot E_{\text{в пн}} \cdot 100, \quad (5)$$

де $E_{\text{в}}$ – енерговміст урожаю, МДж/га; $E_{\text{в оп}}$ – питомий енерговміст урожаю основної продукції, МДж/кг; $E_{\text{в пн}}$ – питомий енерговміст урожаю побічної продукції, МДж/кг; $B_{\text{оп}}$ – урожай основної продукції, ц/га; $B_{\text{пн}}$ – урожай побічної продукції, ц/га [167, с. 28].

Для визначення кількості зосередженої у рослинній біомасі енергії може використовуватись вимірник «кормова одиниця». Для розрахунку за цим показником усі складові урожаю переводяться в кормові одиниці

¹⁶⁶ Панус О.В. Модель затрат энергии в сельскохозяйственном производстве / О.В. Панус // Экономика сельского хозяйства. – 1983. – № 12. – С. 37 – 40.

¹⁶⁷ Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково-методичне забезпечення) / [Ю.О. Тараріко, О.Ю. Несмашна, О.М. Бердніков, Л.Д. Глущенко, Г.І. Личук та ін.]. – К. : Аграрна наука, 2005. – 200 с.

(1 кг вівса), які перемножуються на енергетичний еквівалент 1 кг вівса:

$$E_v = (B_{оп} \cdot K_{к.од.} + B_{пп} \cdot K_{к.од.}) E_{к.од.}, \quad (6)$$

де $B_{оп}$ – урожай основної продукції, ц/га; $K_{к.од.}$ – коефіцієнт перерахунку в кормові одиниці; $B_{пп}$ – урожай побічної продукції, ц/га; $E_{к.од.}$ – енерговміст кормової одиниці, Дж [167, с. 30].

У процесі виробництва сільськогосподарських культур енергія живої праці, поновлювана (природна) та непоновлювальна (штучна) енергії трансформуються в енергію, що акумулюється в продукції рослинництва (рис. 1).



Рис. 1. Класифікація видів енергії в процесі виробництва продукції рослинництва

Джерело: авторська розробка

Енергетична оцінка є надійною методологічною базою при порівняльній оцінці ефективності використання природних ресурсів, енергетичних витрат та отриманої енергетичної цінності різних видів сільськогосподарської продукції. Вона дозволяє розробляти науково обґрунтовані, ресурсо- та енергозберігаючі технології з раціональним використанням природних ресурсів, а також порівнювати альтернативи їх застосування.

Енергетична оцінка сільськогосподарського виробництва, на відміну від вартісної, дає можливість визначати результативність здійснених витрат незалежно від кон'юнктури ринку та інфляції.

Енергетична оцінка виробництва продукції рослинництва проводиться для визначення ступеня використання засобів виробництва, сонячної радіації, ґрунтово-кліматичних умов та інших чинників, що впливають на урожайність сільськогосподарських культур, дозволяє встановити екологічно допустимі межі енергонавантаження на одиницю земельної площі.

Виробництво продукції рослинництва визначається на основі енергетичних еквівалентів, що дає змогу всі види праці й матеріально-технічні засоби (техніку – у кілограмах маси, живу працю – людино-годинах, витрати палива – у кілограмах, використання електроенергії – у кіловат-годинах, заробітну плату – у гривнях) привести до єдиного показника – джоуля, і за допомогою нього визначити активну частину кожного елемента, фактора родючості у технологічному процесі, його вклад у формування врожаю [168, с. 81–82].

Енергетичний еквівалент прямих витрат – це енергія, що виділяється при згорянні одиниці маси або обсягу енергоносія, і енергія, витрачена на видобуток, переробку та транспортування цієї одиниці маси або обсягу.

Енергетичний еквівалент непрямих витрат – це енергія, витрачена на всіх етапах виробництва, переробки, транспортування, зберігання одиниці кожного виду витрат на відтворення оборотних та основних засобів.

Енергетичний еквівалент в розрахунку на 1 люд.-год. праці поєднують прямі витрати енергії (витрати праці) і витрати енергії на соціально-побутові та навчальні комплекси. Вони диференціюються професіональними групами працівників.

Використання енергетичних еквівалентів потребує постійного уточнення, – враховувати сучасні вітчизняні й зарубіжні технології та засоби виробництва.

У сільськогосподарському виробництві категорія «енергетичної ефективності» відображає співвідношення між обсягом виробництва сільськогосподарської продукції, що відповідає чинним стандартам якості, та величиною сукупних витрат енергії за умови дотримання вимог щодо охорони навколишнього середовища.

¹⁶⁸ Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П. І. Іваненко. – К. : Урожай, 1988. – 208 с.

Енергетична ефективність в рослинництві досягається шляхом оптимізації сукупних витрат енергії у розрахунку на одиницю продукції рослинництва без погіршення якості за найменшого негативного впливу на навколишнє середовище.

Рівні енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва дозволяють оцінити раціональне використання природного і ресурсного потенціалу галузі рослинництва на рівнях аграрного підприємства, району, області.

При цьому слід розрізняти наступні рівні енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва:

1) неефективний – накопичення сукупної енергії в продукції рослинництва у кількості, що не перевищує рівень сукупних енергетичних витрат на виробництво;

2) низький – накопичення сукупної енергії в продукції рослинництва у кількості, що дорівнює або незначною мірою перевищує рівень сукупних енергетичних витрат на виробництво;

3) середній – накопичення сукупної енергії в продукції рослинництва у кількості, що перевищує рівень сукупних енергетичних витрат на виробництво;

4) високий – накопичення сукупної енергії в продукції рослинництва у кількості, що значно перевищує рівень сукупних енергетичних витрат на виробництво (рис. 2).

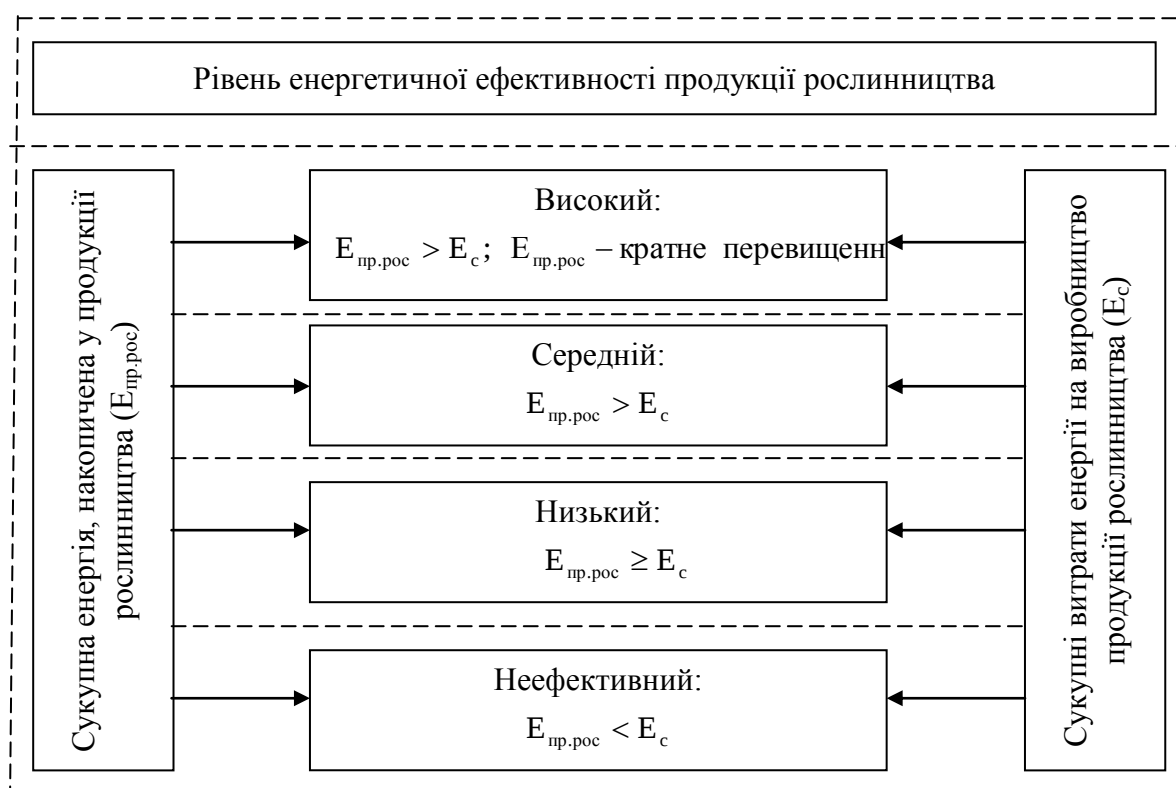


Рис. 2. Класифікація рівнів енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва

Джерело: авторська розробка

Найбільш широко використовуваним показником, за яким визначають рівень енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва, є енергомісткість. Вона характеризує відношення сукупних витрат енергії на виробництво продукції рослинництва до валової продукції рослинництва. Тобто величина енергомісткості відображає ступінь раціональності використання сукупних витрат енергії у процесі створення валової продукції рослинництва.

Підгалузі рослинництва мають значні відмінності у рівні енергомісткості. Зумовлено це їх технологічними особливостями, які мають вирішальний вплив на використання засобів і предметів праці та енергетичну ефективність виробництва продукції. Серед вказаних особливостей слід виділити наступні групи: 1) біокліматичні умови; 2) рівень розвитку технологій виробництва; 3) технічне забезпечення; 4) організаційно-економічні чинники.

Для оцінки рівня енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва пропонується використовувати систему показників, які характеризують об'єкт, технологічний процес та кінцеву сільськогосподарську продукцію: прямі енергетичні витрати; непрямі енергетичні витрати; сукупні енергетичні витрати; сукупна енергія, накопичена в продукції рослинництва; енергетичний прибуток виробництва продукції рослинництва; енергетична рентабельність продукції рослинництва; коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва; енергомісткість виробництва продукції рослинництва; енерговіддача виробництва продукції рослинництва [169, с. 154].

Проведена енергетична оцінка технологій виробництва основних сільськогосподарських культур (зона Лісостепу) свідчить, що найвищий вміст енергії в продукції мають цукрові буряки – 127871,1 МДж/га, озима пшениця – 107194 МДж/га, кукурудза на зерно – 106206,9 МДж/га, ячмінь – 82456,9 МДж/га, горох – 70931 МДж/га, соняшник – 53339,4 МДж/га, гречка – 50120,7 МДж/га, конюшина на зелений корм – 23056,1 МДж/га, люцерна на сіно – 16372,5 МДж/га. Крім того, сільськогосподарські культури мають різні сукупні витрати енергії. Так, величина сукупних енергетичних витрат на виробництво цукрових буряків становить 44203,5 МДж/га, озимої пшениці – 34456,4 МДж/га, гороху – 21709,7 МДж/га, на виробництво соняшнику та ячменю – 20349,9 МДж/га і 16386,3 МДж/га відповідно. Виробництво гречки та кукурудзи на зерно – 14208,5 МДж/га і 13705 МДж/га. Конюшина на зелений корм та люцерна на сіно мають найменший показник питомих енергетичних витрат – 9390,7 і 4468,6 МДж/га відповідно.

Найбільший енергетичний прибуток може бути отриманий у результаті виробництва кукурудзи на зерно – 92501,9 МДж/га, цукрових буряків – 83667,6 МДж/га, озимої пшениці – 72737,6 МДж/га та ячменю – 66070,6 МДж/га.

¹⁶⁹ Калініченко О.В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва / О.В. Калініченко // Облік і фінанси. – 2016. – №2 (72) – С. 150–155.

Високого рівня енергетичної ефективності ($K_{ee} = 3,53-7,75$) можливо досягти при виробництві кукурудзи на зерно, ячменю, люцерни на сіно та гречки. А також гороху, озимої пшениці, цукрових буряків та соняшнику ($K_{ee} = 2,62-3,27$). Середній рівень енергетичної ефективності ($K_{ee} = 2,46$) досягається у результаті виробництва конюшини на зелений корм. Порогове значення енергетичної доцільності досягається, коли коефіцієнт енергетичної ефективності дорівнює або перевищує 1,0.

Найбільш енергомістким є виробництво люцерни на сіно та конюшини на зелений корм – 8,71 і 7,04 МДж/грн (енерговіддача 0,11 та 0,14 грн/МДж) відповідно. При виробництві озимої пшениці, гороху та ячменю – 5,16, 5,11 і 3,44 МДж/грн (0,19, 0,2 та 0,29 грн/МДж), соняшнику та цукрових буряків – 2,39 і 2,26 МДж/грн (0,42 та 0,44 грн/МДж) відповідно. Найменш енергомісткими є кукурудза на зерно та гречка – 1,83 і 1,32 МДж/грн (0,55 та 0,76 грн/МДж) відповідно.

Таким чином, енергія – це узагальнена міра руху матерії. Вона є не об'єктом чи явищем, а лише його характеристикою. Енергія не виникає та не зникає з нічого, а лише переходить з однієї форми до іншої (перетворюється). Поняття «енергія» пов'язує всі явища природи та економічної системи. Первинним джерелом енергії всього живого і людської діяльності є Сонце. Енергію можна виробляти, передавати, споживати, а також вимірювати її кількість.

2.4. Сучасні тенденції створення і роботи молочарських кооперативів в Україні

Махмудов Х.З., Махмудова І.В.

Полтавська державна аграрна академія

У нашій державі, понад 80 % молока виробляється в особистих селянських господарствах, для більшості яких молоко є постійним джерелом доходів. Але, чимала кількість селян мають складнощі з його реалізацією. Ринок молока та молочної продукції характеризується досить нестабільною ціновою ситуацією. Закупівельні ціни на молоко мають великий діапазон коливань впродовж року. Зазвичай, молоко дешевшає у весняно-літній період та дорожчає з осені.

Основні аспекти розбудови обслуговуючих кооперативів аграрного ринку України, зокрема, реалізації молока та молокопродуктів розглянуті у працях В. Зіновчука, М. Маліка, С. Васильчак та ін. Проте, питання, що пов'язані розвитком сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів молочного напрямку висвітлено в недостатній мірі.

На існуючих продовольчих ринках продаж молока потребує додаткових затрат коштів та часу, і саме тому для більшості не є привабливим. Існуюча мережа заготівельних пунктів, як правило, не має свого постійного обладнаного приміщення, закупівля продукції часто

проводиться з коліс і за низькими цінами. Це призводить до того, що селяни або реалізують власну продукцію комерційним структурам, не доотримуючи значну частку коштів від її реальної вартості, або залишають її у своїх особистих господарствах.

Також ще однією ринковою особливістю є суттєва різниця між цінами придбання молока у населення та сільськогосподарських підприємств. В основі формування таких цін є якість продукції. Більшість сировини, яка надходить на молокопереробні підприємства від великотоварних виробників є вищого та першого ґатунку, від господарств населення – другого ґатунку.

Одним із засобів покращання заготівельно-збутової інфраструктури на дрібнотоварному ринку є створення молочарських кооперативів.

Молочарська кооперація має не тільки сприяти підвищенню, збереженню якості продукції та просуванню її на ринку, а й стати основою для покращання добробуту сільського населення [170].

На селі характерна ознака сучасного стану економічних відносин це відсутність активних учасників з протилежними інтересами і досконалої конкуренції, при тому, особливості ринку такі, що він може ефективно розвиватися тільки в умовах вільного конкурентного середовища. У такій ситуації суть проблеми зводиться до демонополізації аграрного ринку та представленням на арені нових учасників з протилежними інтересами, які б при цьому сприяли розвитку цивілізованої конкуренції. Організовані товаровиробниками обслуговуючі кооперативи, як свідчить кооперативний досвід, можуть стати ними.

Як показують дослідження, можливі три основних напрями розвитку молочарської галузі [171]:

1. Застійний (перший варіант), як результат неефективної державної політики в аграрному секторі економіки, яка призвела до зниження виробничого потенціалу тваринницької та молочарської галузі. Тенденції деградаційних процесів на селі.

2. Ліберальний (другий варіант) – більш простий і прийнятний з точки зору економії бюджетних ресурсів держави. Великий бізнес має достатньо коштів, щоб у короткий термін відновити виробничий потенціал молочарської галузі. Селянина буде остаточно відлучено від власності, він втратить перспективи для своєї діяльності, а процеси руйнації села стануть незворотними.

3. Соціально-спрямований (третій варіант) найбільш затратний, але прийнятний з точки зору держави, щодо вирішення цілої низки економічних і соціальних проблем, та комплексного розвитку сільських територій. Він дає сільському жителю шанс стати реальним господарем

¹⁷⁰ Кернасюк Ю. Молочний сектор: реалії і перспективи [Електронний ресурс] / Ю. Кернасюк // Агробізнес Сьогодні. – 2015. – Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichniy-gektar/2805-molochnyi-sektor-realii-i-perspektivy.html>.

¹⁷¹ Цимбал В.О. Удосконалення виробничих відносин у сільськогосподарських обслуговуючих кооперативах / В.О. Цимбал // Економіка АПК. – 2004. – № 3. – С. 84–90.

на своїй землі, власником майна і доходів, бути повноцінним учасником ринкового середовища. Його інтерес тісно переплітатиметься з інтересами сільської громади і сприятиме її розвитку.

Саме розвиток кооперативів може бути порятунком для села, де більшість населення фактично не має роботи, бо найдешевшим способом пом'якшення (а в перспективі і вирішення) кричущих соціальних проблем українського села є саме сприяння самозайнятості населення. Це питання залишається актуальним, навіть зараз, коли на території країни ведуться воєнні дії.

Що ж до молочарської кооперації, то її актуальність набуває зараз навіть особливого значення, і на те є дві причини [172]:

1. У Верховній Раді 12.12.2014 р. було зареєстровано законопроект № 1368 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо поліпшення умов для ведення сільського господарства», у п'ятому розділі законопроекту пропонувалося внести зміни до Закону України «Про молоко та молочні продукти». Зокрема, стаття 9-1 фактично забороняє здійснювати закупівлю молока в обслуговуючих кооперативів.

2. У 2015 р. змінюються правила державної підтримки виробників молока. Поточний державний бюджет не передбачав виплату дотацій на кожен кілограм проданого молока за рахунок повернення ПДВ. Само по собі це матиме негативний вплив на сектор, але причини такого стану справ є зрозумілими усім. Відміна дотацій усуває одне з обмежень для розвитку кооперативів. Дотації на кілограм проданого молока виплачувалися лише сільськогосподарським товаровиробникам. Обслуговуючий кооператив не є товаровиробником, тому не міг отримувати цих дотацій. Це суттєво обмежувало можливості кооперативу, змушувало його вдаватися до різних обхідних схем. Зараз, коли із припиненням виплати дотацій кооперативи фактично отримали рівні можливості з іншими операторами ринку сирого молока, справа ніби може зрушити з мертвої точки (якщо, звичайно, не вступить у дію стаття 9-1 згаданого законопроекту). Наразі частину першу дев'ятої статті виключено.

Зазвичай, сільське господарство вважається економічно ефективним, коли рослинництво і тваринництво економічно ефективно розвиваються. Високий рівень врожаїв зернових культур протягом останніх років дають право пишатись галуззю рослинництва і тваринництво, зокрема не дуже радісні результати демонструє молочний напрям. Зрозуміло, для цього є поважні причини.

Переламним для країни став перехідний період з часу проголошення незалежності України: грошей мало, інфляція, ці причини змусили шукати різні шляхи фінансування. Насправді, інвестори і досі побоюються вкладати гроші у довгострокові проекти, навіть з'явилося поняття «довгі гроші».

¹⁷² Проект «Розвиток агрофінансування в Україні». Молочарська кооперація: бути чи ні? [Електронний ресурс] / АВМ. – 2015. – Режим доступу : <http://avm-ua.org/uk/post/molocarska-kooperacia-buti-ci-ni?milkua=1>.

Становище держави погіршувалось з кожним роком, відтак, худобу просто вирізали: з 1991 по 2013 рр. поголів'я корів у сільгосппідприємствах скоротилося майже в 11 разів. В одноосібних господарствах ця тенденція була не досить суттєвою. Очевидні причини цього явища: для селян це був єдиний засіб виживання. Не дивно, що на сьогодні приватний сектор виробляє молока більше, ніж агропідприємства. Хоча досі залишається відкритим питання його якості.

В Україні для відродження фермерства було створено проект «Розвиток молочного бізнесу в Україні», який об'єднав 5000 малих та середніх молочних виробників у мережу фермерів, підприємців, кооперативів та кооперативних об'єднань. Здебільшого у чотирьох регіонах: у Дніпропетровській, Херсонській, Львівській, Івано-Франківській областях.

Даний проект спрямований на вирішення усіх питань і труднощів, які стоять перед малими та середніми виробниками молока шляхом створення та посилення наявних кооперативів, що пропонують послуги, які необхідні для ефективної системи молочного виробництва [173].

Ці послуги базуються на зборі та ринковій дистрибуції молока, постачанні господарствам засобів виробництва, зокрема, господарських товарів та добрив, виробництва високоякісних кормів.

Важливим аспектом успішного тваринництва вважається якісна заготівля кормів для худоби. Надої та високоякісне молоко можна отримати лише за умови кормів найвищої якості, а тут необхідно брати за основу науково збалансовані раціони годівлі. Дійна корова за добу з'їдає приблизно 70 кг кормів. До раціону входять сінаж, соковиті корми, фуражні зернові (овес, ячмінь, пшениця), біодобавки і вітаміни.

Молочарські заготівельно-збутові кооперативи створюються селянами – власниками особистих селянських господарств. Членами кооперативу є, як правило, фізичні особи, які утримують у своїх господарствах корів і займаються виробництвом молока. Частину виробленого молока селяни використовують для власних потреб, а решту – продають переробним підприємствам або іншим споживачам. Селяни, які не утримують молочних корів і не виробляють молока, не можуть бути членами такого кооперативу [174].

Досліджувалося, що молочарські кооперативи необхідно створювати на території сільських рад з недостатньою наявністю або відсутністю стаціонарних заготівельних пунктів молокопереробних підприємств, з чисельністю в особистих селянських господарствах не менше 200 корів. При цьому ініціатива щодо створення молочарських кооперативів має надходити, безпосередньо, від самих виробників молока. Варто уникати найбільш поширених помилок у процесі організації молочарського кооперативу:

¹⁷³ Самаріна І. Сімейні ферми та молочні кооперативи: прибуток і заможність селян [Електронний ресурс] / І. Самаріна // Агробізнес Сьогодні. – 2014. – Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/regionalnyi-vymir/2408-simeini-fermy-ta-molochni-kooperatyvy-prybutok-i-zamozhnist-selian.html>.

¹⁷⁴ Про сільськогосподарську кооперацію : Закон України від 03.10.1997 р. № 469/97-вр // Відомості Верховної Ради України. – 1997. – № 39. – Ст. 261.

1. Утворювати ініціативні групи, члени яких мають відмінні виробничі інтереси та фінансове становище

2. Занадто обмежувати цілі кооперативу або прагнути здійснення широкого спектру видів діяльності.

Молочарський кооператив є повноправним суб'єктом ринку молока та молочної продукції. Тому одним із його першочергових завдань є визначення споживчого сектору та рівня підготовки продукції до продажу [175].

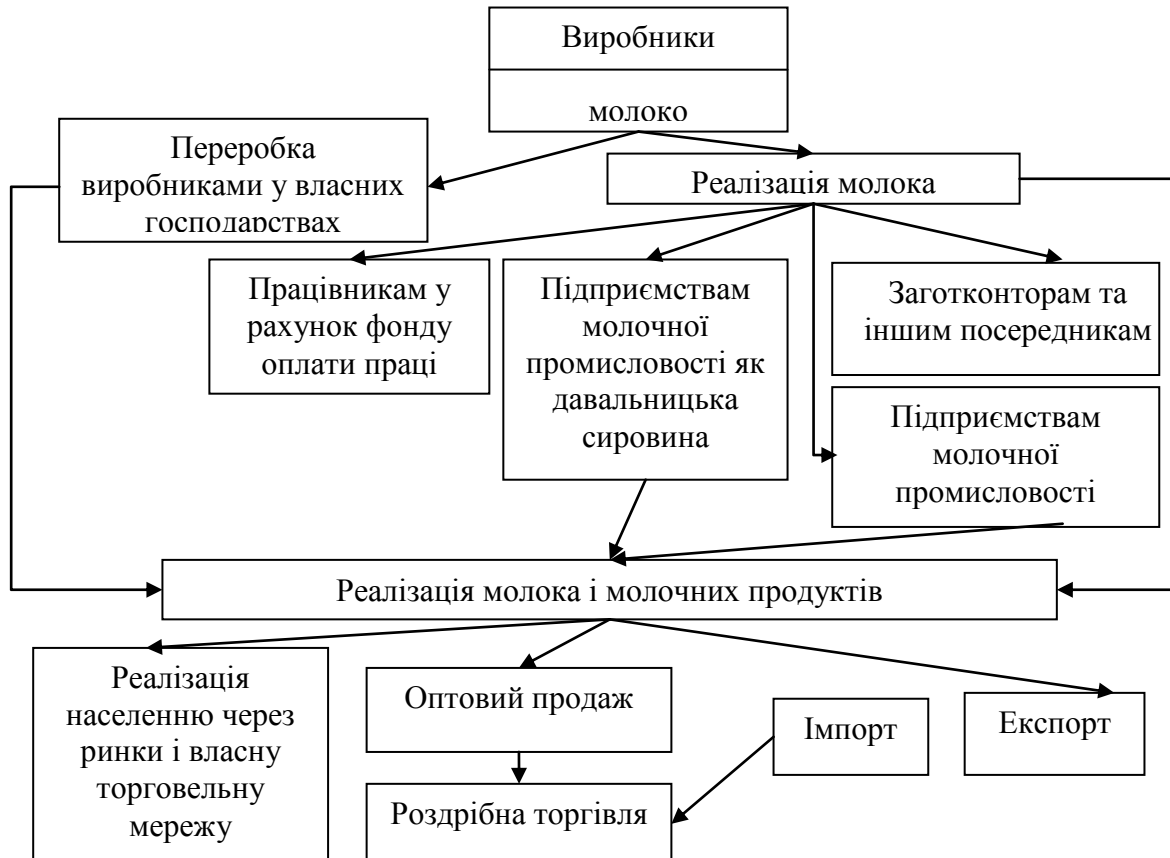


Рис. 1. Організація ринку молока і молокопродуктів

На початку та під час діяльності кооперативу дуже важливо буде вивчати цінову ситуацію на ринку та з урахуванням виробничих та збутових затрат визначати найефективніші варіанти продажу продукції. Ринок молока та молочної продукції характеризується нестабільною ціновою ситуацією.

Основну діяльність зі збирання та збуту молока кооператив може досить ефективно поєднувати з переробкою сировини та реалізацією молочних продуктів. А також надавати супутні послуги членам об'єднання:

1. Ветеринарне обслуговування худоби.
2. Забезпечення ветпрепаратами.
3. Матеріальне постачання.
4. Послуги зі штучного осіменіння корів.

Також, кооператив може організувати випасання худоби на колективному пасовищі, переданому в розпорядження громади, та

виконувати роботи з покращання цих пасовищ. Для цього господарське об'єднання має бути забезпечене технікою і надавати своїм членам послуги з механізації, які дозволять виробляти корми власними зусиллями: підготувати ґрунт, придбати насіння, збирати і перевезти врожай, проводити меліоративні роботи, боротьбу зі шкідниками та хворобами. Тобто, кооператив може здійснювати широкий спектр видів діяльності, необхідних його членам і бути економічно ефективним.

2.5. Перспективний шлях вдосконалення енергетичних систем України

*Прасолов Є.Я., Лапенко Т.Г., Дроздана О.У. Черненко Б.С., Мацаков А.В.
Полтавська державна аграрна академія*

В останні роки в розвинутих країнах будинки стали стрімко еволюціонувати в напрямку енергоефективності, екологічності, ресурсоефективності, автономності. В побуті з'являються поняття «стійке будівництво», під яким розуміють бережливе ставлення до навколишнього середовища і здоров'я людини починаючи з моменту виробництва будівельних матеріалів до закінчення життєвого циклу будинку і утилізації конструкції, виконання етичних норм, позитивної естетичної дії, інноваційна і економічна ефективність.

Сільське будівництво енергоефективних і екологічних будинків для України порівняно нове і з екологічною громадськістю питання про стимулювання ще не ставилися. Власник екобудинку отримує відносну незалежність, упевненість в майбутньому, захищеність від катаклізмів. І прийшов час екологічним організаціям піднімати це питання. За загальними визначеннями екологів місто є «злоякісним створенням» на тілі «Природи».

У структурі населеного пункту насичення фермерськими господарствами проходить поступово, причому з'являються додаткові фермерські поселення на землях колишніх хуторів, польових станів або сіл, що зникли. Сучасні тенденції будівництва фермерських поселень реконструйованих будинків, в яких комфорт поєднувався б з екологічністю і енергоефективністю. Однією з вимог будинку – підтримання комфортної внутрішньої температури без використання систем опалення і вентиляції, за рахунок максимальної герметизації будинку і використання альтернативних джерел енергії.

Сучасна економічна та енергетична ситуація в Україні зумовлює стрімкий розвиток та пошук рішення по забезпеченню тепlopостачання в оселях українців. Особливо гостро це питання стоїть у сільській місцевості, де переважають приватні будинки з індивідуальним опаленням. Витрати на забезпечення таких осель теплом більші у порівнянні із багатоквартирним будинком, а дохід у селян менший. То ж вирішення проблеми тепlopостачання сільських осель із забезпеченням

їх енергозберігаючих характеристик та засобів для використання альтернативних видів енергії є актуальним науковим, практичним та соціальним завданням сьогодення.

Центральне забезпечення тепловою енергією для опалення достатньо не ефективних будинків і споруд, а також надання гарячого водопостачання створює багато екологічних проблем. Спершу – це спалювання великої кількості вуглеводного палива і закінчуючи використанням великої кількості природних ресурсів для створення систем доставки теплової енергії до місць використання.

У традиційних будинках нині накопичуються відходи життєдіяльності і створюють велике навантаження на природу. Ці проблеми може вирішити шляхом створення екологічного житла – «Екобудинку». Вони мають власну систему опалення, сонячний обігрів будинку і нагрів води для побутових потреб. Екологічне житло – це будинки з власною системою утилізації продуктів життєдіяльності, а також має систему роздільного збору штучних відходів життєдіяльності для максимального використання їх в якості вторинних ресурсів. Жителі екопоселення добровільно беруть зобов'язання не використовувати в побуті екологічно небезпечні речовини і матеріали.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до «Загальної декларації прав людини, прийнятої в 1948 р.» право на комфортне житло визнавалось в якості важливого компонента права на достойний рівень життя. Відомі основні принципи екобудинку, які використані для сільського будівництва: він «правильно» вписаний в навколишні ландшафти, використання місцевих будівельних матеріалів, мало затратних під час добування, переробки, перевезення, використання енергозберігаючих побутових приладів і інженерних систем; покращена теплоізоляція і система вентиляції; використання альтернативних джерел тепла; екологічний стиль елементів інтер'єра; можливість наступної переробки матеріалу [175, 176].

Для аналізу стану і перспектив розвитку технологій необхідно використовувати патентну інформацію, яка як відомо випереджує існуючий рівень техніки на 10–15 років.

Для виявлення перспектив розвитку альтернативної енергетики були проведені патентні дослідження, визначалась динаміка патентування, яка свідчить про активний ріст кількості поданих заявок в останні роки. Більша частина інноваційних рішень належать Японії, Південній Кореї, Швеції, США, Данії.

Згідно даних ООН визначена структура альтернативної енергетики в Світі і перспективи її розвитку, що свідчить про те, що використання відновлюваних джерел енергії актуально. Для розвинутих країн – це

¹⁷⁵ Доброноженко О.В. Преспективы возведения экодому в Украине как приоритетное направление по энергосбережению [Текст] / О.В. Доброноженко, О.О. Несветов, О.В. Косарева // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «будівництво». – 2010. – Вип. 11 (14). – С. 152–158.

¹⁷⁶ Дешко В.І. Вплив температурно-погодних факторів на показники проектів з енергозбереження [Текст] / В.І. Дешко, М.М. Шовканюк, О.М. Шевченко // Енергетика та електрифікація. – 2007. – № 3. – С. 62–68.

екологічна безпека, завоювання ринку збуту, а для країн, які стали на шлях розвинутих – покращення життя населення, енергетична і екологічна безпека.

Сучасна енергетика розвивається в напрямку екологічної безпеки на основі нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. У зв'язку з обмеженістю власних паливно-енергетичних ресурсів в Україні потреба в енергії забезпечується за рахунок імпорту, і при цьому більша частина від одного джерела. В таких умовах проблема енергетичної безпеки може бути вирішена двома способами: шляхом збільшення внутрішнього виробництва енергії, а також за рахунок підвищення енергоефективності і зниження енергоємності економіки. Надійне і економічне енергозабезпечення – це фундамент економіки агропромислового комплексу (АПК). Виконані дослідження показали, що в енергетичному забезпеченні сільськогосподарського виробництва склалось незадовільний стан. Рівень енергоозброєння праці АПК, значно відстає від промисловості. Досвід економічно розвинутих країн показує, що ефективного виробництва сільськогосподарської продукції показники повинні бути рівні промисловим.

Особливо зростає роль і значимість енергоефективного енергозабезпечення в державній програмі відродження і розвитку села з продовженням будівництва аграрних містечок і будинків фермерських господарств. Питанням вивчення екобудинків присвячені низка наукових праць вітчизняних і закордонних вчених.

В останній роки минулого століття в розвинутих країнах проходить реформація домобудівництва. Сільське будівництво енергоефективних та екологічних будинків для нашої держави порівняно нове. Сучасні тенденції будівництва фермерських поселень включають будинки, в яких комфорт поєднувався б з екологічністю і енергоефективністю. Дослідження даного напрямку виконували вітчизняні вчені: О.В. Доброноженко, С.М. Дудніков, М. М. Шовкалюк, В.І. Дешко, О.М. Шевченко [175–177].

Прогнози на період до 2025 р. в країнах Європи передбачають подорожчання викопного палива до двох разів з можливим подальшим збільшенням вартості. Рішення даної проблеми пов'язано з пошуками і використанням нових технологій перетворення енергії, зокрема і відновлюваних [178].

У звичайних будинках більше 85–95 % енергії використовується у вигляді тепла на опалення і гаряче водозабезпечення [179, 180, 181].

¹⁷⁷ Дудніков С.М. До питань побудови систем енергозберігання споживачів АПК з використанням альтернативних джерел [Текст] / С.М. Дудніков, М.М. Шовкалюк // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – № 5 (99). – С. 57–63.

¹⁷⁸ Голоскоков А.Н. Прогноз цены на нефть и перспективы формирования нового механизма ценообразования на газ [Текст] / А.Н. Голосков // Нефтегазовое дело. – 2010. – № 1. – С. 1–13. – Режим доступа : <http://ogbus.ru/article/prognoz-ceny-na-neft-i-perspektivy-formirovaniya-novogo-mexanizma-cenoobrazovaniya-na-gaz/>

¹⁷⁹ Широков Е.И. Экодом нулевого энергопотребления – реальный шаг к устойчивому развитию [Текст] / Е.И. Широков // Архитектура и строительство России. – 2009. – № 2. – С. 35–39.

Тому енергоефективний будинок повинен бути з низьким тепло споживанням. Опалювальне тепло споживання можна зменшити шляхом: а) покращення теплоізоляції зовнішньої оболонки будинку; б) зменшення теплових витрат з вентиляцією повітря; в) використання енергії навколишнього середовища.

В Україні, зокрема в Полтавській області, в силу географічних особливостей будівництво екобудинків у сільській місцевості є раціональним та перспективним [179, 180, 182]. Нашій державі до сьогодення продовжується масове будівництво морально застарілих, ресурсозатратних, руйнуючих природу і здоров'я людей, панельних бетонних будинків, які не відповідають мінімальним сучасним вимогам. За кордоном, зокрема в США, Німеччині, Японії, Швеції, Фінляндії давно експлуатуються комфортабельні будинки з низьким, навіть з нульовим споживанням енергії. А в Данії громадянам пропонують готові будинки з енергоефективними рішеннями [181, 183, 184].

Яскравим прикладом є те, що народ Норвегії має бережливе відношення до природи і активно бере участь у різних рухах «зелених», бориться за охорону навколишнього середовища, покращує екологію. Скандинавські інженери збудували під керівництвом досвідного центру «Zero Emission Building» в місті Лаврик експериментальний будинок, який споживає енергії в двічі менше, ніж виробляє. У будинку покрівля виконана з нахилом, щоб поглинати сонячне світло протягом року і сприяти природній вентиляції приміщення. До будинку включено зовнішній басейн, який підігрівається за рахунок отриманого тепла. Електромобіль також заряджається і служить накопичувачем енергії, яку виробляє будинок [185]. Практично половина споживчої енергії в розвинутих країнах приходить на житлові будинки. Інноваційним напрямком в будівництві є створення енергоефективних приміщень.

Мета дослідження – розкрити особливості доступного житла – екобудинків для малозабезпеченого населення, перед яким держава має обов'язки (військові, учасники АТО і члени їх сімей, ліквідатори аварії на ЧАЕС, багатодітні сім'ї) з обґрунтуванням теплового балансу.

Однією із проблем для розвинутих країн є збільшення долі бюджетних коштів, направлених на охорону природи. Для компенсації в першому наближенні від технологічної діяльності державам необхідно

¹⁸⁰ Прасолов Є.Я. Екобудинки на основі об'єктів права інтелектуальної власності – перспектива розвитку житла сільської інфраструктури [Текст] : матер. XIII Всеук-раїнської наук.-практ. конф. / Є.Я. Прасолов, С.А. Браженко // Проблеми підготовки фахівців з інтелектуальної власності, інформаційно-аналітичної та інноваційної діяльності в Україні. – Київ, 2014. – С. 198–206.

¹⁸¹ Прасолов Є.Я., Бондаренко О.Ю. Оснащення екобудинку системами життєзабезпечення [Текст] : II Міжнародна наук.-практ. конф. / Є.Я. Прасолов, О.Ю. Бондаренко // Відновлювальна енергетика, новітні автоматизовані електротехнології в біотехнічних системах АПК. – Київ, 2014. – С. 29–30.

¹⁸² Пустоветов Г.И. Эволюция архитектурно-планировочной структуры сельского жилища в XX веке [Текст] / Г.И. Пустоветов, Е.Н. Лихачев // Известия вузов. Строительство. – 2009. – № 1. – С. 27–29.

¹⁸³ Бадьин Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергосберегающего дома [Текст] / Г.М. Бадьин. – СПб. : БВХ-Петербург, 2011. – 432 с.

¹⁸⁴ Жигулина А.Ю. Энергосберегающие дома. Мировая и естественная практика проектирования и строительства [Текст] / А.Ю. Жигулина // Градостроительство. – 2012. – № 2 (18). – С. 84–86.

¹⁸⁵ Липин А.Ю. Автономные экологические дома [Текст] / А.Ю. Липин. – М. : Алгоритм, 2005. – 416 с.

витрачати на природоохоронні програми не менше 20% ВВП. Сьогодні ця величина в розвинутих країнах складає декілька відсотків, а в неблагополучних, в тому числі і в Україні до 1 %. Відомо, що інвестиції на житло можуть досягати 10% ВВП. А затрати на будівництво екожитла – одночасно є інвестиціями і на природоохоронні цілі. В цьому випадку вони направляються на ліквідацію самих несприятливих дій. При будівництві екожитла не створюються джерела забруднення (ТЭЦ, котельні, шахти, сміттєзвалища).

Україна – це енергодефіцитна країна, яка покриває потребу в енергетиці близько на 53 %, а імпортує 73 % природного газу і 85 % сирої нафти і нафтопродуктів. Це залежність економіки України від країн експортерів і є загроза для енергетичної і національної безпеки.

З метою реалізації потенціалу енергозбереження в Україні прийняті: «Комплексна Державна програма енергозбереження», «Програма державної підтримки і розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії». Розроблені програми енергозбереження в кожній області, проводяться державне керування енергозбереженням, працює центральна і регіональна інспекції по енергозбереженню, Українська енергозберігаюча інвестиційно-сервісна компанія «УкрЭСКО». В Україні прийнято ряд важливих державних рішень по підвищенню ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і енергозбереження сферами економіки, суб'єктами господарювання і населенням країни.

На основі аналізу клімату і природних ресурсів Полтавської області були виявлені матеріали, які можна використовувати для будівництва екобудинків для сільської місцевості.

Будівництво будинків із дерев'яних брусків придбало достатньо широкий розмах. Деревина не потребує в оздобленні, дихає і здатна зберігати тепло в три рази довше в порівнянні з цеглою. Але, дерев'яні будинки мають високу вартість. Дешевші будинки солом'яно-очеретяні по ряду причин: енергетичний потенціал людини солома підвищує на 5%, цегла знижує енергетику на 10%, дерево нейтрально по відновленню до енергетики людини; по технологічним характеристикам солома в чотири рази краща дерева і в сім разів краще цегли. Технологічний розрахунок зовнішньої стіни товщиною в 60...80 см із солом'яних пресованих блоків дозволить не використовувати традиційне опалення, достатньо пічного.

Витрати на опалення не перевищує $18-20 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}^2}$, а норма для нового

квартирного будинку – $120 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}^2}$. Ціна будинку із солом'яних блоків в

порівнянні з житлом, яке пропонує сучасний ринок знижується на 40–50 %. Стіна із солом'яних блоків оздоблена розчином на основі вапна, стійка до загоряння. Ряд подібних екобудинків побудовані із місцевих будівельних матеріалів, в селах Полтавської області.

Із аналізу видно, що при експлуатації енергозберігаючого будинку витрати електроенергії зменшується близько на половину. В екобудинку

скорочується використання природних ресурсів, утворення відходів і впливає на здоров'я людей; наносить мінімальну шкоду навколишньому ландшафту і середовищу.

В Україні, зокрема, в Полтавській області, з метою забезпечення будинків дешевим екологічним паливом необхідно проаналізувати відновлювані джерела енергії. В першу чергу для успішної реалізації поставлених завдань є визначення енергетичного потенціалу кожного із видів відновлюваних джерел енергії по території України. Для цього була створена інформаційно-аналітична система з розширеними функціями, що дозволяє швидко вирішувати питання ефективності впровадження енергетичного устаткування в конкретній місцевості.

Для оцінки енергетичного потенціалу поновлюваних і нетрадиційних джерел, для встановлення можливих об'ємів практичного використання і заміни традиційних паливно-енергетичних ресурсів визначені на загальній технологічній і цільово-економічній базі. Загальний потенціал – кількість енергії, яка характеризує джерела енергії; технічний – частина енергії загальної, яку можна реалізувати сучасними технічними пристроями; цільово-економічний – кількість енергії, яку використовують з урахуванням економічного, екологічного і техніко-екологічного, соціального і політичного факторів.

Україна має ресурси вітрової енергії: річний технічний вітроенергетичний потенціал складає 30 млрд кВт. В умовах України з допомогою вітроустановок можливо використовувати до 20 % річного об'єму енергії вітру, що проходить крізь перетин поверхні колеса. Використання енергії вітру в АПК можливо завдяки тихохідним вітроенергетичним агрегатам і швидкохідним з малою кількістю лопатей, які працюють при швидкості 20 м/с. По класифікації визначено дев'ять типів вітроагрегатів потужністю від 0,25 до 10 кВт і, які застосовуються при обґрунтуванні видів роботи.

Далі визначають кількість надходження радіації і розподіл енергетичного потенціалу сонячного опромінення для областей України. Перетворення сонячної енергії в електричну слід орієнтувати на застосування фотоелектричних пристроїв. Із літературних і нормативних джерел визначалися енергетичні показники надходження сонячної радіації для областей України, що являються базовими при впровадженні сонячного енергетичного обладнання. Для Полтавської області потенціал, $\text{кВт} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}^2}$: загальний – $31,9 \cdot 10^9$; технічний – $15,3 \cdot 10^7$; економічний – $2,4 \cdot 10^5$.

В Україні енергетичний потенціал біомаси високий, тому є потреба в науково-технічній і промисловій базі для розвитку енергетики. Енергетичний потенціал представлений сільськогосподарською тваринницькою і рослинною біомасою. Для Полтавської області визначається потенціал тваринницької сільськогосподарської маси: кількість гною $14,1$ млн т/год, виходом біогазу $868 \frac{\text{млн м}^3}{200}$, заміщенням

органічного палива. Потенціал для Полтавської області рослинної сільськогосподарської біомаси складається із потенціалів: біомаси зернобобових культур 1830 тис. $MВт \cdot \frac{ч}{м^2}$.

Геотермальні ресурси України – це термальні води, тепло гірських порід, а також перспективні ресурси нагрітих підземних вод, які виходять із скважин разом з нафтою і газом. В перспективі – це розвиток геотермальної енергетики шляхом створення комбінованих енерготехнічних вузлів для отримання електроенергії, теплоти і цінних компонентів із геотермальних теплоносіїв. Енергетичний потенціал низької потенціальної теплоти ґрунту і ґрунтових вод в Полтавській області складається із: загальний – $9163 кВт \cdot \frac{ч}{м^2}$; технічний – $6545 кВт \cdot \frac{ч}{м^2}$; цільово-економічний – $162 кВт \cdot \frac{ч}{м^2}$.

Пізніше слід використовувати нагрівач теплоносія. Використання енергії мережі дозволяє зменшити витрату теплопостачання до 60%. Розробка захищена патентами (№ 31378 і № 92844, розробка авторів Полтавської державної аграрної академії).

Наступною розробкою, яка покладена в проект екобудинку, було використання біогазу, який виходить із рідкого гною тваринницьких комплексів, курячого посліду із птахофабрик, силосу кукурудзи, відходів буряка і картоплі. Особливе місце в переробці біомаси в газоподібне паливо займає його генерація за рахунок процесів життєдіяльності метаноутворюючих бактерій. Для великих тваринницьких і пташиних підприємств з гідравлічним способом прибирання гною, при безпідстилковому утриманні тварин є установки вітчизняного і імпортного виробництва [176]. Для фермерських господарств пропонують індивідуальні біогазові установки (табл. 1).

1. Технічні характеристики біогазових установок

Об'єм реактора, м	Завантаження (вивантаження), м ³ /доба	Розміри, м		Продуктивність по біогазу, м ³ /доба	Потреба
		Діаметр	Висота (довжина)		
0,25	0,02	0,5	1,5	0,2	Котеджі, садово-огородні ділянки
0,50	0,05	0,9	1,2	0,5	
1,00	0,10	1,1	1,4	1,0	
2,00	0,20	1,4	1,7	2,0	Малі ферми
5,00	0,50	1,8	3,5	5,0	Орендний поспіль
10,00	1,00	2,3	4,2	10,0	
25	5,0	3,4	4,8	75	Середні ферми
70	15,0	3,8	7,8	220	
125	25,0	5,4	7,6	375	
300	60,0	7,3	9,6	900	Великі ферми
500	100,0	8,6	10,0	1500	
100	200,0	10,7	13,2	3000	Комплекси

Джерело: дані [176]

В комплект біогазової установки для переробки органічних відходів фермерського господарства розроблений аератор-знежаражувач з електромеханічним приводом (патент № 56904) (Розробка авторів Полтавської державної аграрної академії). Завантажується басейн рідким гноєм, опускається шнековий підйомник, вмикається електродвигун і створюється однорідна біомаса. В процесі перемішування біомаси аератор можна нахилити на кут до 45^0 до горизонту з переміщенням уздовж і впоперек ємності. З нижніх шарів гній піднімається підйомником вгору і через отвір розтинається рівномірно тонким шаром розподіляється по поверхні секторів зонти. Рідка маса обробляється бактерицидним випромінюванням і інфрачервоним нагрівом. З поверхні зонти рідкий гній опускається в ємність до верхніх шарів і поступово осідає вниз, а процес приготування біомаси повторюється і проходить багаторазову аерацію.

При розрахунку об'ємів виробництва біогазу в енергетичних цілях для різних об'єктів необхідно враховувати його теплотворну здатність, в залежності від застосовуваних технологій переробки біомаси. Теплота згорання, отримана із дерев'яних відходів горючого газу максимальна при анаеробному бродінні (біогазу) – $16...20 \frac{МДж}{м^3}$ і мінімальна при газифікації $4...6 \frac{МДж}{м^3}$. Для біогазу утилізованих опадів каналізаційних стоків теплота згорання не менше $20 \frac{МДж}{м^3}$, а при анаеробному бродінні рідкого гною домашньої худоби від 18 до $24 \frac{МДж}{м^3}$. Питомі норми витрат біогазу на потреби витрат особистого підсобного господарства отриманого в процесі анаеробного бродіння сільськогосподарських відходів представлені в табл. 2. Вони розраховані на основі питомих норм споживання природного газу[176].

2. Питомі норми витрати біогазу на потреби особистого підсобного господарства

Призначення біогазу	Норми витрат теплоти, $\frac{МДж}{м^3}$	Норми витрат природного газу, $\frac{м^3}{год}$	Норми витрат біогазу, $\frac{м^3}{год}$	
			Мин.	Макс.
Приготування кормів тваринами, підігрів води для пиття і санітарних цілей:				
1 кінь	2095	61	87	116
1 корова	8799	256	315	485
1 свиня	4609	135	193	257
1 вівця або коза	838	24	33	48

Джерело: дані [176]

Розгляд техніко-економічних показників використання біогазу для теплопостачання об'єктів агропромислового комплексу (АПК) західного району Латвії показало, що капітальні і приведені затрати найменші при використанні біогазу як джерела теплової енергії.

Однак, більш гнучкою, з точки зору експлуатації, являється схема з комплексним виробленням електричної і теплової енергії, так як при постійному виробленні біогазу споживання теплової енергії в літні місяці знижується і необхідно вишукувати додаткових споживачів теплової енергії, подача газу споживачу, сезонні сільськогосподарські роботи, використання біогазу на транспорті. Необхідно вирішити задачу комплексного теплопостачання господарств АПК нетрадиційними джерелами енергії [176–178, 181].

В розвиток технічних рішень по екожитлу був спроектований прилад створення стандартного мікроклімата і знезараження повітря в тваринницьких і птахофермах (патент № 56434) – розробка авторів Полтавської державної аграрної академії.

В період профілактичних перерв при промисловому вирощуванні птиці в приміщенні проводиться санація (механічна очистка, дезінфекція, мийка, поточний ремонт, дератизація і відпочинок приміщення). Процес дезінфекції повітря пташника здійснюється без і з присутністю птиці, тварин, що необхідно при лікуванні під час епідемії. Основна вимога до процесу – це забезпечення нормальної і сконцентрованої обробки приміщення. Лікарські препарати дозуються відповідно до площі приміщення і контролюється ветеринаром. Спосіб створення мікроклімату пройшов випробування на дослідному зразку в лабораторних і виробничих умовах Полтавської птахофабрики і підтвердив основні техніко-економічні показники і рекомендований до застосування.

Спосіб виготовлення паливних брикетів на основі відходів сільськогосподарського виробництва, на прикладі відходів лушпиння насіння соняшника і став підставою для створення установки. Але, при невеликій реконструкції робочого органу можна виготовляти паливні брикети, де в якості сировини використовуються відходи рослин: солома хлібних злаків, гречки, бобових, які виникають кожен рік в великих об'ємах, а використовуються обмежено і нераціонально. Згідно запропонованому технічному рішенні відходи лушпиння насіння підсушувалось, очищались від мінеральних і механічних домішок, дозувались, подавались на підпресовку, а потім формувались брикети з обвугленою зовнішньою поверхнею з наступним нанесенням парафінової плівки і напленням ароматизованих вуглеводів. Порівняльний аналіз показав переваги запропонованих паливних брикетів перед фрезерованим торфом. Зольність нижче, менша запиленість приміщення, приблизно в два рази вище теплової коефіцієнт палива. Реалізація запропонованого способу паливних брикетів дозволить зменшити енергозатрати, покращити екологічне середовище.

Матеріали та методи визначення теплового балансу екобудинку

Вихідні дані для виконання розрахунку теплового балансу екобудинку

Для доведення перевага та екологічної безпеки будівництва екобудинку оберемо наступний випадок – будинок на одну сім'ю площею 150 м², який опалюється природнім газом. Структура витрат на

експлуатацію якого будинку стандартна: 140–150 кВт/м²·год, на нагрів води – 25–34 кВт/м²·год, на приготування їжі, освітлення, роботу побутової техніки – 20–27 кВт/м²·год.

При використанні енергозберігаючого стандарту змінюється показник обігріву будинку на 40–50 кВт/м²·год. Зрозуміло, що при експлуатації енергозберігаючого будинку кількість використаної електроенергії зменшуєтьсядесь на половину, тобто можна зекономити на електроенергії близько 45–50 %. Крім того різко зменшуються викиди в атмосферу забрудненого повітря. В екобудинках скорочується споживання природних ресурсів, утворення відходів, що позитивно впливає на здоров'я людей та наносить мінімальну шкоду навколишньому середовищу.

Основним принципом проектування енергоефективного будинку – є підтримання необхідної температури без використання системи опалення і вентиляції за рахунок максимальної герметизації будинку і використання альтернативних джерел енергії.

Національне законодавство створює нормативну базу для розвитку альтернативної енергетики та енергозберігаючих технологій. Так, в Законі України «Про енергозбереження» визначаються основні принципи державної політики та положення освіти і виховання по енергозбереженню. В Законі України «Про альтернативні джерела енергії» визначені умови для максимального забезпечення потреб України в енергоносіях, за рахунок використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії і визначена їх номенклатура, порядок добування та використання. Для його виконання держава стимулює розвиток ефективних технологій добування енергоресурсів із нетрадиційних джерел енергії і використання альтернативного палива. Для виконання положень законів України розроблено ряд нормативних документів по енергозбереженню.

ДСТУ 2420 – «Енергозбереження», ДСТУ 2804 – «Енергобаланс промислового підприємства», ДСТУ 4065 – «Енергозберігаючий аудит», ДСТУ 2339 – «Енергозбереження». Основні положення, ДСТУ 3051 – «Ресурсозбереження. Основні положення.».

За ДСТУ 3886-99 «Енергозбереження. Системи електроприводу. Методи аналізу та вибору» критерії ефективності – це позитивний економічний ефект від реалізації енергозберігаючого заходу за розрахунковий період. Вартість енергозберігаючого заходу визначається залежністю:

$$\Delta P_t = B_{up} - B_{kp} = B_{up} - (\Delta B_{up} + B_{mr}) \rightarrow \max, \quad (1)$$

де B_{up} , ΔB_{up} , B_{kp} , ΔB_{mr} – відповідно річні витрати на придбання енергоносіїв від централізованої системи, централізованої системи в складі комбінованої з альтернативними джерелами системи енергопостачання та на виробництво енергії від місцевої системи з

використанням альтернативних джерел енергії [176].

При розробці комбінованої системи енергопостачання слід враховувати ряд ключових заходів: а) визначення на першій стадії проектування допустимої межі витрат на впровадження місцевої системи енергопостачання з використанням альтернативних джерел енергії, при якій споживач матиме грошовий прибуток; в) технічні та технологічні заходи, які будуть сприяти зменшенню витрат.

За даними [176, 177, 180] кліматичні та географічні умови практично дозволяють на території України використовувати альтернативні види енергії від поновлювальних джерел та мати позитивний результат з енергозбереження.

*Теоретичний алгоритм розрахунку теплового будинку першого рішення
планування екобудинку*

При розрахунку теплового балансу екобудинку кліматичні параметри району будівництва приймаються по СНиП 23-01-99.

Розрахунок питомих витрат теплової енергії на опалення екобудинку за опалювальний період, згідно СНиП 23-02-2003 виконувався за наступним алгоритмом [186]:

Визначення питомої витрати теплової енергії на опалення за опалювальний період (q_h):

$$q_h = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{A_h \cdot D_d} \text{ або } q_h = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{V_h \cdot D_d}, \quad (2)$$

де Q_h^y – витрати теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду, МДж; A_h – сума площ підлоги будинку, м^2 ; V_h – опалювальний об'єм будинку, який відповідає об'єму, обмеженими внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожень будинку, м^3 ; D_d – градусо-добова опалювального періоду, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{доба}$

Витрати теплової енергії на опалення екобудинка за опалювальний період (Q_h^y):

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{\text{int}} + Q_s) \nu \zeta] \beta_h, \quad (3)$$

де Q_h – загальні тепловитрати будинку через зовнішні огорожуючі конструкції, МДж; Q_{int} – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду; Q_s – теплонадходження протягом опалювального періоду, МДж; $\nu = 0,8$ – коефіцієнт зменшення теплонадходжень за рахунок теплової інерції огорожувальних конструкцій; $\zeta = 1$ – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалювання для однотрубною системи з термостатами і з

¹⁸⁶ Удалов С.Н. Методика расчета теплового баланса экодому с учетом рекуперации вентиляционного воздуха [Текст] / С.Н. Удалов, И.В. Крючкин // Научный вестник НтГУ. – 2012. – № 4 (49). – С. 157–156.

пофасадним регулюванням на вході; β_h – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання систем опалювання, що пов'язано з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів, їх додатковими тепловитратами через радіаторні ділянки огорожень, підвищеною температурою повітря в кутках приміщення, тепловитратами в трубопроводах, які проходять через неопалювані приміщення, $\beta_h = 1,05$ для будинків опалювальними горищами.

Загальні тепловитрати будинку за опалювальний період (Q_h) визначались за формулою:

$$Q_h = 0,0864 K_m D_d \cdot A_e^\Sigma, \quad (4)$$

де K_m – загальний коефіцієнт теплопередачі будинку, Вт/м²·°C; A_e^Σ – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи перекриття верхнього поверху і підлоги нижнього опалювального приміщення, м².

Загальний коефіцієнт теплопередачі (K_m) визначається за формулою:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} \quad (5)$$

де K_m^{tr} – приведений коефіцієнт теплопередачі через зовнішні огорожуючі конструкції будинку, Вт/м²·°C; K_m^{inf} – умовний коефіцієнт теплопередачі будинку, що враховує тепловитрати за рахунок інфільтрації і вентиляції, Вт/м²·°C.

Приведений коефіцієнт теплопередачі через зовнішні огорожуючі конструкції будинку (K_m^{tr}) визначається за виразом:

$$K_m^{tr} = \frac{\left(\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{A_C}{R_C^r} + n \frac{A_{C1}}{R_{C1}^r} + n \frac{A_f}{R_f^r} + \frac{A_{f1}}{R_{f1}^r} \right)}{A_e^\Sigma}, \quad (6)$$

де A_w , R_w^r – площа, м² і приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, м²·°C/Вт; A_F , R_F^r – площа, м² і приведений опір теплопередачі заповнень світлопроектів (вікон, вітражів, ліхтарів); R_{ed}^r – площа, м² і приведений опір теплопередачі зовнішніх дверей і воріт, м²·°C/Вт; A_C , R_C^r – площа, м² і приведений опір теплопередачі сумісних покриттів, м²·°C/Вт; A_{C1} , R_{C1}^r – площа, м² і приведений опір теплопередачі горищного перекриття, м²·°C/Вт; A_f , R_f^r – площа, м² і приведений опір теплопередачі цокольного перекриття, м²·°C/Вт; A_{f1} , R_{f1}^r – площа, м² і приведений опір теплопередачі перекриття над проїздами, м²·°C/Вт; n – коефіцієнт, який враховує залежність положення зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря.

Умовний коефіцієнт теплопередачі будинку (K_m^{inf}), що враховує

тепловитрати за рахунок інфільтрації та вентиляції, що обумовлений нещільно тями в огорожуючих конструкціях, визначається за формулою:

$$K_m^{\text{inf}} = \frac{0.28 c n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \rho_a^{\text{ht}} \cdot k}{A_e^{\Sigma}}, \quad (7)$$

де c – питома теплоємність повітря, $c = 1005$ Дж/кг·°С; β_v – коефіцієнт зменшення об'єму повітря в будинку, який враховує наявність внутрішніх огорожуючих конструкцій, який при відсутності даних приймається $\beta_v = 0,85$; ρ_a^{ht} – середня щільність повітря за опалювальний період, кг/м³; n_a – середня кратність повітрообміну за опалювальний період, год⁻¹; k – коефіцієнт, який враховує вплив зустрічного теплового потоку в світлопрозорих конструкціях.

Середня щільність повітря за опалювальний період (ρ_a^{ht}), визначається згідно рівняння:

$$\rho_a^{\text{ht}} = \frac{353}{273,15 + 0,5(t_{\text{int}} + t_{\text{ext}})}, \quad (8)$$

де t_{int} і t_{ext} – розрахункова середня температура відповідно внутрішнього і зовнішнього повітря в будинку, °С.

Середня кратність повітрообміну за опалювальний період:

$$Pa = \frac{\frac{L_v \cdot n_v}{168} + \frac{G_{\text{inf}} \cdot k \cdot n_{\text{inf}}}{168 \cdot \rho_a^{\text{ht}}}}{\beta_v \cdot V_h}, \quad (9)$$

де L_v – кількість приточного повітря в приміщення при неорганізованому потоку, або нормуємо значення при механічній вентиляції, м³/год, дорівнює $3 \cdot Al$; Al – площа приміщення для проживання; n_v – число годин роботи механічної вентиляції протягом тижня; 168 – кількість годин в тижні; G_{inf} – кількість інфільтруючого повітря в приміщенні через огорожуючі конструкції, кг/год;

Кількість інфільтрую чого повітря визначається згідно рівняння

$$G_{\text{inf}} = 0,5 \cdot \beta_v \cdot V_h, \quad (10)$$

де $n_{\text{inf}} = (168 - n_v)$ число годин врахованої інфільтрації протягом тижня, год.

Побутове теплопостачання протягом опалювального періоду:

$$Q_{\text{int}} = 0,0864 \cdot q_{\text{int}} \cdot Z_{\text{ht}} \cdot Al, \quad (11)$$

де q_{int} – величина побутового тепловиділення на 1 м² площі житлових приміщень будинку Вт/м²; Z_{ht} – тривалість опалювального періоду, діб.

Теплопостачання через вікна і фонарі від сонячної радіації, протягом опалювального періоду:

$$Q_s = \tau_f \cdot k_f \cdot (A_{F1} \cdot J_1 + A_{F2} \cdot J_2 + A_{F3} \cdot J_3 + A_{F4} \cdot J_4) + \tau_{scy} \cdot k_{scy} \cdot A_{scy} \cdot J_{hor}, \quad (12)$$

де τ_f , τ_{scy} – коефіцієнти, які враховують затемнення світлого потоку вікон і зенітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, які приймаються по проектним даним; k_f , k_{scy} – коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації для світлопропускних заповнень відповідно вікон та зенітних ліхтарів, які приймаються за паспортними даними відповідних світлопропускних виробів; A_{F1} , A_{F2} , A_{F3} , A_{F4} – площа світлопроектів фасадів будинків, орієнтованим по чотирьом напрямкам, м^2 ; A_{scy} – площа світлопроектів зенітних ліхтарів будинку, м^2 ; J_1 , J_2 , J_3 , J_4 – середня за опалювальний період величина сонячної радіації на вертикальній поверхні при дійних умовах, орієнтованих по чотирьом фасадам будинку, МДж/м^2 ;

В якості об'єкту дослідження взято екобудинки площею 220 м^2 . В будинку встановлено пристрій на основі рекуператора зі ступенем рекуперації вентиляційного повітря 80 %. Розрахунок виконано за опалювальний період. Початковий опір теплопередачі огорожуючих конструкцій екобудинку були взяті згідно СНиП 23-02-2003. Кінцевий опір теплопередачі був прийнятий для стін, покрівлі, підлоги $8 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$, вікон – $7,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$. Розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період – $(8,7 ^\circ\text{C})$, температура в приміщенні – $(+21 ^\circ\text{C})$ [186].

В екобудинку для рекуперації тепла вентиляюмого повітря працює пристрій, завдяки якому теплообмін проходить на швидкообертювх дисках. Він так побудований, що одна половина кожного із дисків знаходиться в місці викидання повітря, а друга в повітрі, що забирається ззовні. На валу закріплені диски на визначеній віддалі один від одного і встановлені в каналі, що розділений перегородкою.

В щілинах перегородки обертаються від зовнішнього двигуна диски з регульованою частотою обертання 1500...3000 об/хв. З метою підвищення ефективності пристрою в каналі встановлено декілька валів. Тоді, ефективність одноступінчастого пристрою складає 50 %, а п'ятиступінчастого – 80 %.

Результати розрахунку теплового балансу екобудинку

Розрахунок опору теплопередачі покажемо на прикладі стіни (рис. 1), що виконаний із використанням розробленої колективом авторів комп'ютерної програми, яка дозволяє визначити оптимальний режим теплового балансу екобудинку, із урахуванням положень приведених у [187].

¹⁸⁷ Патент України № 31378, МПК F24D17/22, F24D15/00 [Текст] / Жоров С.В., Жоров В.І. – Заявник і патентовласник ННЦ «ІМЕТ»УААН; заявл. 26.10.2007 р., опубл. 10.04.2008 р., бюл. № 7.

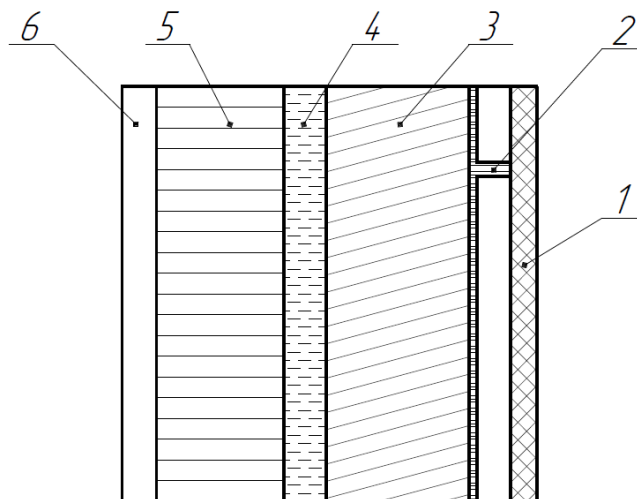


Рис. 1. Розріз зовнішньої стіни будинку:

- 1 – гіпсоволокниста плита товщиною $\delta_1=10$ мм;
- 2 – замкнутий повітряний прошарок, $\delta_2=20$ м;
- 3 – піно-блоки, $\delta_3=400$ мм;
- 4 – утеплювач (мінеральна вата з пароізоляцією), $\delta_4=270$ мм;
- 5 – цегла, $\delta_5=120$ мм;
- 6 – оздоблення $\delta_6=20$ мм.

Результати розрахунку для стіни (рис. 1): стіна – $9,67 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, для покриттів – $9,17 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, для підлоги – $4,78 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. З використанням прикладної комп'ютерної програми були розрахований опір теплопередачі в кутах стін, відсоток вікон, покрівля. Опір теплопередачі стіни складає $9,67 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, а в кутку сходження стіни $7,87 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Подальші розрахунки показали, що опір теплопередачі на поверхні покрівлі складає $9,17 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, після розрахунків – $7,87 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Опір теплопередачі складає $4,77 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, після розрахунків – $7,87 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Далі наведені дані теплової енергії, що поступає від системи опалення сонячного випромінювання і побутових тепло надходжень за опалювальний період без рекуперації вентиляційним повітрям та з тепловою ефективністю рекуперації тепла вентиляційного повітря 80 %, що складає відповідно 75,75 %, 11,53 %, 12,72 % та з тепловою ефективністю рекуперації тепла вентиляційного повітря 80 %, що складає відповідно 55,67 %, 20,76 %, 23,57 %.

При відсутності рекуператора незалежно від ступені утеплення, питома витрата теплової енергії виходить за межі нормативних значень для двоповерхового будинку. Послідовно необхідно утеплювати спочатку вікна, площа яких найменша, потім стіни і в останню чергу – покрівлю з підлогою. Поєднання збільшення опору теплопередачі і присутність рекуператора тепла вентиляційного повітря зменшує питомі витрати теплової енергії за опалювальний сезон.

Апробація результатів досліджень та застосування нових технічних рішень для забезпечення його енергопостачання

Забезпечення комплексів системи життєдіяльності та практичної апробації результатів досліджень по розрахунку теплового балансу

екобудинку вимагає розробку та експериментальну перевірку ефективності технічних засобів на основі відновлюваних джерел енергії.

Адаптована до особливостей екобудинку комбінована система теплопостачання [187], яка включає вітроустановка, сонячний колектор, електрохімічна акумуляторна батарея, бак-накопичувач і тепловий насос. Її робота забезпечує заряд акумулятора, а гаряча вода використовується на господарчі потреби домогосподарства. В холодний період року теплопостачання виконується за рахунок акумулятора тепла і відновлювальних джерел енергії. При зменшенні потенціалу теплоносія нижче мінімального значення включається тепловий насос, підвищується температура води в системі опалення. Результати досліджень показали, що безпосереднє використання сонячної енергії на потребу теплопостачання можливе при середньомісячних температурах зовнішнього повітря більше 7 °С. Надходження енергії вітру в опалювальний період року частково компенсує нестачу сонячної радіації. Використання теплової акумуляції відновлювальної енергії без теплового насосу можливо при досягненні середньомісячних температур –3 °С при потужності віддачі тепло-грунтового акумулятора в межах 10–35 Вт/м²·год.

При екстремально-низьких температурах, пропонується використовувати пресовані паливні брикети, які виготовлені за запатентованою технологією (№ 36002 від 10.10.2008 р., бюл. № 19, розроблено авторами Полтавської державної аграрної академії). У відповідності зі способом, брикети виготовлені з лушпиння соняшнику, з використанням ароматичних і лікувальних речовин. Показники якості – брикетів в порівнянні з фрезерованим торфом наступні: температура згоряння палива – 7,757/4,021 ккал/г, зольність 4,75/17,8 %, теплової коефіцієнт – 870/390. Для часткового забезпечення електроенергією використовується спосіб і установка утилізації шуму, технічні рішення запатентовані № 36848 від 10.11.2008 р., бюл. № 21 та № 55942 від 27.12.2010 р., бюл. № 24 розроблено авторами Полтавської державної аграрної академії. Утилізація шуму відбувається так: в повітрі приміщення генеруються звукові хвилі, які діють на динаміки дифузного типу, і проходять через випрямляч струму, постійний магніт, електричний фільтр і дросель і перетворюються в електричну енергію з накопиченням в акумуляторі. Екобудинок забезпечується газом за допомогою біогазової установки оснащеної аератором знезаражувачем (патент № 56904 від 25.01.2011 р., бюл. № 2 розроблено авторами Полтавської державної аграрної академії).

При цьому забезпечується бактеріальна безпека приміщень та отримання високоякісних органічних добрив для використання в присадибному господарстві.

На рис. 2. представлено графік розподілу теплової енергії відновлювальних джерел енергії протягом року.

На рис. 2 графічно позначено прямою 1 технологічні потреби у тепловій енергії протягом року, криві 2 і 3 – надходження теплової

енергії від сонця та вітру, крива 4 – корегуючи по потребі теплової енергії для екобудинку. Різниця між технологічною потребою в тепловій енергії і фактично виробленої відновлювальними джерелами поповнюється за рахунок геотермальної електростанції.

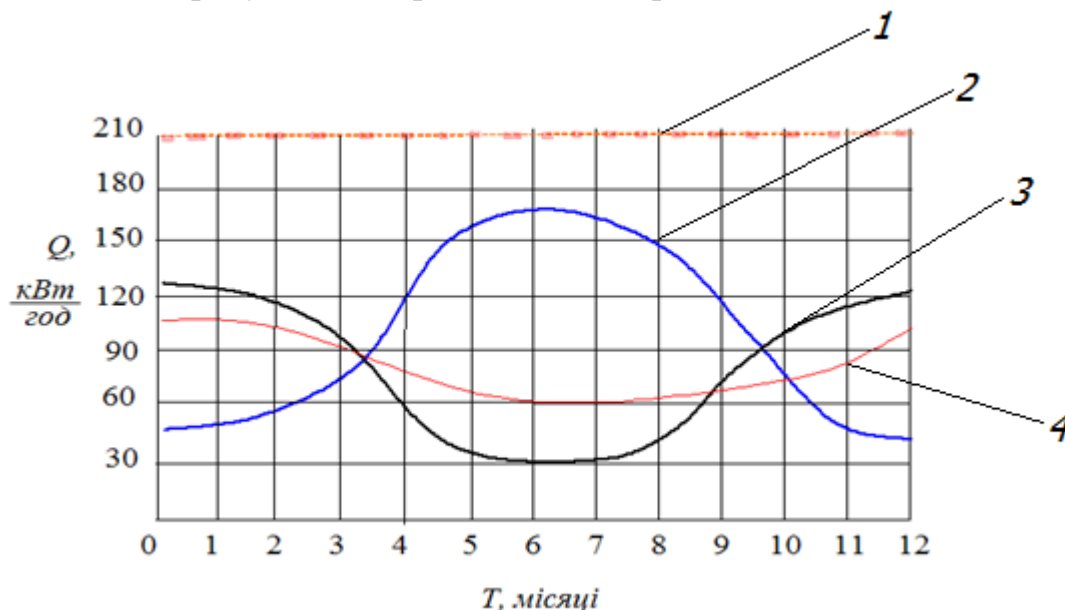


Рис. 2. Графік розподілу теплової енергії відновлювальних джерел енергії протягом року:

- 1 – технологічні потреби у тепловій енергії,
- 2 – сонячна енергія;
- 3 – вітрова енергія;
- 4 – коригуюча пряма.

Техніко-економічні розрахунки ефективності використання комбінованої системи теплопостачання екобудинку показали переваги в порівнянні із отриманням тепла з використанням газової котельні для опалення.

Таким чином, однією з переваг екобудинку є безвідходність. Можна говорити про велику або малу кількість відходів в порівнянні з іншими, але нині краще – говорити на скільки зменшилась кількість та шкідливість. Зрозуміло, що не слід стверджувати, що є екологічно чисті товари так як виробництво супроводжувалось екологічними витратами, тобто слід говорити про порівняльну екологічну чистоту.

Будівельні матеріали з точки зору впливу на здоров'я людей: найменш бажані в якості конструкційного матеріалу метали, бетон, каміння з кристалічними елементами, скло, різні пластики, краще глиняна цегла, м'які гірські породи осадового походження та біогенного походження – дерево, солома, ґрунтоблоки.

Оздоблення приміщень, меблі можуть бути джерелами шкідливого впливу. Це – вироби із пластмаси, синтетичні і багатокомпонентні матеріали.

Крім того, слід відмітити, що екобудинки є безпечними. Нині сучасний багатоповерховий будинок – об'єкт, який спирається повністю на комунальну інженерну структуру і від неї залежить.

В випадку природнього катаклізму: відключиться електрика і місто,

залишиться без світла, води і нормальне життя буде паралізоване. Принципова відмінність екобудинку та, що він спирається на природню інфраструктуру (сонце, вітер, родючість ґрунту), яку відключити складно.

Поселення із екобудинків будуть більш стійкими проти природних і техногенних катаклізмів. Зрозуміло, що екобудинки зможе забезпечити жителям значно більшу безпеку, чим існуюче житло.

Запропоновано алгоритм розрахунку необхідної кількості теплоти для опалення екобудинків. За результатами розрахунків встановлено, що на нагрів вентиляційного повітря при одноразовому повітрообміні витрачалось 73,5 % тепла від загальних тепловитрат в будинку. Використання тепла рекупаторного вентиляційного повітря з тепловою ефективністю 80 % зменшило цю величину до 37,3 %.

Створена комбінована система електропостачання екобудинків на основі відновлювальних джерел енергії, що дозволяє отримати споживачеві від її реалізації прогнозований економічний ефект.

Розглянемо порівняльні економічні показники екобудинку. Зрозуміло, що окремий екологічний будинок – новий унікальний в цілому дорожчий, чим аналогічний будинок виконаний по традиційній схемі. Але, в повній мірі переваги екобудинків проявляються під час масового будівництва. Це буде здешевлення будівництва і експлуатації житлових районів, в зв'язку з різким скороченням необхідної інженерної і виробничої інфраструктури і більш раціональним використанням територій і покращення екологічних обставин, багаточисельні соціальні вигоди.

Таким чином, суспільство будуючи екобудинки одночасно досягає бажаної мети, отримує вигоду в різних сферах. Природно, що власник екобудинку сподівається на різні заходи підтримки та стимулювання з боку держави у вигляді пільг, субсидій, низьких кредитних ставок, інформаційного обслуговування. В розвинутих країнах вище описані способи енергозабезпечення вже широко використовуються і для нашої країни прийшов час переймати передовий досвід та створювати нові технології в цій галузі. Екологічне житло – це дружні навколишньому середовищу, комфортабельні, теплі будинки поєднані з присадибними ділянками і майбутнє за ними.

2.6. Перспективи використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості

Руденко О.М.

Полтавська державна аграрна академія

Широке використання поновлюваних джерел енергії є перспективним напрямом створення надійних систем енергозабезпечення і суттєвого покращення умов життя і праці населення. Стратегія енергетичної політики в аграрній сфері повинна

передбачувати вдосконалення структури енергетичного балансу та енергетичних ресурсів, освоєння нових видів енергії, розробку і впровадження енергозберігаючих технологій і техніки, раціоналізацію системи забезпечення паливом та іншими енергоресурсами. Для широкомасштабного освоєння енергії альтернативних відновлюваних джерел в АПК, зокрема біоенергетики, необхідним є вирішення ряду проблем науково-технологічного забезпечення, передусім створення ефективної проектно-конструкторської бази для розробки і впровадження нової техніки і технологій відновлюваної енергетики у сільськогосподарське виробництво. Значної уваги заслуговує розвиток системи економічних досліджень для прийняття обґрунтованих рішень стосовно напрямів та обсягів розвитку та впровадження техніки та технологій відновлюваної енергетики.

Мета дослідження полягає в розробці теоретичних положень та практичних рекомендацій щодо визначення шляхів удосконалення організації використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості. Вирішення питання лежить в площині відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідро-, біоенергія та ін.:

- оцінити ефективність використання відновлюваних джерел енергії в сільській місцевості;
- виявити найбільш ефективні напрями використання альтернативної енергетики для регіонів з різною спрямованістю розвитку;
- запропонувати рекомендації спрямовані на збільшення частки альтернативних джерел в загальному енергобалансі.

Сприятлива регіональна політика використання відновлювальних джерел енергії здатна забезпечити підвищення ефективності функціонування сфери відновлювальної енергетики в Україні. Досягнення високої ефективності державної регіональної політики та управління можливе за умов:

- 1) розмежування повноважень між центром та регіонами управління сферою енергетики в державі;
- 2) прозорості та оперативності фінансування програм та проектів розвитку сфери відновлювальної енергетики;
- 3) розв'язання проблем власності у галузі відновлювальної енергетики;
- 4) визначення сфери відновлювальної енергетики як економічного об'єкта регіонального управління;
- 5) ефективної територіальної організації використання відновлювальних джерел енергії;
- 6) запровадження ефективного механізму стимулювання використання, впровадження та інвестування галузі відновлювальної енергетики;
- 7) удосконалення законодавства у сфері відновлювальної енергетики.

Біоенергія виробляється в даний час, головним чином, в результаті спалювання деревини, соломи та торфу і використовуються в децентралізованому режимі для виробництва тепла та гарячої води. Використання цієї сировини часто здійснюється шляхом переоснащення

існуючих установок (наприклад, вугільні бойлери) або інсталяції малих і мікроустановок (наприклад, для виробництва біогазу в сільському господарстві або для спалювання соломи). Кожен регіон України має власні природні ресурси, частина яких аналогічна ресурсам, наявним у інших регіонах нашої країни, а частина є унікальною лише для даної місцевості. Із загальної сукупності технологій виробництва біопалива можна виділити дві групи:

1) технології, що через свою ресурсну орієнтованість можуть бути впроваджені у переважній більшості регіонів країни без значної відмінності у вартості отримання ресурсів за умови рівності інших факторів;

2) технології, що потребують специфічної ресурсної бази, яку має лише певний регіон України. Впровадження виготовлення біопалива за цією технологією у регіоні, що не має даних ресурсів у достатній кількості, призводить до збільшення витрат отримання сировини, а відтак, збільшення собівартості продукції за інших рівних умов.

Серед інших умов важливо пам'ятати про роль супутніх (побічних) продуктів, адже за наявності розвиненої виробничої інфраструктури альтернативність використання даних продуктів може знизити собівартість виробництва, а відтак певною мірою знівелювавши фактор дорогої сировини у регіоні, де вона є досить дефіцитною [188].

Враховуючи той факт, що потенціал відновлювальних джерел енергії на різних територіях є різним, а також зважаючи на різну економічну спеціалізацію регіонів від якої залежатиме коло споживачів відновлювальної енергії та доцільність і ефективність використання тих чи інших видів відновлювальних джерел енергій на територіях, для різних територій будуть розроблятися різні напрямки регіональної політики у сфері відновлюваної енергетики.

Отже, оскільки вибір напрямків регіональної політики в даній галузі частково залежить від економічної спеціалізації регіонів, пропонуємо спочатку згрупувати регіони за ознакою спеціалізації економічного розвитку. Для кожної з цих груп запропонуємо напрямки розвитку відновлювальної енергетики, дослідивши коло споживачів кожної з груп та визначивши види відновлювальних джерел енергій, які ефективно використовувати на даних територіях.

Поділимо регіони на наступні групи: регіони аграрного типу, промислового типу та рекреаційного типу. В значній частині областей спостерігається комбінований розвиток декількох сфер економіки одночасно, проте ми згрупували регіони за критерієм щодо провідного напрямку розвитку області і кожну область віднесли до одного з даних типів.

У регіонах аграрного типу основними споживачами енергії виступають аграрні господарства, фермерські господарства та населення. Для регіонів аграрного типу найефективнішим є вироблення

¹⁸⁸ Лук'янихіна О.А. Визначення напрямків розвитку альтернативної енергетики у контексті виробництва біопалива [Електронний ресурс] / О.А. Лук'янихіна, І.А. Вакуленко. – Режим доступу : <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/17126>.

енергії з біомаси, оскільки вона утворюється безпосередньо на цих територіях в процесі виробництва сільськогосподарської продукції (кукурудза, ріпак озимий); переробки сільськогосподарської продукції (жом, осадки та жири); життєдіяльності тварин [189]. Крім того з огляду на існуючі екологічні проблеми, зумовлені сільськогосподарською діяльністю, використання біомаси в енергетичних цілях, дозволить зменшити викиди вуглекислого газу, сірки, оксидів азоту в атмосферу та реабілітувати деградовані землі. В регіонах аграрного типу потенціал біомаси є вищим, ніж в інших групах регіонів.

Нині сільське господарство вважається однією з потенційних галузей, що може продукувати сировину, необхідну для виробництва біологічних видів палива. Використання певної частини земельних ресурсів під енергетичні культури ми розглядаємо, як альтернативу традиційним сільськогосподарським практикам. Як один з варіантів сировини для біомаси пропонуємо вирощувати на територіях сільськогосподарського призначення вербу енергетичну, оскільки цей вид деревини відноситься до швидкоростучих деревних порід, відповідно процес відновлення даного різновиду деревини відбуватиметься в швидших темпах, ніж при вирощуванні багатьох інших – це рослина з високим приростом маси (в 14 раз більшим, ніж ліс, що росте природно).

З 1 га плантації можна отримувати кожного року 30–40 т деревної маси. Крім того, верба здатна збагачувати ґрунти мінералами і мікроелементами, поживними речовинами природного походження. Плантаційне вирощування верби може вирішити проблеми енергозабезпечення невеликих міст з групи регіонів аграрного призначення за допомогою спалювання її в твердопаливних котлах, які виробляють теплову енергію для соціальних об'єктів, бюджетних організацій, а також на об'єктах централізованого опалення [190].

Для заміни існуючому пальному пропонуємо використовувати біодизель, синтезований з рослинних олій. Зокрема пропонуємо збільшити посіви ріпаку, який являється найпоширенішою сировиною для виробництва біодизелю, крім того перевагою ріпаку є те, що він має широкий спектр застосування у різних галузях технічного спрямування. Ріпак не виснажує ґрунт, істотно покращує його структуру. Засіваючи ріпаком 5,5 млн га, Україна могла б виробляти біодизель в обсягах, здатних повністю задовольнити її потреби в паливі. Ще однією перевагою використання даної сировини є стійкий попит з боку іноземних покупців, адже тема біодизеля нині потужно лунає в країнах Європи, тому вбачається відсутність проблеми зі збутом ріпаку [191].

¹⁸⁹ Рекомендації щодо створення сільськогосподарського обслуговуючого кооперативу для надання послуг у виробництві та реалізації біопалива в Житомирській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/3790/1/Recom_koop_2011.pdf.

¹⁹⁰ Гелехута Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 1. / Г.Г. Гелехута, Т.А. Железна // Пром. техніка. – 2010. – Т. 32, №3. – С. 71–79.

¹⁹¹ Енергетична безпека навколишнього середовища: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Концептуальні основи раціонального використання та охорони туристичних ресурсів / Л. Матвійчук, Б. Герасимчук. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2013. – С. 89–92.

Використання кам'яного вугілля в сільському господарстві пропонуємо при можливості замінити брикетами з гранулами з соломи і деревини. Вони мають не меншу теплотворну здатність, ніж кам'яне вугілля, але їх спалювання значно менше забруднює атмосферне повітря оксидами сірки та золою. У регіонах промислового типу споживачами енергії з відновлювальних джерел виступатимуть підприємства та населення. Оскільки, як правило, промислові комплекси потребують значних обсягів енергії для споживання, найефективнішим, на нашу думку, є використання вітрогенераторів та сонячних колекторів для виробництва енергії.

Зокрема пропонується побудова вітропарків з високими потужностями неподалік промислових комплексів, проте за межами населених пунктів. Промислові комплекси, як правило, потребують безперебійного постачання енергії, тому пропонуємо використовувати комбіновані енергосистеми, наприклад які генерують енергію з кількох видів відновлювальних джерел або в поєднанні з традиційними джерелами енергії. Крім того, оскільки регіональна політика в галузі відновлювальної енергетики повинна бути спрямована на створення економічних ефектів від галузі, щоб споживачі енергії були зацікавлені в її використанні, то одним із напрямків розвитку відновлювальної енергетики в регіонах промислового типу може бути можливість населення продавати промисловим комплексам надлишкову енергію, яка вироблена установками відновлювальної енергетики і яка не споживається. Реалізація даного напрямку потребує прийняття з боку держави правових норм і законів, які б уможливили відповідні дії. З позиції населення збільшити обсяги енергії на продаж, тобто надлишкової енергії, яка не споживається, можливо шляхом здійснення теплоізоляції будинків за допомогою сучасних термоізоляційних матеріалів. У регіонах рекреаційного типу основними споживачами енергії виступатимуть заклади розміщення і бази відпочинку, санаторії, туристичні бази, готелі. Оскільки питання досягнення високої екологічності територій це одна провідних цілей для розвитку рекреаційних регіонів, то найбільш ефективними видами енергій в даному випадку виступатимуть сонячні колектори, які не продукують викидів в атмосферу, а також вітрогенератори, в тому числі вітрогенератори офшорного типу, які встановлюються на приморських територіях, які характеризуються високими показниками швидкості вітру. Крім того кліматичні особливості даних територій і ресурсний потенціал сонячної енергії та вітрової енергії цих територій дозволяє ефективно розвивати дану галузь в такому напрямку.

Інноваційні енергопродукуючі технології можуть бути розділені за типом енергії, який споживається.

1. Які використовують викопні види палива (природний газ):

- конденсаційний котел – такий тип котла, який має вищу ефективність використання палива за рахунок повернення і використання тепла димових газів;

- когенераційна установка – такий тип обладнання, який виробляє одночасно теплову і електричну енергію.

2. Які використовують енергію з відновлювальних джерел:

- сонячний колектор – обладнання, яке перетворює сонячну в теплову енергію;

- фотоелектричний (PV) модуль – обладнання, яке перетворює сонячну в електричну енергію;

- вітрова турбіна – обладнання, яке перетворює енергію вітру в електроенергію; піролізний котел – сучасний твердопаливний (біомасний) котел, який може в якості палива використовувати біомасу низької якості, при тому утворювати невелику кількість викидів;

- когенераційна установка – обладнання, яке в якості палива може використовувати біогаз, біодизель чи біоетанол для виробництва теплової і електричної енергії;

- біогазова станція – об'єкт, який виробляє біогаз з органічних рештків шляхом анаеробного бродіння (за відсутності кисню). Біогаз може використовуватися для виробництва тепла, електроенергії, когенерації, а після очистки до стану метану – як пальне для авто;

- біодизельна установка – обладнання, яке, використовуючи тваринні чи рослинні жири, виробляє біодизель, який можна використовувати для виробництва тепла, електроенергії, когенерації чи використовувати як пальне для авто;

- гідротурбіна – обладнання, яке перетворює енергію води в електроенергію;

- тепловий насос – обладнання, яке використовує геотермальну енергію (геотермальні теплові насоси), енергію повітря (повітряні теплові насоси), ґрунтових чи поверхових вод тощо для опалення і кондиціонування.

3. Які високоефективно використовують електроенергію (з традиційних або альтернативних джерел) – електроаккумуляційне обладнання, яке складається з електричного котла і накопичувача тепла (тепловий акумулятор) задля опалення чи гарячого водопостачання.

Інший підхід поділу інноваційних енергопродукуючих технологій може базуватись на різновиді енергії, який вони виробляють.

1. Виробництво тепла: конденсаційний котел, електроаккумуляційне обладнання, сонячний колектор, піролізний котел;

Енергоефективні технології та відновлювальні джерела енергії:

- біогазова станція, біодизельна установка, тепловий насос.

2. Виробництво електроенергії:

- фотоелектричний (PV) модуль, вітрова турбіна, гідротурбіна (ГЕС).

3. Виробництво електроенергії і тепла: когенераційна установка.

Таким чином, організаційно-правовий напрямок, який має забезпечити формування довгострокової стратегії розвитку альтернативних джерел енергії, створити досконалу законодавчу базу, регламенти та стандарти виробництва, збереження та використання.

Фінансово-економічний напрямок, який би включав заходи щодо

формування привабливого інвестиційного клімату для залучення іноземних інвестицій для розвитку альтернативних джерел енергії.

Техніко-технологічний напрямок державного регулювання має бути направлений на обґрунтування схем територіального розміщення та встановлення оптимальних потужностей з виробництва альтернативної енергії, виявлення найкращих технологічних схем виробництва альтернативних джерел енергії.

Інфраструктурний напрямок, який спрямований на формування всіх додаткових умов, необхідних для безперебійного та стабільного процесу виробництва та споживання альтернативної енергії, безпеки ресурсного, енергетичного та іншого забезпечення.

Комплексний та системний підхід дасть змогу створити ефективну систему регулювання розвитку альтернативних джерел енергії.

РОЗДІЛ 3

СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ І ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

3.1. Економічний механізм реалізації політики енерговикористання в діяльності сільськогосподарських підприємств

*Коломицева О.В., Бурцева Т.І., Пальонна Т.А., Горяна І.В.
Черкаський державний технологічний університет*

Економічний механізм політики управління енерговикористанням є складовою частиною загальної системи управління розвитком сільськогосподарських підприємств. Під економічною політикою розвитку енергоефективності слід розуміти такий напрямок розвитку, який пов'язаний з раціональним використанням наявного економічного потенціалу як сукупності виробничих потужностей і їх можливостей, кваліфікації кадрового складу, що можуть бути використані для забезпечення всіх матеріальних потреб сільськогосподарського підприємства в енергоресурсах [192].

Структурні диспропорції в економіці України створювали умови для нераціонального використання всіх видів матеріальних ресурсів та надмірного споживання енергії. В результаті Україна щорічно втрачала до 10% валового внутрішнього продукту у вигляді зменшення продуктивності основних фондів, нераціонального використання природних, трудових, матеріально-енергетичних ресурсів [193]. Зокрема неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів призвело до того, що виробнича діяльність сільськогосподарських підприємств є одним з найбільш енергоємних у світі: на виробництво одиниці продукції витрачається у 3–5 разів більше енергії, ніж у країнах Європейського Союзу [194].

В той же час величина природно-ресурсного потенціалу України (у розрахунку на одну особу в 1,5–2 рази перевищує потенціал США, в 4 рази Німеччини, в 12–15 разів Японії), що дозволяє за цим показником зарахувати її до першої шістки країн Європи. Об'єктивно це мало б означати високий конкурентний статус держави. Однак за даними обстеження міжнародної конкурентоспроможності, які щорічно проводять в рамках Світового економічного форуму наша держава перебуває в групі країн із факторно-керованою економікою, динаміка рейтингу якої за індексом конкурентоспроможності зростання є невітнішою [195].

¹⁹² Федонін О.С. Потенціал підприємства: формування та оцінка : навч. посіб. / О.С. Федонін, І.М. Рєпіна, О.І. Олексюк. – К. : КНЕУ, 2004. – 316 с.

¹⁹³ Семенівський В.М. Енергоменеджмент як фактор сталого розвитку економіки України / В.М. Семенівський // Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту. – 2011. – №1. – С. 71–75.

¹⁹⁴ Послання Президента України до Верховної Ради України «Європейський вибір» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish>.

¹⁹⁵ Держава та економічне зростання (Концепція державного регулювання відтворювальних процесів в економіці України) / за ред. Б.Є. Кваснюка; НАН України ; Ін-т екон. прогнозів. – К., 2001. – 88 с.

В щорічному рейтингу конкурентоспроможності World Competitiveness Yearbook 2017 міжнародного Інституту управлінського розвитку (Institute for Management Development, IMD) за результатами досліджень минулого року Україна опустилася в рейтингу конкурентоспроможності з 59 місця на 60-е місце [196]. У рейтингу були представлені 63 країни. Одним із основних критеріїв оцінки конкурентоспроможності була здатність країни управляти своїми ресурсами для подальшого зростання економіки.

Зменшення *конкурентоспроможності* вітчизняної продукції обумовлюється високою енергоємністю та собівартістю продукції як на зовнішніх так і на внутрішньому ринку, виступаючи додатковим чинником скорочення виробництва. У свою чергу, скорочення виробництва означає нестачу коштів на закупівлю тих же енергоносіїв у необхідних обсягах.

Сільськогосподарське виробництво належить до галузей, що мають низьку конкурентоздатність технологій, які виробляють продукцію масового використання. Реалізація потреб в виробничо-господарській діяльності сільськогосподарських підприємств постійно супроводжується суперечностями, які в кінцевому рахунку проявляються як протиріччя між попитом і пропозицією. При цьому відправним пунктом суперечностей є виробництво, яке постійно потребує додержання вимог інтенсифікації і залежить від впливу структури агропромислового комплексу, від внутрігалузових пропорцій, зв'язаних з необхідністю підвищення питомої ваги інноваційної продукції. У сфері виробничих відносин потреби проявляються як економічні інтереси, які виступають механізмом задоволення економічних потреб у засобах виробництва, в предметах споживання населення тощо. У даному випадку механізм політики в сфері енергоефективності повинен ґрунтуватися на єдності інтересів всіх суб'єктів управління з метою досягнення поставлених цілей.

За цих обставин переходу від конкуренції всередині країни до конкуренції на міжнародних ринках потрібно переглянути відношення сільськогосподарських підприємств до ефективного формування і використання ресурсів усіх видів, а особливо енергоресурсів, їх відновлення і збереження.

Це вказує на необхідність впровадження економічного механізму політики енергоефективності як системи заходів досягнення поставлених оперативних і стратегічних цілей направлене на максимальне використання виробничих потужностей підприємств, досягнення необхідних обсягів продукції, належної якості і асортименту, застосування новітніх технологій та сучасних форм організації праці тощо [197].

¹⁹⁶ The 2017 IMD World Competitiveness Ranking [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/release-2017/2017-world_competitiveness_ranking.pdf

¹⁹⁷ Економічна діагностика : практикум / [Костенко Т.Д., Герасимов А.А., Рижиков В.С. та ін.]. – К. : ЦУЛ, 2007. – 186 с.

Вивчення структури передових вітчизняних сільськогосподарських підприємств показує, що існує необхідність в розробці нових економічних стратегій розвитку, які характеризуються інноваційними перевагами, стратегічним ефектом, застосуванням біотехнологій, інтелектуальним потенціалом тощо.

Відомо, що проблемна ситуація з'являється там, де існують невідповідності між реальним станом і тим, що пропонується. Споживач в процесі проведених змін хоче надати існуючій організації виробництва нову якість, яка має конкретні характеристики. До таких характеристик відноситься енергоємність кінцевої продукції.

Схема процесу організаційного розвитку в умовах переходу сільськогосподарських підприємств в новий стан представлена на рис. 1.

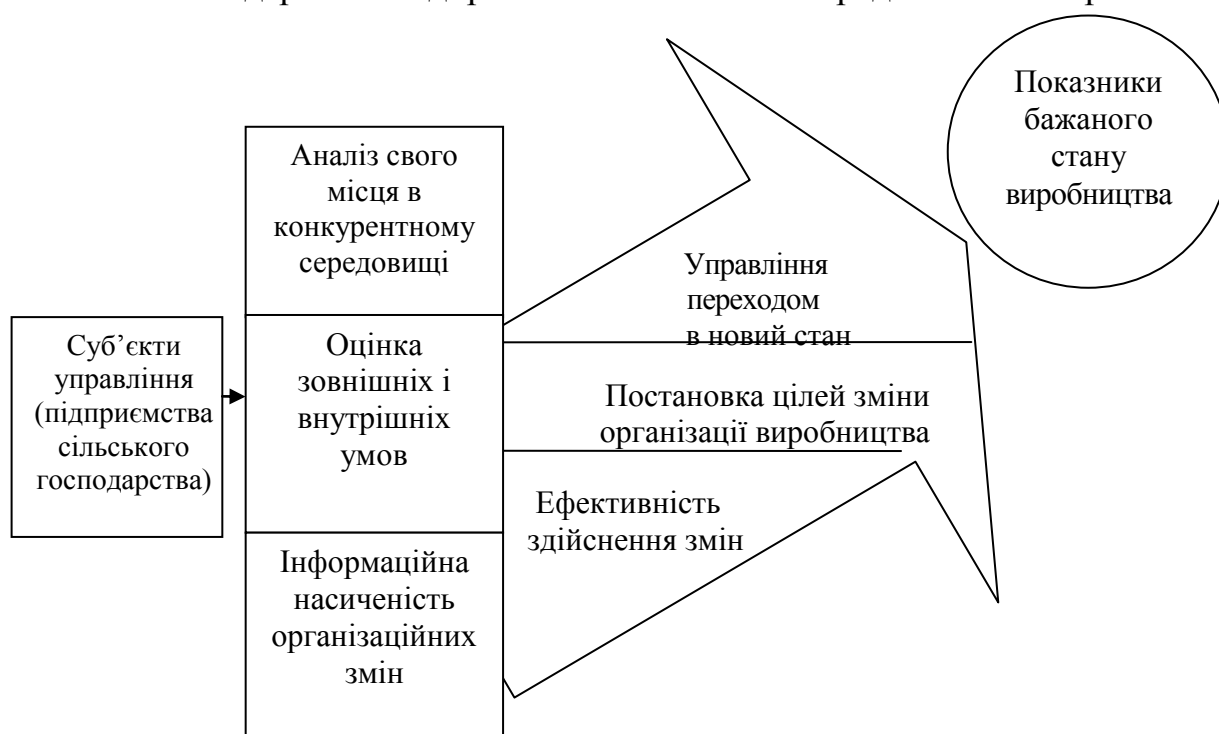


Рис. 1. Схема процесу організаційного розвитку сільськогосподарських підприємств

Джерело: авторська розробка

Сільськогосподарське виробництво належить до галузей, що мають низьку конкурентоздатність технологій, які виробляють продукцію масового використання. Одночасно залишився суттєвий потенціал перспективних напрямків фундаментальних і прикладних досліджень у ряді енергетичних виробництв; продовжують існувати значні експортні можливості у підприємствах [198]. За таких умов до кількісних факторів, що впливають на стан енергоефективності, відносяться:

- розширення обсягів використання нових та існуючих енергозберігаючих технологій і обладнання, впровадження сучасних систем обліку та контролю за витратами енергоресурсів;

¹⁹⁸ Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень : навч.-метод. посіб. / В.Ф. Ситник, І.В. Гордієнко. – К. : КНЕУ, 2004. – 427 с.

- впровадження нових прогресивних технологій виробництва та перетворення енергоресурсів, скорочення витрат всіх видів ресурсів.

Використання таких факторів впливу підвищує ефективність використання енергоресурсів в практиці господарювання, дає можливість формувати сільськогосподарським підприємствам конкурентні переваги, а також таку структуру використання і відновлення енергоресурсів, яка забезпечує їх енергетичну безпеку. Таким чином, будь-яке сільськогосподарське підприємство повинно підвищити власну енергетичну безпеку, що можливо зробити завдяки реалізації політики енергозбереження. Світовий досвід переконливо доводить, що лише там відбувається швидке досягнення конкурентоздатності, де наріжним каменем політики постала енергоефективність [199].

В той же час фактор енергозбереження є одним із визначальних для енергетичної стратегії України. Від його рівня залежить ефективне функціонування національної економіки, досягнення необхідної пропорційності в процесах розвитку економіки сільськогосподарських підприємств.

Питання надходження, розподілу і використання енергоресурсів потребує удосконалення шляхом зміни стратегії енергозабезпечення, створення умов для сталого функціонування і розвитку системи енергозбереження в виробничій діяльності сільськогосподарських підприємств. У першу чергу необхідно зробити досконалу оцінку внутрішніх ресурсів забезпечення виробництва енергоносіями, а також інтенсифікувати розвиток новітніх технологій, здатних забезпечити виробництво новими різновидами енергоносіїв. Реалізація процесів забезпечення і ефективності використання наявних енергоресурсів з мінімізацією їх втрат у великій мірі залежить від розроблених процедур управління, під якими будемо розуміти сукупність стратегій процесу управління, згрупованих за принципом обов'язкової послідовності, необхідної взаємодії, адаптації до внутрішніх і зовнішніх організаційних змін тощо.

Це пов'язано з тим, що технологічні режими сільськогосподарського виробництва знаходяться на максимально допустимому рівні, що забезпечує збільшення випуску продукції. Стратегічно-пріоритетний підхід до цих процесів дає можливість розробити більш збалансовану енергетичну політику (в першу чергу шляхом виділення енергоємних виробництв і їх класифікації), і на їх основі окреслити багаторівневу систему пріоритетів, цілей розвитку і ресурсів (людських та фінансових).

До такої багаторівневої системи пріоритетів відноситься комплексне використання відновлювальних джерел енергії різних видів з системами акумулювання електричної і теплової енергії, та акумуляторів енергії на основі водню, що сприяє підвищенню ефективності застосування обладнання на основі відновлювальних джерел енергії та забезпечує

¹⁹⁹ Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2008 році [Електронний ресурс] / С.Ф. Єрмілов, В.М. Геєць, Ю.П. Яценко, В.В. Григоровський, В.Е. Ліп та ін.. – К., НАЕР. – 2009. – 93 с. – Режим доступу : <http://euea-energyagency.org/userfiles/file/National%20report%20NAER.pdf>

стабільне енергопостачання споживачів [200].

Дослідження показали, що сьогодні існує достатня кількість методів і практичних засобів, що можуть бути впроваджені для зниження витрат енергоресурсів та зниження собівартості продукції в різних виробничих формуваннях або видах економічної діяльності. Одним із найбільш ефективних з них є енергозбереження. Вивчення і використання досвіду господарювання окремих країн показує, що 15–20 % заощадженої енергії отримується за рахунок упорядкування власного енергетичного господарства [201].

Системне вивчення процесів використання паливно-енергетичних ресурсів вимагає зіставлення показників не тільки загального обсягу використання, але й їх складу (структури). Питання розробки і оцінки структури паливно-енергетичних ресурсів на сьогодні є досить складним, що пов'язано з появою альтернативних видів ресурсів, збільшенням їх кількості тощо.

Україна, яка є відчутно залежною державою від імпорту енергоносіїв, і, водночас, маючи потужний аграрний комплекс, не використовує широкі можливості для виробництва біопалива. Темпи розвитку у нас біоенергетики помітно відстають від європейських чи американських. Однак останнім часом активізувалася робота по впровадженню в виробничій діяльності вітчизняних сільськогосподарських підприємств нових технологій в біоенергетиці.

Подальший прогрес передбачає розробку нових поколінь енергозберігаючих, маловідходних і безвідходних технологій, систем контролю енергоспоживання, нетрадиційних систем та джерел енергії, переорієнтацію системи підготовки спеціалістів для розвитку сільськогосподарських підприємств при стабілізації та зменшенні споживання енергії; розвиток правових та економічних засад управління виробництвом планування і організації споживання енергії підприємств, побудови нових енергетичних потужностей. Дослідження системи базується на оцінці початкового стану сукупності параметрів – природних, трудових, енергоресурсів, соціальних ресурсів та методів управління.

Особливої уваги потребує моніторинг енергетичної ефективності, яка є одним з основних чинників кризових явищ в українському сільськогосподарському виробництві. Тому замість завдань енергозабезпечення кількісного розвитку, яким сільськогосподарські підприємства слідували впродовж десятиріч потрібно перейти до виконання завдань якісного енергозбереження. Відомо, що витрати на видобуток або на купівлю натурального палива в 2–2,5 рази вищі, ніж за 1 т у.п., отриманого за рахунок енергозбереження [202].

²⁰⁰ Спіфанов А.О. Регіональна економіка : навч. посіб. / А.О.Спіфанов, І.В.Сало. – К. : Наукова думка. – 2001. – 340 с.

²⁰¹ Васько П.Ф. Сучасний стан, потенційні можливості та передумови подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні / П.Ф. Васько // Відновлювана енергетика. – 2006. – №1. – С.60–65.

²⁰² Зеркалов Д.В. Організація використання енергоресурсів : довідник [Електронний ресурс] / Д.В. Зеркалов. – К. : Основа, 2009. – 211 с. – Режим доступу : http://dl.khadi.kharkov.ua/pluginfile.php/27717/mod_folder/content/0/energo/170590_799A0_zerkalov_d_v_organizaciya_vikoristannya_energoresursiv_dovid.pdf?forcedownload=1.



Рис. 2. Економічний механізм реалізації політики енерговикористання та енергозбереження в окремих видах діяльності сільськогосподарських підприємств

Джерело: авторська розробка

Необхідно створення умов зацікавленості виробників в енергозбереженні, запровадити ефективні механізми залучення інвестицій для реалізації енергозберігаючих заходів. Потрібно підтримати всі підприємства щодо впровадження нової енергозберігаючої техніки та технологій, впровадженні автоматизованих систем обліку споживання енергоресурсів. Ефективне формування, розподіл та використання енергоресурсів є однією з цілей розвитку сільськогосподарських підприємств, засобом ефективності в напрямі економічного зростання виробництва первинних енергоресурсів, підтримки розвитку поновлювальних і нетрадиційних джерел енергії, структурної та технологічної перебудови окремих видів діяльності. Запропонований економічний механізм оптимізації енерговикористання та енергозбереження в окремих видах діяльності сільськогосподарських підприємств відображено на рис. 2.

Таким чином, задача підвищення конкурентоспроможності продукції сільського господарства за рахунок енергозбереження важлива, актуальна і має досить широкий спектр напрямів свого вирішення. В сучасних умовах основну увагу доцільно сконцентрувати на формуванні довгострокової програми енергозбереження, в рамках якої необхідно на базі детального аналізу існуючого технологічного процесу розробити систему заходів щодо послідовного впровадження на підприємстві енергозберігаючих технологій. Результатом реалізації такої програми буде підвищення конкурентоспроможності продукції не тільки за рахунок зниження енергоємної складової її собівартості, але й за рахунок зростання загальної культури виробництва, формування іміджу підприємства як впроваджувача нових технологій і захисника навколишнього середовища.

Отже, розроблений економічний механізм оптимізації енерговикористання та енергозбереження в окремих видах діяльності сільськогосподарських підприємств, базується на системі заходів, спрямованих на раціональне і ефективне використання всіх видів енергоресурсів, їх скорочення на одиницю корисного ефекту. Досягнення стратегічної мети може бути забезпечене впровадженням інноваційних ресурсних стратегій на основі зміни принципів, форм і методів планування, організації та використання систем енергозабезпечення, ефективного енергоспоживання, що веде до підвищення енергоефективності виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств, тобто ефективності задоволення потреб виробництва в енергетичних послугах у вигляді енерговикористання.

3.2. Альтернативні технології утримання свиней, спрямовані на скорочення енерговитрат при вирощуванні

Павлова І.В.

Полтавська державна аграрна академія

На сьогоднішній час для державної політики аграрної промисловості є актуальним та доречним питанням перехід на енергозберігаючі та більш енергоефективні системи виробництва продукції тваринництва. Ключовим моментом сучасних ресурсозберігаючих технологій є впровадження системи «холодного» утримання тварин. Вона вимагає поступової адаптації тварин до перебування в неопалюваних приміщеннях, дозволяючи суттєво знизити собівартість за рахунок зменшення витрат енергетичних ресурсів.

В умовах євроінтеграції питання екологічності виробництва та самої продукції набуває неабиякої актуальності. Впровадження технології «холодного» утримання здатне суттєво знизити негативний тиск свинарства на довкілля. Вдосконалення системи утримання має відбуватися шляхом реконструкції, модернізації наявних тваринницьких приміщень, їх переобладнання або будівництва нових нематеріаломістких споруд – легких ангарів на основі використання несучих металоконструкцій та тентових покрівельних матеріалів.

Питанням порівняння ефективності використання традиційних свинарників та споруд ангарного типу переймаються як вітчизняні, так і закордонні науковці. Результати досліджень вказують на можливість комбінування різних типів приміщень та систем утримання з врахуванням індивідуальних особливостей конкретного господарюючого суб'єкта.

За матеріалами досліджень канадських вчених виявлено суттєву різницю в показниках ефективності виробництва в різних типах свинарників залежно від сезонного фактору. Влітку чистий прибуток з однієї свині був більшим в ангарах, взимку – в традиційних спорудах. В цілому за рік перевагу отримують останні, оскільки дозволяють компенсувати більші початкові інвестиції за рахунок нижчих змінних витрат. Однак, варто зупинити увагу на моменті, який є надзвичайно актуальним для українського підприємця: за результатами фінансового аналізу ангари мали найвищу рентабельність інвестицій та короткий термін окупності. Ці переваги пояснюються меншими початковими інвестиціями. За чистого доходу з фінансуванням на 100 % на рік ангарні споруди можуть окупитися за 2,67 року, традиційні – за 5,15 року.

Вітчизняні вчені активно досліджують можливості комбінування різноманітних типів споруд та систем утримання тварин. Результати порівнянь визначають перспективність використання в умовах Степу України альтернативних технологій виробництва в неопалюваних приміщеннях. Свині, на думку науковців, можуть утримуватися як в легких тентових конструкціях, так і в реконструйованих тваринницьких

спорудах та навіть сіносховищах. Це дозволяє скоротити витрати енергоносіїв на 20 %. Незважаючи на зростання питомих витрат кормів в «холодних» приміщеннях, вони дозволяють знижувати загальні витрати та підвищувати результативність виробництва.

Зважаючи на результати аналізу різних технологічних комбінацій варто зайвий раз відзначити техніко-технологічну відсталість існуючої системи виробництва свинини в Україні. Відродження галузі та нарощування обсягів виробництва продукції свинарства мають відбуватися зокрема завдяки переходу до маловитратних ресурсозберігаючих технологій та технічному оновленню галузі.

Кожен підприємець має чітко визначити стратегію поведінки на ринку і відповідно до неї здійснювати трансформацію діючої технології на засадах «холодного утримання» та ритмічних поставок продукції. Зволікання з модернізацією виробництва неминуче призведе до подальшої стагнації свинарства в Україні [203].

Однією з таких впроваджуваних технологій повинно бути холодне утримання свиней на глибокій незмінюваній підстильці (Канадська технологія). Суть такої технології полягає в тому, що тварин поміщають в неопалювальний ангар, що являє собою металевий каркас з тентовим покриттям. При холодному утриманні свиней тримають великими однорідними групами. Вони повинні мати вільний доступ до питної води. Годують свиней досхочу збалансованими сухими комбікормами. Холодне утримання свиней застосовують для відгодівлі тварин, розведення холостих і супоросних маток, кнурів [204].

Головною перевагою холодного утримання свиней є швидкість зведення споруд, малий термін окупності, економія на освітленні та опаленні (рис. 1).



Рис. 1. Вид з середини ангару, де утримуються свині за канадською технологією утримання

²⁰³ Кобеньук С.О. Вдосконалення виробництва продукції свинарства в Україні / С.О. Кобеньук // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2016. – № 4. – С. 49–53.

²⁰⁴ Холодне утримання свиней – позитивні і негативні сторони [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://usnasuperbio.com.ua/page/holodne-utrymannja-svynej-pozytyvni-i-negatyvni-storony>.

Зазвичай розміри ангарів складають 9–11 м в ширину і 18–33 м в довжину, хоча останнім часом спостерігається тенденція до збільшення розмірів. Такий ангар вміщує 250–270 голів свиней на відгодівлі. У стінах передбачені вентиляційні отвори, які в холодний період закриваються дерев'яними щитами. У торцях ангар знаходяться тентові ворота, що піднімаються і опускаються за допомогою системи блоків. В однієї сторони ангара є бетонований майданчик з бункерної саме годівницею до напувалок.

Інша частина ангара заповнюється підстилкою. Більшість виробників використовує підстилку на долівці. Найбільш часто використовуваний підстилковий матеріал – солома злакових культур, але можна застосовувати і тирсу, деревні стружки, лушпиння насіння соняшнику та інші органічні матеріали з високою вологи поглинаючою здатністю. Підстилковий матеріал спочатку розміщується шаром до 0,2 м, у міру зволоження підстилки його поступово додають.

Для поліпшення загальних показників до матеріалів додають спеціальні бактерії (біопрепарати) для переробки свинячого гною. Найбільш поширеним варіантом згаданих біодобавок вважається «Водограй + чистий хлів», під впливом якого гній утилізується і його не потрібно прибирати, навіть запах зникає.

Застосування глибокої підстилки сприяє підвищенню рентабельності свинарства і зниження матеріальної бази. Завдяки бактеріям в підстилці для свиней не тільки можливо не прибирати свинарник, а й забезпечити тварин хорошим зігріваючим матеріалом, так як при переробці сечі і гною звільняється досить велика кількість тепла (в середині підстилки температура досягає +40 °C).

Дуже вигідно використовувати таку підстилку в зимовий період, особливо якщо свинарник не опалюється. Температура нижнього шару настилу спокійно досягає + 5–15 ° C навіть в морози, а це значить, що і в неопалюваному приміщенні з хорошою системою вентиляції можливо буде створити свиням всі умови для комфортного утримання.

Тепло, що виробляється бактеріями для свинарника, перешкоджає поширенню комах, гризунів і хвороботворних бактерій. Одним словом, економія помітна неозброєним оком: істотно скорочуються трудові витрати на прибирання та вивезення гною, а також не потрібно опалювати приміщення в холодну пору року або витрачатися на лікування свиней, які в інших умовах хворіли б набагато частіше [205].

Крім згаданої економічності, технологія вирощування свиней з використанням глибокої підстилки має й інші переваги, до яких відноситься: простота конструкції (зокрема, не потрібна складна система вентиляції); доступність застосування як в умовах утримання великої кількості свиней на фермах, так і при їх розведенні в приватному господарстві; легкість монтажу конструкції: свинарник збирають з

²⁰⁵ Канадська технологія вирощування свиней: огляд і відео [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://poradum.com/poradi-dlya-domu/gospodarstvo/kanadska-texnologiya-viroshhuvannya-svinej-oglyad-i-video.html>.

легкого підручного матеріалу, надаючи йому арочну форму і накриваючи тентом; приріст маси свиней, які утримуються за цією технологією, становить 700–850 г/добу, причому м'ясна частка збільшується на 3 %; можливість легкої установки бункера автоматичної подачі комбікорму (наприклад, можна настроїти пристрій таким чином 1 раз в тиждень, в результаті чого економія комбікорми в процесі вирощування нерідко досягає 300 г/1 кг приросту); відсутність необхідності в очищенні повітря від аміачних парів, що з'являються разом з гноєм і сечею (присутні в підстилці бактерії самі відмінно справляються з цим завданням); універсальність і довговічність підстилки: її міняють раз в п'ять років, використовуючи старий настил як повністю готове органічне добриво (нагадаємо, що простий гній занадто виснажує землю, в той час як його перегній, навпаки, насичує); високий рівень чистоти в свинарнику: повітря завжди свіжий, а свині не бруднити гноєм. Що стосується недоліків застосування глибокої підстилки, а мінуси є в будь-якій технології, то їх дуже мало. По-перше, рано чи пізно підстилку доведеться міняти, а цей процес займе чимало часу, по-друге, затрати на біопрепарати для підстилки [206].

Існує два основних способи утримання свиней на глибокій підстилці: вільно вигульний і безвигульне, який використовується трохи рідше. Багато фахівців вважають, що домогтися максимально ефективних результатів можна лише за допомогою першого варіанту змісту, так як, перебуваючи в постійно закритому просторі, свині гірше ростуть і не так добре набирають масу.

Вигульний спосіб. Вільно вигульний спосіб утримання свиней використовується набагато частіше, ніж безвигульне варіант вирощування тварин, в тому числі і на глибокій підстилці. Він застосовується на будь-якому етапі розвитку поголів'я, однак в такому випадку доведеться формувати з свиней одностатеві стада приблизно однакового віку. В іншому випадку існує досить висока ймовірність пошкодження молодняка більш дорослими особинами. З метою вигулу тварин до приміщення, де вони містяться основну частину часу, прилаштовують відкриті загони або спеціальні майданчики. Вигул проводять або строго по режиму, або в будь-який зручний час, ніяк не обмежуючи цей процес. На великих фермах, де використовуються бактерії для підстилки свиней, а самі тварини вирощуються в вільно вигульній формі, їх годування повністю автоматизовано і механізовано. Це робить процес утримання поголів'я дуже економічним, особливо при використанні сухих комбінованих сумішей.

Пасовищний варіант утримання тварин більш актуальне в літню пору року, хоча в будь-якому випадку він: забезпечує екологічно безпечне виробництво; не вимагає великих фінансових витрат на придбання матеріалів (каркасно-тентові споруди стоять порівняно недорого); дозволяє

за короткий час (від трьох до п'яти днів) отримати повноцінний свинокомплекс; окупить себе вже через 1–1,5 роки; забезпечує середньодобові прирости на рівні 750–850 грамів; не вимагає великих трудових і матеріальних витрат на освітлення і обігрів; дозволять свиням перебувати в комфортних умовах. Описана технологія однаково ефективно використовується для відгодівлі тварин, утримання кнурів, поросних або неодружених свиноматок або навіть підсисних свиноматок з приплодом.

Безвигульний спосіб утримання свиней не настільки привабливий для них і більше підходить для зимової пори року. Однак більшість свинокомплексів, розрахованих на велику кількість тварин, використовують саме цей варіант утримання. В утеплених соломною або тирсою загонах свині можуть перебувати до самого моменту здачі на м'ясо, так і не побувавши на свіжому повітрі. Тому для підтримки гарної репродуктивної здатності і належного розвитку особин в приміщенні необхідно забезпечити відповідний мікроклімат: сухий і добре вентиляований. Надмірне скупчення вологи в повітрі буде провокувати появу у свиней різних захворювань, а також збільшить ймовірність застуди у тварин. Не варто забувати і про табірної-пасовищної системі, адже, незважаючи на те що це найбільш витратний варіант, в літній час вона допомагає отримати більше кількість м'яса без істотних матеріальних вкладень. При такому варіанті вирощування порослят містять трьома способами: стійлово-пасовищного (взимку тварини знаходяться в напіввідкритих приміщеннях, а влітку — на пасовище); власне табірної-пасовищне (свині розміщені в пересувних таборах і в міру виїданням трави на одному місці комплекс переїжджає в інше); табірної-безвигульне (тварини живуть в літніх таборах, але корм їм привозять з полів). Кожен фермер вибирає найбільш оптимальний для себе спосіб розведення свиней, перш за все з огляду на кліматичні умови свого регіону і фінансові можливості (рис. 2).



Рис. 2. Вид ззовні ангарних споруд для холодного методу утримання свиней

Позитивні сторони холодного утримання свиней:

1. Повна відсутність витрат на механічне чищення свинарника.
2. Мінімальні витрати на організацію і рекордно короткі терміни на зведення споруди для утримання свиней.
3. Суттєво зменшуються технологічні стреси, що пов'язані з доглядом за тваринами.
4. Мінімальна кількість обслуговуючого персоналу (на 600 голів – 1 особа).
5. Чистота в ангарі і відсутність неприємного запаху аміаку.
6. Висока економічна ефективність (холодне утримання свиней окупається за 1–1,5 року).
7. Високі прирости на відгодівлі та конверсія корму (600–700 г/день).

Негативні сторони холодного утримання свиней [204]:

1. Такий спосіб утримання можна використовувати лише на дорощуванні. У холоді неможливо утримувати новонароджених поросят і супоросних маток. У холодну пору року молодняк однозначно потрібно переводити в стаціонарні опалювальні приміщення. Справа в тому, що система терморегуляції у новонароджених поросят розвиватися тільки до тритижневого віку, а їх власний імунітет починає працювати через тиждень. Додатковий температурний стрес лише збільшить відхід поголів'я.

2. При холодному утриманні свиней в підстилці може накопичуватися патогенна мікрофлора, тобто ветеринарні заходи повинні проводитися більш ретельно. В одному ангарі можна містити обмежену кількість тварин.

3. У тварин при холодному змісті розвивається залежність від соломи, яка застосовується у великих обсягах. Добова потреба в соломі становить близько 1 кг/голову. Використання соломи є проблематичним для господарства, що практикує нульову технологію обробітку ґрунту.

3.3. Методологічні підходи оцінки екологізації аграрного виробництва в Україні

Писаренко В.В., Льовин А.С.

Полтавська державна аграрна академія

Аграрний сектор України є одним із найважливіших та найперспективніших у структурі національної економіки, який забезпечує продовольчу безпеку країни. В даний час в аграрній сфері сформувалася низка проблем екологічного характеру, які потребують обов'язкового та раціонального вирішення за допомогою зміни чинної системи державного регулювання. Адже земля як основний засіб виробництва не лише агросфери, а й головне багатство національної економіки, швидкими темпами втрачає свою родючість внаслідок діючої системи господарювання та недотриманням аграрними

товаровиробниками раціональної системи сівозмін. Низький рівень конкурентоспроможності аграрної продукції України на світовому ринку, міграція сільського населення, зростання безробіття, втрата родючості, деградація сільськогосподарських земель вказують на те, що необхідне формування ефективного менеджменту, для того щоб результативно та відповідально використати наявні ресурси.

Сьогодні в Україні застосовується чимало різноманітних стратегій розвитку як аграрної, так і екологічної політики, засадами яких є створення умов для впровадження певних органічних та екологічно орієнтованих технологій ведення сільського господарства. Адже екологічність в певній мірі має визначати існування сільськогосподарських підприємств, які ведуть свою господарську діяльність у напрямку їх екологізації.

Процес екологізації аграрного виробництва можна розглядати в розрізі застосування певних альтернативних систем господарювання, в основі впровадження яких повинні бути агроекологічні принципи, згідно з якими аграрне підприємство розглядається як еколого-економічна система, яка базується на екологічно обґрунтованих та раціональних методах виробництва, забезпечуючи високу якість продукції та сировини, мінімальний вплив на навколишнє середовище та ефективність виробництва [207].

Еколого-економічні аспекти функціонування сільськогосподарських підприємств досліджено у працях В.Г. Андрійчука [208], В.А. Борисової [209], П.С. Березівського [210], Н.В. Зіновчука [211], О.М. Царенка [212]. Проблеми формування і встановлення ресурсо-екологічної та продовольчої безпеки досліджувались у працях П.А. Лайко [213], В.М. Трегобчук [214] та ін.

Одним із найважливіших завдань стратегічного розвитку аграрного виробництва є його перехід в перспективі на інноваційний тип розвитку для забезпечення високого рівня конкурентоздатності галузі. Для цього основні стратегічні напрями організації відповідних виробничих відносин в аграрній сфері повинні базуватися на раціональному використанні природних ресурсів та системи управління відносинами у виробництві.

²⁰⁷ Воронєцька В.С. Екологічний маркетинг в системі управління аграрним сектором економіки / В.С. Воронєцька // Збірник наукових праць Вінницьк. нац. аграрн. університету. – 2011. – С. 112–115

²⁰⁸ Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств : підруч. [2-е вид., доп. і перероб.] / В.Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.

²⁰⁹ Борисова В.А. Екологізація підприємницької діяльності : [монографія] / В.А. Борисова. – Суми : Довкілля, 2004. – 127 с.

²¹⁰ Березівський П.С. Організація виробництва в аграрних формуваннях : навч. посіб. / П.С. Березівський, Н.І. Михалюк; за ред. П.С. Березівського. – К. : ЦНЛ, 2008. – 480 с.

²¹¹ Зіновчук Н.В. Особливості впровадження виробництва органічної продукції в Україні [Електронний ресурс] / Н.В. Зіновчук, А.В. Рашенко // Збалансоване природокористування. – 2014. - №1. – С. 13-20. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2014_1_4.

²¹² Царенко О.М. Економіка та менеджмент екологізації АПК : монографія / О.М. Царенко, В.П. Щербань, П.В. Тархов. – Суми : Університетська книга, 2002. – 256 с.

²¹³ Лайко П.А. Економічна та продовольча безпека України в екстремальних умовах : [монографія] / П.А. Лайко, В.Ф. Шмирков. – К. : ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2007. – 184с.

²¹⁴ Трегобчук В.М. Продовольча безпека в контексті національної безпеки / В.М. Трегобчук. – К. : ІЕ НАНУ, 1999. – 56 с.

На сьогоднішній день під екологізацією слід розуміти процес поступового та послідовного впровадження систем управлінських технологічних, та інших рішень, які дозволять в перспективі підвищувати ефективність використання природних ресурсів та відповідних умов для покращення або хоча б збереження якості природного середовища [215].

У своїх працях вітчизняний економіст В.Г. Андрійчук [208], віддає перевагу інтенсивному типу відтворення, запропонував введення обов'язкового екологічно допустимого рівня інтенсифікації, перевищення якого негативно вплине на аграрну екологічну систему. Він вважає, що підприємства, які формують інтенсивний тип розвитку, повинні забезпечити і наявність певних елементів екологізації.

Аграрні підприємства, які формують інтенсивний тип розвитку, зобов'язані забезпечити його екологічність. До основних ознак такої екологічності відносять наступні:

- забезпечення розширеного відтворення родючості ґрунту, яке супроводжується збереженням і підвищенням вмісту в ньому гумусу і забезпеченням оптимального рівня розораності земельних угідь;
- виробництво екологічно чистої продукції, недопущення перевищення встановлених рівнів її забрудненості;
- додержання встановлених правил транспортування, зберігання і застосування засобів захисту рослин, стимуляторів росту, мінеральних добрив з тим, щоб не допустити забруднення навколишнього природного середовища і продуктів харчування;
- недопущення порушень екологічної безпеки і забезпечення відтворення повітря й води;
- максимальне використання природних засобів боротьби із шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур і тварин;
- недопущення порушень екологічних вимог при проектуванні, розміщенні і будівництві, реконструкції і введенні в дію нових будівель та споруд, насамперед тваринницьких комплексів, меліоративних систем.

У роботі Ю.К. Беляєва [216] під «екологізацією виробництва» розуміється сукупність усіх видів господарської діяльності, які забезпечують зниження негативного впливу процесу виробництва і запобігають порушенню екологічної рівноваги в природному середовищі.

Науковці Н.Ф. Реймерс і А.В. Яблоков [217] уподібнюють поняття екологізації виробництва та технологій. Вони стверджують, що «екологізація технологій (виробництва) – це система заходів спрямованих на запобігання негативному впливу виробничих процесів на природне середовище, що здійснюються за рахунок мало відходних технологій.

²¹⁵ Данилишин Б.М. Маркетингова стратегія регіонального продовольчого ринку / Б.М. Данилишин, О.М. Любченко // Вісник Національної академії наук України. – 2008. – № 5. – С. 12–18.

²¹⁶ Беляев Ю.К. Об экологизации социалистического производства / Ю.К. Беляев // Тезисы, доклады первой всесоюзной конференции «Проблемы социальной экологии». – Львов, - 1986. – с. 138-139.

²¹⁷ Реймерс Н.Ф. Словар терминов и понятий, связанных с охраной живой природы / Н.Ф. Реймерс, А.В. Яблоков. – М.: Наука, 1982. – 144 с.

Досліджуючи певні економічні проблеми виробництва екологобезпечної агропромислової продукції О.М. Царенко дійшов до висновку, що «екологізація АПК – безальтернативний шлях розв’язання екологічних проблем агропромислового виробництва». На переконання автора її основна мета має полягати у «збереженні і відтворенні природно-ресурсного потенціалу АПК, формуванні екологічно комфортного середовища для життя і діяльності населення, забезпеченні його органічною сільськогосподарською продукцією» [212].

Отже у вітчизняній літературі зустрічаються різні підходи до визначення екологізації виробництва, узагальнюючи які можна виділити декілька спільних ознак, зокрема:

1. Більшість визначень екологізація виробництва розглядається як процес, який охоплює сукупність певних послідовних дій спрямованих на удосконалення методів, форм, способів виробництва, які гармонізовані з законами розвитку навколишнього природного середовища.

2. Екологізація виробництва тісно пов’язана із інноваційною діяльністю та спрямована на збереження природної рівноваги і поліпшення якості життя нинішнього і майбутнього поколінь.

В сучасних умовах сільськогосподарським підприємствам доцільним є розроблення маркетингової стратегії екологізації аграрного виробництва, яка передбачає відповідне аналітичне оцінювання параметрів як внутрішнього так і зовнішнього середовища (табл. 1). Дана стратегія повинна бути орієнтована на формування достатньо стійких конкурентних переваг шляхом раціонального використання ресурсного потенціалу та запровадження екологічно спрямованої системи управління галуззю [218].

1. Фактори макросередовища, які впливають на екологізацію аграрного виробництва

Група	Фактори
Політико-правові	Законодавча база, державне галузеве регулювання, кредитна політика держави, економічне стимулювання господарювання на засадах екологізації
Економічні	Стан економіки країни, розвиток аграрного ринку, інфляція, корупція, розвиток інфраструктури ринку органічної продукції
Соціокультурні	Демографічні зміни, поява нових екологічних потреб, інтересів та екологічної культури населення, екологічний стан навколишнього середовища, мотивація споживання органічної продукції
Технологічні	Державна політика, технологічне забезпечення галузі, значні зміни в НТП, інноваційні технології та їх вплив на підприємства

Джерело: узагальнено автором

²¹⁸ Бочко О.Ю. Сприйняття і реалізація концепцій маркетингу в аграрній сфері економіки / О.Ю. Бочко // Вісник Львівського державного аграрного університету. Серія «Економіка АПК». – 2007. – № 14. – С. 279–287.

Важливе значення для виробників аграрної продукції має аналіз внутрішніх сильних та слабких сторін. До факторів внутрішнього середовища можна віднести [219]:

- ступінь здатності аграрних виробників вирішувати еколого-економічні проблеми;
- ступінь екологічності сировини, що використовується;
- ступінь впливу на довкілля самого підприємства;
- цільові установки керівництва, спрямовані на вирішення екологічних проблем;
- імідж підприємств із погляду споживачів і широкого кола громадськості.

Під час розробки та реалізації маркетингової стратегії екологізації аграрного виробництва потрібно постійно враховувати зміни складу зовнішніх факторів та їх вплив на конкурентоспроможність продукції підприємств аграрного сектору економіки, а саме чітко деталізувати їхню дію, розділяти можливості ринку та його загрози. Взаємодія зовнішніх та внутрішніх факторів має специфічний характер для аграрної сфери та майже завжди змінюється з часом. Саме тому під час вибору та реалізації стратегічного напрямку діяльності потрібно оцінити всю сукупність як внутрішніх так і зовнішніх факторів.

Вибір критеріїв для кількісної оцінки рівня екологізації процесів аграрного виробництва надзвичайно складний.

В цьому напрямку можна сформулювати деякі методичні підходи, які б послідовно реалізовувались для вирішення різних цілей екологізації суспільного виробництва й споживання. Слід відзначити те, що не існує єдиного підходу здатного в повній мірі вирішити завдання комплексної кількісної оцінки, але сприяє вирішенню окремих завдань, які сприяють екологізації аграрного виробництва.

Основні показники оцінки рівня екологізації аграрної сфери можна об'єднати в такі групи: економічні показники; енергетичні показники; земельні показники.

До економічних показників екологізації виробництва відносяться [220]:

1. Ефективність виробництва визначається як співвідношення результатів виробничої діяльності з використаними для цього засобами виробництва і робочою силою протягом певного проміжку часу.
2. Екологоефективність, яка визначається за такою формулою:

$$E = E_0 - (A+B+C) \quad (1)$$

де E_0 – загальноекономічний ефект суб'єкта господарювання; A –

²¹⁹ Гавриш О.М. Фактори впливу на формування маркетингових стратегій підприємств / О.М. Гавриш // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. – 2011. – Вип. 168, ч. 1. – С. 174–180.

²²⁰ Базилевич В.Д. Економічна теорія. Політекономія : [підруч.] / В.Д. Базилевич, В.М. Попов, Н.І. Гражевська. – 6-те вид., перероб. і доп. – К. : Знання-Прес, 2007. – 719 с.

вартість природоохоронних заходів; B – втрати від пошкодження природного середовища; C – вартість природних ресурсів.

Рентабельним може вважатися лише таке виробництво, у якого еколого-економічний ефект є додатною величиною.

3. Матеріаловіддача характеризує ефективність використаних предметів праці, тобто показує, скільки вироблено продукції з одиниці витрачених матеріальних ресурсів. Розраховується як відношення вартості виробленої продукції до вартості витрачених матеріальних ресурсів.

4. Матеріаломісткість є зворотним показником матеріаловіддачі, який характеризує вартість витрат матеріальних ресурсів на одиницю виробленої продукції.

5. Показники виробничого потенціалу аграрного підприємства: фондозабезпеченість, фондоозброєність праці, фондовіддача та фондомісткість.

До показників оцінки рівня екологізації з урахуванням земельних ресурсів можна віднести:

1. Ціна землі – це капіталізована річна земельна рента, яка розраховується за формулою [221]:

$$Цз.д. = \frac{P_n}{i} \quad (2)$$

де $Цз.д.$ – ціна земельної ділянки, грн; P_n – сума земельної диференціальної ренти, грн; i – ставка позикового відсотку.

Для того, щоб більш точно розрахувати показник ціна землі, особливо важливо правильно визначити P_n тільки залежно від природної якості земельних угідь без урахування додаткового чистого доходу, який можна одержати за рахунок добрив, кращої організації виробництва, ліквідації втрат, застосування передових методів праці, підвищення якості робіт, використання кращих засобів виробництва.

2. Землевіддача – вартість валової продукції в розрахунку на одиницю вартості земельних угідь.

3. Землемісткість – обернений показник до землевіддачі.

До енергетичних показників оцінки екологізації відносять:

1. Енергозабезпеченість – показник, що характеризує ступінь забезпеченості сільськогосподарського виробництва електричного і механічного енергією; визначається відношенням сумарної енергетичної потужності до посівної площі (як правило, в розрахунку на 100 га).

2. Енергоозброєність праці визначається як відношення загальної суми енергетичних потужностей до середньооблікової чисельності працівників, зайнятих в сільськогосподарському виробництві.

3. Електрозабезпеченість визначається як відношення загальних витрат електроенергії до площі сільськогосподарських угідь.

4. Електроозброєність – електроенергія, спожита на виробничі потреби, в розрахунку на 1 середньорічного працівника, зайнятого в

²²¹ Руснак П.П. Економіка природокористування : [навч. посіб.] / П.П. Руснак. – К.: Вища школа – 1992. – 316 с.

сільськогосподарському виробництві.

5. Коефіцієнт енергетичної ефективності розраховується як співвідношення кількості енергії, яка міститься у виробленій продукції рослинництва до кількості не поновлюваної енергії, витраченої на її виробництво [222]:

$$K_{ee} = \frac{E_{np}}{E_c} \quad (3)$$

де K_{ee} – коефіцієнт енергетичної ефективності; E_{np} – сукупна енергія, накопичена у виробленій продукції, МДж; E_c – сукупні витрати енергії на виробництво продукції, МДж.

Отже, забезпечення продовольчої безпеки є одними із головних завдань національної безпеки будь-якої країни, а екологізація аграрного виробництва є пріоритетом успішного функціонування аграрного сектору національної економіки.

Дослідивши підходи до визначення поняття «екологізація» різних вітчизняних науковців можна виділити декілька спільних ознак. По-перше, більшість визначень екологізація виробництва розглядається науковцями як процес, який охоплює сукупність певних послідовних дій спрямованих на удосконалення методів, форм, способів виробництва, які гармонізовані з законами розвитку навколишнього природного середовища. По-друге, екологізація виробництва тісно пов'язана із інноваційною діяльністю та спрямована на збереження природної рівноваги і поліпшення якості життя нинішнього і майбутнього поколінь.

Сильними сторонами галузі країни та її основними можливостями є достатньо потужний природно-ресурсний потенціал, та поява нових екологічних потреб у споживачів, що зможе в перспективі сприяти переходу до екологічно та економічно збалансованої системи господарювання.

Серед слабких сторін можна виділити: достатньо низький рівень державної підтримки галузі, особливо нормативно-правової бази, системності і комплексності дій держави та економічних важелів для стимулювання виробництва органічної продукції.

²²² Економіка підприємства: Практикум: [навч. посіб.] / О.В. Калініченко, О.Д. Плотник. – К. : Кондор, 2012. – 600 с.

3.4. Економічна годівля свиней з використанням власних кормових ресурсів

Поліщук А.А., Кузьменко Л.М.

Полтавська державна аграрна академія

Семенов С.О.

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН

Аналіз галузі свинарства, досвід науки і практики вказують на те, що в основі рентабельності галузі і, відповідно, ефективного виробництва свинини лежить висока продуктивність тварин, досягнення якої можливо лише при збалансованій годівлі з використанням повноцінних комбікормів. При цьому важливого значення у визначенні їх повноцінності належить комплексу поживних речовин.

За даними науки зараз дефіцит раціонів свиней за протеїном складає 35–40 %, за енергію 25–35 %, за іншими біологічно-активними речовинами до 45 %.

Білкову основу комбікормів повинні складати горох або соя, а енергетичну частину – ячмінь, кукурудза, пшениця. Протягом багатьох років вчені займаються вивченням питання годівлі свиней різними комбікормами, пошуком їх оптимального складу, поживності, підбором ефективних компонентів, що в цілому об'єднується в систему ефективного використання кормів в свинарстві. І доведено, що найбільш ефективними є комбікорми, в яких основним білковим інгредієнтом виступають зернові бобові культури. Причому, включення їх ефективно тільки тоді, коли вони використовуються в екструдованому вигляді і в кількості не менше 20 % за масою комбікорму, за рахунок чого вирішується проблема балансування раціонів свиней будь-якої статеві-вікової групи за протеїном і енергією, а мінеральна та вітамінна поживність доводяться до норми за рахунок мінімального вводу звичайних преміксів, що не суттєво впливає на збільшення вартості комбікормів.

Ефективність вирощування і відгодівлі свиней в значній мірі (на 60–70 %) залежить від повноцінної годівлі, тобто від вмісту, доступності і співвідношення в кормах поживних (вуглеводи, білки, жири, мінеральні сполуки) і біологічно-активних речовин (вітаміни, макро- та мікроелементи, стимулятори росту та ін.). При збалансованій годівлі рівень трансформації поживних речовин корму в продукцію може складати при відгодівлі свиней 45–50 % і більше.

Тому, головним питанням у здійсненні цього є організація повноцінної годівлі свиней, коли раціони за вмістом в них поживних та біологічно-активних речовин найбільш повно відповідають потребі тварин.

В повноцінний раціон свиней входить понад 70 різних елементів живлення. Незважаючи на те, що потреба в окремих з них знаходиться на рівні від кілограма до міліграма за добу, дефіцит будь-якого елементу живлення робить раціон неповноцінним. Тому з метою одержання

високої продуктивності тварин, якісної свинини і найбільш економного витрачання кормів в умовах виробництва, необхідно балансувати і контролювати годівлю не менше як за 30 елементами живлення.

Проте, протеїн в раціонах свиней є одним із головних елементів їх живлення, а тому необхідно приділяти особливу увагу при їх складанні, дотримуючись існуючих норм годівлі, які постійно удосконалюються. Потреба свиней в протеїні залежить від генотипу, інтенсивності росту, фізіологічного стану і віку тварин та умов їх утримання. Балансування раціонів на високому рівні за показниками амінокислотного його складу, доступності і засвоєння амінокислот та енергетичного забезпечення тварин сприяє раціональному використанню білкових кормів різного походження при виробництві свинини.

Поряд з рівнем годівлі і балансуванням раціонів, важливе значення має концентрація, біологічна цінність і доступність елементів живлення та сухої речовини корму, що досягається підбором відповідних інгредієнтів і попередньою підготовкою їх різними методами до згодовування. Чим вище засвоєння поживних речовин в раціонах свиней при вирощуванні і відгодівлі, тим більш повно забезпечується потреба тварин для проявлення потенційної продуктивності, тим менше витрати енергії організмом на перетравлення, використання кормів, а звідси і вища ефективність годівлі.

Таким чином враховуючи все вище сказане, стає зрозумілим, що маючи наукову інформацію з питань потреби тварин в поживних речовинах, трансформації їх в продукцію, можливості підвищення коефіцієнту корисної дії корму за рахунок раціонального підбору інгредієнтів, попередньої їх підготовки до згодовування, можливо регулювати загальну поживність раціонів в бік економного та ефективного використання кормів.

Покращення біологічної цінності раціонів за рахунок використання зерна бобових

Як відомо, зерно бобових (сої, гороху, кормових бобів, ріпаку) містить в собі всі необхідні поживні речовини, що при умові достатнього їх вводу в склад комбікормів може повністю вирішити балансування раціонів за вмістом енергії, протеїну, лізину та іншими елементами живлення.

Висока енергетична цінність та значний вміст білку і незамінних амінокислот в сої роблять її важливим компонентом раціонів для всіх видів тварин, зокрема свиней. Згодовування цього корму дає змогу якнайповніше реалізувати генетичний потенціал тварин [223].

Насіння сої містить 38–42 % білку, 18–32 % жиру, 25–30 % вуглеводів. Крім того ферменти, вітаміни, мінеральні речовини, а також

²²³ Бойко Л. Экструзионная технология переработки семян сои [Електронний ресурс] / Л. Бойко, Л. Трунов // Конференція: EXTRUtec' 2007, 27 вересня 2007 р. – Режим доступу : <http://www.extrutech.ua/lectures/36.html>.

майже всі хімічні елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва [224].

Завдяки багатству й різноманітному хімічному складі культура не знає собі рівних за темпами росту виробництва, здавна широко використовується як універсальна кормова білкова й олійна культура [225].

Важливо, що білок бобів сої є біологічно повноцінний за амінокислотним складом, тому що включає фракцію легкокорозчинних глобулінів – 59–81 %, важкорозчинних глобулінів – 3–7 %, альбумінів – 8–25 % [226].

Білок сої вміщує повний набір необхідних для тварин амінокислот, зокрема, %: лізину – 6,6, метіоніну – 1,4, цистину – 1,6, триптофану – 1,3, аргініну – 7,7, гістидину – 2,3, лейцину – 7,9, ізолейцину – 5,3, фенілаланіну – 5,1, треоніну – 3,8, валіну – 5,4. Однак в зерні сої недостатньо сірковмісних амінокислот, треоніну, валіну та ізолейцину, але багато лізину, на який бідні інші зернові злакові корми [227].

За біологічною цінністю білок сої наближається до білків м'яса, молока, яєць. Біологічна цінність зерна сої складає в середньому 96 умовних одиниць, при цьому перетравність – 91 умовних одиниць. Встановлено, що використання сої як основного джерела в невеликій кількості (150–260 г) забезпечує добову потребу тварин в амінокислотах [228].

Соя – жиромістка культура, причому вміст жиру залежить від сорту та екологічних умов вирощування. Жир сої на 94–95 % складається із нерозчинних гліцеридів жирних кислот. Засвоювання соєвого жиру досягає 98 %, що дозволяє рахувати його як одним з кращих кормових жирів.

Підвищена кількість жиру та вуглеводів характеризує сою як одну із енергонасичених культур. Вуглеводи сої – в основному крохмаль. Перетравність крохмалю в організмі тварин висока через незначну кількість лігніну [229].

Вміст пектинових речовин в зерні сої знаходиться в межах від 3 до 5 %. Зерно сої багате на мінеральні речовини та вітаміни [225, 230].

Узагальнені дані ряду авторів про вміст білку, жиру, вітамінів, макро- та мікроелементів в зерні сої дозволяють зробити висновок про високу кормову цінність цієї культури для тварин.

Соя та продукти її переробки сьогодні відіграють домінуючу роль в забезпеченні протеїном сільськогосподарських тварин завдяки високому

²²⁴ Бабич А.О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. – К. : Аграрна наука, 2011. – 548 с.

²²⁵ Петриченко В.Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у тваринництві / В.Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 71. – С. 3–11.

²²⁶ Адамень Ф.Ф. Использование сои в народном хозяйстве / Ф.Ф. Адамень, В.Н. Письменов. – Симферополь: Таврида, 1995. – 208 с.

²²⁷ Використання бобів сої в годівлі свиней і телят. Рекомендації / [В.Ф. Петриченко, М.Ф. Кулик, Ю.Ю. Мельник та ін.]. – Вінниця : Інститут кормів НААН України, 2010. – 60 с.

²²⁸ Поздняковский В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Поздняковский. – Новосибирск : Изд-во. Новосибирск. Ин-та, 1996. – 430 с.

²²⁹ Свеженцов А.И. Оптимизация уровня биологически активных веществ в рационе молодняка свиней за счет применения витаминизированного корма / А.И. Свеженцов, А.П. Левицкий, Р.Л. Тукусер // Доклады РАСХН. – 1992. – №7.

²³⁰ Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов // Материалы конференции, проведенной в Кубанском госагроуниверситете под эгидой Российской академии сельскохозяйственных наук 23 марта 2004 г.; под. ред. и с предисловием В.Г. Рядчикова. – Краснодар, 2005. – 410 с.

вмісту протеїну та жиру [231]. Однак, в сирому вигляді в кормоприготуванні вона не може ефективно використовуватися через низьку перетравність, обумовлену дією антипоживних речовин, більшість із яких мають білкову природу. Антипоживні речовини викликають у тварин пригнічення росту, зниження ефективності використання корму, захворювання зобом, гіпертрофію підшлункової залози в дрібних тварин, гіпоглікемію і порушення діяльності печінки, погіршення здоров'я тварин і навіть їх загибель [232, 233, 234, 235, 236].

До антипоживних речовин сої належать: інгібітори протеаз – інгібітори трипсину та хімотрипсину; антивітаміни А, Д, Е, В₁₂; сполуки, що знижують доступність таких мікроелементів, як цинк, марганець, мідь і залізо; алкалоїди; алергени; антигормони, що викликають зоб; естрогенні ізофлавоїди: геністрієїн і даїдзеїн; фітогемаглютеніни; ферменти: уреаза, ліпаза й ліпоксігеназа [237].

Для знешкодження антипоживних речовин в сої та соєпродуктах, які використовуються в виготовленні високоенергетичних комбікормів широко застосовуються агротехнічні, біологічні, механічні, фізичні, хімічні та швидкотермічні методи в процесі вирощування зерна сої та виробництва соєпродуктів.

При цьому першочергове значення віддається питанню селекції сортів сої та агротехнічних способів її вирощування, які впливають на біохімічний склад насіння. При цьому важливим фактором є забезпечення рослин водою та азотом в період вегетації.

Із біологічних методів інактивації інгібіторів трипсину в соєвих бобах є їх пророщування. Для пророщування застосовують гідропонний спосіб вирощування кормів. Боби пророщуються в темноті, при цьому декілька раз промиваються розчином гіпохлорида кальцію для інгібітування розвитку мікроорганізмів при температурі 30 °С та вологості 55 %. Процес пророщування 4–5 днів [238].

Підвищення поживної цінності соєвих продуктів можливо за умов застосування механічних методів виробництва основаних на

²³¹ Барсуков С.С. Соя – важнейший источник белка и масла / С.С. Барсуков, А.С. Барсуков // Аграрная наука. – 2005. – №3. – С. 10–11.

²³² Подобед Л.И. Токсический эффект антипитательных веществ сои и продуктов ее переработки / Л.И. Подобед // Эффективні корми та годівлі. – 2014. – № 5,6. – С. 39–41.

²³³ Скареднов Д.Ю. Використання продукту поглибленої гідро-термічної обробки сої при відгодівлі свиней на м'ясо: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.02 / Скареднов Дмитро Юрійович ; Білоцерків. нац. аграр. ун-т. – Біла Церква, 2017. – 20 с.

²³⁴ Bardocz S. The effect of phytohemagglutinin different dietary concentrations on the growth body composition and plasma insulin of the rat / S. Bardocz, G. Grant, A. Pusztai // British Journal of Nutrition. – 1996. – V.76. – P. 613–626.

²³⁵ Comparison of soyasaponin and isoflavone contents between genetically modified (GM) and non-GM soybeans / [Y. Goda, H. Akiyama, E. Suyama et al.] // Journal of the Food Hygienic Society of Japan. – 2002. – V.43. – P. 399–347.

²³⁶ Czerwinski J. Response of rats to a moderate intake of soybean lection / J. Czerwinski, H. Leontowich, M. Leontowich, M.A. Gralak // J. Anim Feed Sci. – 2005. – V.14, Suppl.1. – P. 537–540.

²³⁷ Обертюх Ю.В. Розробка способів знешкодження антипоживних речовин сої при використанні на кормові цілі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.02. «Годівля тварин і технологія кормів» / Ю.В. Обертюх. – Львів, 2003. – 24 с.

²³⁸ Теория и практика кормления молодняка сельскохозяйственных животных раннего возраста / Л.И. Подобед, В.А. Калинин, А.М. Никитин [и др.] ; под ред. Л. И. Подобед. - О., 1999. – 112 с.

нерівномірному розподіленні поживних речовин та інгібіторів по тканині бобів. Для прикладу можна навести відбір плівки зерна, яка бідна на поживні речовини, але має підвищену активність інгібітора трипсину.

Найпоширеніші з фізичних методів знешкодження антипоживних речовин є застосування теплової та термічної обробки [239]. Серед теплових технологій переробки екструзія займає 37 %, вологотеплова – 23 %, експандування – 28 % [240].

Аналіз джерел літератури підтверджує поширеність та ефективність використання екструдованої сої при відгодівлі свиней [241, 242, 243, 244].

Основними методами руйнування антипоживних речовин сої є тепла обробка з різними режимами. В результаті термообробки підвищується поживна цінність бобів сої: перетравність білків зростає до 90 %, значно знижується патогенне забруднення та інактивація антипоживних речовин сої.

2. Вимоги до повноцінних комбікормів при інтенсивному вирощуванні і м'ясній відгодівлі свиней

Показники	Для першого періоду (жива маса 25-65 кг)	Для другого періоду (жива маса 65-100 кг)
Поживність 1 кг комбікорму		
Кормові одиниці, кг	1,18–1,25	1,15–1,20
Обмінна енергія, МДж	13,0–13,8	12,7–13,2
Сирий протеїн, г	160–170	140–146
Перетравний протеїн, г	130–138	110–115
Лізін, г	9,2–9,7	7,4–7,7
Метіонін + цистин, г	5,4–5,7	4,7–4,9
Триптофан, г	2,1–2,2	1,9–2,0
Кальцій, г	8,8–9,3	7,9–8,2
Фосфор, г	5,8–6,1	5,4–5,6

Джерело: дані [238]

Застосовуються наступні способи теплової обробки сої: варіння – включає очищення бобів, замочування на 10–20 годин та обробка паром протягом 60 хвилин при температурі 100 °C у варильному котлі [237]; підігрів та прожарювання – при температурі 110–168 °C на жаровнях [245];

²³⁹ Булка Б.І. Антипоживні речовини зернових компонентів комбікормів, методи їх знешкодження та використання екструдованого і неекструдованого зерна вузьколистого люпину в раціонах свиней [Електронний ресурс] / Б.І. Булка // Конференція: EXTRUtec' 2007, 27 вересня 2007 р. – Режим доступу до ресурсу : <http://extrutec.org/lectures/44.html>.

²⁴⁰ Егоров Б.В. Перспективное направление совершенствования технологий производства и реализации комбикормов / Б.В. Егоров // Збірник матеріалів: Стан і перспективи розвитку комбікормового виробництва України. – К., – № 5. – 2003. – С. 3–7.

²⁴¹ Полищук А.А. Состав и питательность полноценных комбикормов при высокоинтенсивном мясном откорме свиней: дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.02.02. «Годівля тварин і технологія кормів» / Полищук А.А. – Полтава, 1983. – 161 с.

²⁴² Семенов С.А. Экструзионные продукты в программах кормления свиней / С.А. Семенов // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 9 (63). – С. 34.

²⁴³ Adeschinwa A.O.K. Comparative utilization of two sources of expeller extruded soybean meal as a replacement for on-farm processed soybean in diets of growing-finishing pigs / A.O.K. Adeschinwa // African Journal of Agricultural Research. – 2008. – vol. 3 (8). – P. 574–577.

²⁴⁴ The effect of moist extrusion of soy products on growth performance and nutrient / [K. G. Friesen, J. L. Nelssen, R. D. Goodband et al.] // The International Journal of Animal Biosciences. – 1993. – vol.7.1, № 8. – P. 2099–2109.

²⁴⁵ Чайка И.К. Влияние технологических способов обработки на содержание ингибиторов трипсина в семенах сои / И.К. Чайка, Б.В. Егоров, А.П. Левицкий // Научн. Труды ВСГИ. – Одесса : [б.в.] – 1982. – С. 73–76.

мікронізація – обробка бобів сої інфрачервоними променями з довжиною хвилі 1500–3500 мкм, відбувається вібрація в молекулах бобів, підвищується тиск пари при випарюванні води нагрівається до 180–220 °С, що спричиняє розрив оболонок олійних капсул, декстринізацію вуглеводів та інактивацію антипоживних речовин корму; волого-баротермічна обробка зерна під тиском 0,2 МПа на протязі 5–10 хв. [243]; (сухе та вологе) під дією тиску 25–30 атм. і температур 140–150 °С, відбувається руйнування антипоживних речовин на 92–95 % [228, 239, 246]; експандування при температурі 110–130 °С [247].

3. Склад та поживність комбікормів при вирощуванні поросят

Компоненти, % за масою	Номер групи		
	1	2	3
Дерть кукурудзяна	70,20	-	-
Дерть ячмінна	-	83,2	67,2
Горох екструдований	-	-	30,0
Соя екструдована	27,0	14,0	-
Крейда	1,5	1,5	1,5
Сіль кухонна	0,3	0,3	0,3
Премікс	1,0	1,0	1,0
Всього:	100,0	100,0	100,0
В 1 кг комбікорму міститься:			
обмінної енергії, МДж	13,60	13,40	13,00
кормових одиниць, кг	1,32	1,26	1,21
сирого протеїну, %	15,80	15,50	15,50
перетравного протеїну, г	127,00	128,00	127,00
сирої клітковини, г	46,00	44,00	45,00
лізину, г	7,20	5,50	6,20
метіоніну + цистину, г	5,00	4,40	4,20
кальцію, г	7,40	7,00	7,20
фосфору, г	5,60	5,20	4,80
заліза, мг	56,00	52,00	55,00
міді, мг	8,00	6,00	7,00
цинку, мг	33,00	32,00	32,00
марганцю, мг	10,00	7,00	11,00
кобальту, мг	0,60	0,60	0,60
йоду, мг	0,10	0,10	0,10
вітаміну А, тис. МО	4,80	5,50	4,80
Д, тис. МО	0,50	0,50	0,50
Е, мг	25,00	24,00	31,00
В ₁ , мг	4,40	3,80	4,10
В ₂ , мг	4,50	3,40	3,50
В ₅ , мг	77,00	72,00	59,00
В ₁₂ , мкг	25,00	25,00	25,00
селену, мг	0,30	0,30	0,30
DL-токоферолу, мг	15,00	15,00	15,00

²⁴⁶ Бортников С. Эффективность использования экструдированной сои / С. Бортников // Комбикорма. – 2005. – №1. – С. 51–52.

²⁴⁷ Монари С.Е. Справочник по использованию необезжиренной (полножирной) сои в кормлении животных, птиц и рыб: Пер. с англ. / С.Е. Монари. – Американская соевая ассоциация, 1993. – 44 с.

Отже, соя і продукти її переробки можуть бути використані у годівлі сільськогосподарських тварин за умови знешкодження наявних у ній антипоживних факторів, на зниженню дії яких направлені дослідження як вітчизняних, так і закордонних учених.

4. Склад та поживність двохкомпонентних комбікормів при відгодівлі свиней

Компоненти, % за масою	Групи					
	1		2		3	
	періоди відгодівлі					
	1	2	1	2	1	2
Ячмінь, пшениця	-	-	83,20	87,20	67,20	82,20
Кукурудза	70,20	80,20	-	-	-	-
Соя екструдована	27,00	17,00	14,00	10,00	-	-
Горох екструдований	-	-	-	-	30,00	5,00
Крейда	1,50	1,50	1,50	0,75	1,50	0,75
Трикальційфосфат	-	-	-	0,75	-	0,75
Сіль кухонна	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Всього:	100,00	100,0	100,00	100,00	100,0	100,00
В 1 кг комбікорму міститься:						
кормових одиниць, кг	1,32	1,30	1,26	1,25	1,21	1,22
обмінної енергії, МДж	13,60	13,50	13,40	13,30	13,00	13,10
сирого протеїну, г	158,00	137,00	155,00	148,00	155,00	42,00
перетравного протеїну, г	127,00	106,00	128,00	120,00	127,00	116,00
крохмалю, г	393,00	447,00	430,00	450,00	483,00	492,00
лізину, г	7,20	5,30	5,50	4,80	6,20	4,60
метіоніну + цистину, г	5,00	4,30	4,40	4,80	4,20	5,90
сирого жиру, г	49,00	52,00	37,00	32,00	19,00	19,00
сирої клітковини, г	46,00	42,00	44,00	42,00	45,00	42,00
кальцію, г	7,40	7,00	7,00	6,90	7,20	6,70
фосфору, г	5,60	5,40	5,20	5,60	4,70	5,40
заліза, мг	56,00	54,00	62,00	58,00	55,00	52,00
міді, мг	8,00	6,50	6,00	5,70	7,00	5,30
цинку, мг	33,00	32,00	32,00	32,00	32,00	31,00
марганцю, мг	10,10	7,80	7,00	8,10	9,00	6,20
кобальту, мг	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
йоду, мг	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
вітаміну А, тис. МО	4,80	3,20	5,50	5,60	4,80	5,0
Д, тис. МО	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Е, мг	25,00	24,00	24,00	24,00	31,00	26,00
В ₁ , мг	4,40	4,20	3,80	3,60	4,10	3,90
В ₂ , мг	4,50	4,10	3,40	3,20	3,50	3,40
В ₃ , мг	12,00	3,00	13,00	13,00	13,00	13,00
В ₄ , мг	1,72	1,68	1,53	1,49	1,20	1,20
В ₅ , мг	77,00	74,00	72,00	69,00	59,00	59,00
В ₁₂ , мкг	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
селену, мг	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-токоферолу, мг	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00

З урахуванням попередніх досліджень, проведених в Інституті свинарства [240], де було встановлено оптимальний рівень перетравного протеїну в комбікормах для інтенсивної відгодівлі свиней, а також вимоги до них по концентрації основних поживних речовин (табл. 2), було поставлено за мету вивчити і дати зоотехнічну оцінку комбікормам, які виготовлені на основі двох компонентів, та збагаченими окремими біологічно активними речовинами. Таким чином, енергетична частина в них забезпечувалася за рахунок таких компонентів, як кукурудза, ячмінь або пшениця; протеїнова за рахунок гороху і сої в екструдованому вигляді: мінеральна та вітамінна – за рахунок преміксу (табл. 3, 4).

Попередні розрахунки порівняльної собівартості, а також співвідношення протеїну та енергії в цих зернових злакових та бобових компонентах, вказують на можливу економічну доцільність їх впровадження в практику інтенсивного вирощування та відгодівлі свиней.

Показники якості сої різних методів технологічної обробки

Використання в складі двохкомпонентних комбікормів екструдованої сої в кількості 27 % за масою було б небезпечним, якби не було впевненості в її якості відносно наявності антипоживних речовин.

При цьому враховуючи можливість згодовування свиням не тільки екструдованої сої, а і інших соєпродуктів, було проведено визначення основних якісних показників, а саме: активності уреаз (од. рН), коефіцієнтів руйнування оліймістких клітин, розчинності білка, амінокислотного складу в залежності від методів технологічної обробки. Результати цих аналізів наведені в табл. 5, 6.

5. Показники якості сої за різних технологічних умов переробки

Метод обробки на агрегатах	Показники якості сої						
	t, °C на виході	Волога до обробки, %	Волога після обробки, %	Вміст жиру, %	Активність уреаз, од. рН	Коефіцієнт руйнування оліймістких клітин	Розчинність білка, %
Соя нативна (сира)	-	11,24	-	17,02	1,98	1,00	98,4
Соя екструдована (екструдер КМЗ-2М – серійний)	135	11,24	5,73	12,16	1,70	1,18	92,7
Соя екструдована (екструдер КМЗ-2М – модернізований)	145	12,30	6,18	15,13	0,19	1,19	88,4
Соя мікронізована (установка СРБ-Ф-2)	125	12,80	6,20	17,32	0,32	1,40	88,4
Соя мікронізована (установка «Барс-ЕМ)	135	11,60	6,82	17,20	0,42	1,39	89,8
Соєвий шрот нетостований	-	11,25	-	1,52	1,57	-	91,2
Соєвий шрот тостований	-	13,40	-	1,20	0,19	-	80,4
Соєва макуха	145	14,67	4,27	8,42	0,32	-	88,7

Вони свідчать про те, що вміст інгібіторів трипсину в сирій сої, визначених за активністю уреази, дуже високий, що робить цей кормовий засіб небезпечним при використанні в годівлі свиней в такому вигляді, тоді як після екструдування продукту на модернізованому агрегаті ККЗ-2МИ і мікронізаційних установках СРБ-Ф-2, «Барс-ЕМ», цей показник знаходився в межах норми. Крім того, при баротермічних обробках сої відбувається руйнування олійовмістких клітин, що перетворює соєву олію на легкодоступну для організму тварин.

Як відомо, біологічна цінність протеїну будь-якого кормового засобу визначається наявністю і доступністю незамінних амінокислот, які при довготривалому впливі високих температур можуть руйнуватися. Враховуючи це, визначали амінокислотний склад всіх соєпродуктів, які знаходилися у відповідному температурному режимі обробки протягом в середньому 20–24 секунд.

Результати аналізу показали, що при короткочасній дії температур на рівні 125–145 °С змін в амінокислотному складі сої екструдованої і мікронізованої порівняно з сирим продуктом не встановлено (табл. 6).

6. Вміст амінокислот в соєпродуктах

Амінокислоти	Соє нативна	Соє мікронізована (установка СРБ-Ф-2)	Соє мікронізована (установка «Барс-ЕМ»)	Соє екструдована (екструдер КМЗ-2М – серійний)	Соє екструдована (екструдер КМЗ- 2М – модернізований)
Лізин	2,20	2,02	2,16	2,09	2,29
Метіонін	0,24	0,34	0,28	0,30	0,28
Фенілаланін	1,61	1,56	1,78	1,09	1,75
Гістидин	0,96	1,09	0,83	0,95	1,53
Аргінін	2,13	2,45	2,24	2,11	2,18
Треонін	0,94	1,38	2,22	1,31	1,57
Валін	1,02	1,25	1,20	1,28	1,24
Лейцин	1,86	1,65	1,94	1,93	1,82
Ізолейцин	1,11	1,32	1,33	1,39	1,37
Сума незамінних амінокислот	12,07	13,06	13,98	12,45	14,03
Аспарагін	3,25	3,63	3,55	3,85	3,71
Серін	1,14	1,34	1,78	1,67	1,43
Глутамін	4,76	6,02	4,21	6,63	6,17
Пролін	1,48	1,68	1,98	1,62	1,90
Гліцин	1,11	1,39	1,62	1,52	1,47
Аланін	1,34	1,62	1,93	1,79	1,75
Тирозин	0,92	1,32	1,12	1,09	1,10
Сума замінних амінокислот	14,0	17,0	16,19	18,17	17,53
Загальна сума амінокислот	26,07	30,06	30,17	30,62	31,56

Фізіологічне обґрунтування функціонального травлення у свиней при згодовуванні зерна сої різними методами технологічної обробки

Організм свині має велику здатність до інтенсивної асиміляції поживних речовин, синтезу і відкладенню в тілі білків та жирів. При цьому особливості травної системи моногастричних не дозволяють споживати таку кількість корму, яку можуть перетравлювати травні соки. Завдання полягає в тому, щоб розробити такі способи годівлі свиней, які б сприяли підвищенню використання поживних речовин корму. До таких способів відносяться: підвищення концентрації поживних речовин та енергії в кормі, використання смакових речовин, баротермічна та інша обробка зерна.

В цьому напрямі проведено чимало досліджень. Було встановлено, що використання в складі раціонів свиней сої екструдованої, соєвої макухи і шроту більш ефективніше в порівнянні з нативним зерном. Однак, дослідів по вивченню фізіологічних процесів травлення при використанні цих кормів і виявленню механізму підвищення засвоєння поживних речовин в нашій країні проведено не було. В зв'язку з цим було проведено сім серій експериментів на оперованих тваринах з фістулою шлунку та дванадцятипалої кишки, яким згодовували в складі раціонів сою нативну, соєвий тостований шрот, сою мікронізовану при $t, ^\circ\text{C}$: 125, 145, 165, сою екструдовану і сою екструдовану з домішкою селену і вітаміну Е. При цьому дію кожного раціону з соєпродуктом обґрунтовували фізіологічними дослідженнями, які характеризують функціональне травлення моногастричних, а саме: кислотність вмісту шлунку, активність травних ферментів (протеолітичних, амілолітичних і ліполітичних). Всього було проаналізовано 240 зразків. Крім того вивчали консистенцію хімусу на наявність погано перетравлених частин корму, його запах і колір, тобто фізичні візуальні показники. Результати досліджень подані в табл. 7, 8.

7. Кислотність вмісту шлунку (титрованих одиниць)

Вид корму	Кислотність		
	вільна соляна кислота	зв'язана соляна кислота	загальна соляна кислота
Соє нативна	16,00±3,20	22,00±4,26	38,60±6,80
Соє мікронізована при $t, ^\circ\text{C}$:			
125	26,00±1,76	25,00±4,00	51,00±5,45
145	28,00±5,00	20,00±8,00	48,00±13,00
165	30,00±4,15	23,00±1,22	53,00±3,17
Соє екструдована	37,00±2,34	26,00±2,73	63,00±2,97
Соє екструдована з додаванням до раціону селену та вітаміну Е	37,00±5,20	28,00±7,87	65,00±0,71
Соєвий тостований шрот	32,00±2,77	28,00±6,20	60,00±8,70

В першій серії вивчали: ефективність згодовування піддослідним тваринам контрольної групи кормосуміші з нативною соєю, яку вводили до складу раціону в кількості 10 % за масою.

Вже під час візуальної оцінки хімусу шлунку та дванадцятипалої кишки було встановлено, що він значно відрізняється за всіма показниками від хімусу тварин, які одержували всі інші соєпродукти. Загальна кислотність вмісту шлунку тварин контрольної групи склала 38 титриметричних одиниць, в тому числі – вільна соляна кислота 16 одиниць і зв'язана – 22, тоді як ці показники у тварин в інших серіях досліджень знаходилися відповідно в межах 48–65, 26–37, 20–28 одиниць (табл. 7). Вже тільки це свідчить про те, що при згодовуванні нативної сої йде депресія травлення та зниження перетравності поживних речовин, починаючи з ротової порожнини і шлунку.

Дані про активність травних ферментів дванадцятипалої кишки наведені у табл. 7. Вони вказують, що протеолітична активність ферментів хімусу тварин в усіх серіях досліджень знаходилася в межах фізіологічної норми на рівні 297,0–792,5 одиниць. Це свідчить про те, що на білок сої, до речі як і на будь-який інший білок, який потрапляє в шлунок тварини, а потім в дванадцятипалу кишку, організм тварини відповідає фізіологічною реакцією виділення відповідних ферментів для його розщеплення, і активність їх на цьому етапі завжди висока. Як далі веде себе білок цілком залежить від якості його біополімерів. Тобто можна сказати, що від певної активності протеолітичних ферментів за різної структури біополімерів білка залежно від методів обробки сої, при яких інактивується активність антипоживного фактору – уреазі, залежить швидкість розпаду їх до амінокислот.

8. Активність травних ферментів дванадцятипалої кишки, одиниць активності

Вид корму	Показники							
	pH	±до нативної сої	Активність трипсину	±до нативної сої	Активність амілази	±до нативної сої	Активність ліпази	±до нативної сої
Соя нативна	5,97	-	577,5±20,3	-	200,6±15,5	-	240,6±16,3	-
Соя мікронізована при t, °C:								
125	4,93	-1,04	454,6±36,1	-122,9	677,6±45,8	+477,0	654,3±86,3	+413,7
145	4,99	-0,98	297,6±60,3	-279,9	225,0±10,8	+24,4	192,3±17,1	-48,3
165	5,46	-0,51	370,0±34,3	207,5	194,0±64,0	-6,6	253,0±53,2	+12,4
Соя екструдована	4,23	-1,74	588,8±75,2	+11,3	401,8±76,3	+291,2	515,7±23,6	+275,1
Соя екструдована з додаванням до раціону селену та вітаміну Е	4,68	-1,29	792,5,5±140,5	215,0	760,2±192,5	+559,6	592,2±93,3	+351,6
Соевий тостований шрот	4,91	-1,06	458,3±82,0	-119,2	490,0±96,2	+289,4	420,6±139,3	+180,0

Що стосується активності амілолітичних і ліполітичних ферментів, які безпосередньо впливають на травлення вже на ділянці підшлункової залози, то вона була вищою практично у всіх тварин, які одержували сою різних методів обробки порівняно з нативною соєю. Так, при згодовуванні соєвого шроту і сої мікронізованої при t 125 °C тварини

мали вірогідно вищу активність амілази ($P < 0,1$) 490,0 і 677,6 одиниць проти 200,6 в контролі, а при згодовуванні сої екструдованої різниця була вірогідною ($P < 0,1$; $P < 0,05$) як за активністю амілази (401,8, 760,2 одиниць) так і за активністю ліпази (515,7; 592,2 одиниць).

Необхідно відмітити, що в другій, третій і четвертій серіях досліджень при вивченні сої мікронізованої при різних температурних режимах, найбільш оптимальним був режим t 125 °С, при якому були одержані кращі результати. За більш високих температур обробки іде денатурація білка, що помітно знижує процеси травлення тварин.

В п'ятій серії досліджень в раціонах оперованих тварин вивчали сою екструдовану, а в шостій – сою екструдовану з добавкою до раціону мікроелементу селену і вітаміну Е. Річ в тому, що при згодовуванні екструдованої сої в кількості більше 15 % за масою, в організм поступає досить велика кількість жирів, що сприяє швидкому підвищенню приростів тварин, але як показала практика, при їх живій масі 50-60 кг може наступити різкий спад продуктивності, тремор кінцівок і відмова від їжі. Відомо, що це відбувається внаслідок перенасичення організму жирами, що призводить до порушення ліпідного обміну і утворення в організмі перекисів. Для того, щоб захистити клітинні мембрани від перекисних пошкоджень, необхідно вводити селен і вітамін Е, які входять до складу ферменту антиоксидатної дії жирів глутатіонпероксидази.

В дослідженнях при згодовуванні фістульним тваринам двохкомпонентного комбікорму з екструдованою соєю без селену і вітаміну Е за досить невеликий обліковий період досліду не було відмічено будь-яких змін, тварини почували себе добре. Досить висока була в них і активність травних ферментів, що свідчить про високу поживність раціону. Цікаво було в'ясувати, чи впливає добавка селену і вітаміну Е до раціону на травні процеси свиней. Виявилось, що за цей період досліду (15 діб) великої різниці між активністю ферментів майже не було.

Таким чином, проведені експерименти свідчать, що використання сирової сої в годівлі свиней в період активного росту не бажано, так як це призводить до порушення процесів травлення, що безпосередньо впливає на подальшу їх продуктивність. Доцільно використовувати мікронізовану сою при температурі обробки t 125 °С, оскільки більш висока температура обробки зерна веде до зниження його засвоєння. Тому в годівлі свиней краще використовувати соєвий тостований шрот, або сою екструдовану. Це дає змогу підтримувати на відповідному рівні процеси травлення і високе засвоєння поживних речовин корму.

Ефективність використання двохкомпонентних комбікормів з екструдованими соєю і горохом при вирощуванні і відгодівлі свиней

Результати науково-господарського досліду, проведеного на поросятах від 2-х до 4-х місячного віку, наведені в табл. 9. Вони свідчать про те, що всі двохкомпонентні комбікорми були досить ефективними і тварини, яким їх згодовували, показали продуктивність на рівні і вище в порівнянні з контролем, де використовували стандартний комбікорм СК-21.

9. Ефективність вирощування тварин на двохкомпонентних комбікормах

Показники	Піддослідні групи			
	1	2	3	4
Кількість тварин у групі, гол.	10	10	10	10
Середня жива маса, кг (M±m):				
на початок дослідю	22,30±0,83	22,50±0,96	20,30±0,98	22,10±0,93
в кінці дослідю	40,60±1,30	42,60±1,40	39,00±1,80	40,20±1,24
Валовий приріст, кг	18,30	20,10	18,70	18,10
Середньо-добовий приріст, кг (M±m)	0,435±0,062	0,478±0,035	0,446±0,028	0,431±0,029
До контролю, %	100,0	109,8	102,50	99,00
Витрати на 1 кг приросту:				
корму, кг	3,63	3,29	3,54	3,66
кормових одиниць, кг	4,00	4,34	4,46	4,43
перетравного протеїну, кг	0,490	0,442	0,480	0,472

Зокрема, кращі результати були в другій групі поросят, яких годували кукурудзяно-соевим комбікормом. Вони мали середньодобовий приріст за період дорощування 0,478 кг, що на 9,8 % вище, ніж в контролі, краще використання кормів і протеїну на кілограм приросту. Істотної різниці між іншими групами практично не було. Їх середньодобові прирости були на рівні 0,431–0,446 кг, а витрати кормів і протеїну на кілограм приросту відповідно 4,00–4,46 кг корм. од. та 0,472–0,490 кг.

Таким чином, при годівлі молодняка свиней в період дорощування отримані зоотехнічні показники були вищими, ніж в контролі при використанні кукурудзяно-соевого і ячмінно-соевого комбікорму, а на ячмінно-гороховому – на рівні контролю. Різниця між групами за показниками, які вивчались, була невірогідною.

Слідуючий науково-господарський дослід проводили на підсвинках в період відгодівлі від 28 до 100 кг живої маси. Причому в першому періоді відгодівлі використовували такі же комбікорми, як і при вирощуванні поросят, тільки замість ячменю була пшениця, а в другому періоді зменшували кількість протеїнових кормів (гороху і сої). Перша контрольна група тварин одержувала стандартний комбікорм для контрольної відгодівлі СК-55-25.

Слід відмітити, що при однаковому споживанні кормів тваринами на голову за добу продуктивність їх була різною. Причому, як і в попередньому науково-господарському досліді кращі результати показали відгодівельні підсвинки другої дослідної групи, які одержували кукурудзяно-соевий комбікорм. Вони мали вірогідно ($P<0,05$) вищі на

25 % середньодобові прирости (0,626 кг) в порівнянні з контролем і на 8,7 % нижчі (4,68 кг корм. од.) витрати кормів на одиницю приросту. Тварини інших дослідних груп, яким згодовували пшенично-соеві і пшенично-горохові комбікорми також мали, вірогідно вищу продуктивність відносно контрольної групи ($P < 0,05$) при середньодобових приростах відповідно 0,589 і 0,585 кг, витратах корму та перетравного протеїну на кілограм приросту 4,76 і 4,72 кг кормових одиниць та 0,464 і 0,462 кг протеїну (табл. 10).

10. Ефективність відгодівлі тварин на двохкомпонентних комбікормах

Показники	Піддослідні групи			
	1	2	3	4
Кількість тварин у групі, гол.	10	10	10	10
Середня жива маса, кг ($M \pm m$):				
на початок дослідю	28,50 $\pm$ 1,83	28,40 $\pm$ 1,26	28,20 $\pm$ 1,75	28,50 $\pm$ 1,31
в кінці дослідю	91,80 $\pm$ 5,45	108,30 $\pm$ 4,48	103,70 $\pm$ 4,48	103,00 $\pm$ 2,59
Валовий приріст, кг	63,3	79,9	75,5	74,5
Середньодобовий приріст, кг ($M \pm m$)	0,500 $\pm$ 0,015	0,626 $\pm$ 0,016	0,589 $\pm$ 0,028	0,545 $\pm$ 0,017
До контролю, %	100,00	125,20	117,80	117,00
Витрати на 1 кг приросту:				
кормових одиниць, кг	5,09	4,68	4,76	4,72
перетравного протеїну, кг	0,614	0,411	0,464	0,462

Фізіологічні дослідження по вивченню обміну речовин

З метою вивчення ефективності використання поживних речовин комбікормів та коефіцієнтів їх перетравності було проведено фізіологічний балансовий дослід, в якому повністю витримували схему годівлі тварин в науково-господарському досліді. Його результати наведено в табл. 11–13.

Якщо проаналізувати одержані дані за коефіцієнтами перетравності поживних речовин комбікормів бачимо, що вони були досить високими у тварин всіх груп, але перетравність протеїну, жиру і клітковини все ж таки була кращою в дослідних групах, які одержували двохкомпонентні комбікорми. Це, перш за все, обумовлено високою якістю протеїну комбікормів завдяки екструдуванню сої і гороху і внаслідок структурних змін лігнінового комплексу, який відбувається при цьому технологічному процесі переробки.

Істотної різниці між групами по використанню азоту також не було, що свідчить про високу біологічну цінність поживних речовин в раціонах, рівень відкладення якого в тілі тварин від спожитого з кормом знаходився в межах 45,22–52,68 %. Дещо краще свині дослідних груп використовували кальцій і фосфор, що свідчить про активний синтез цих елементів в організмі піддослідних тварин.

11. Коефіцієнти перетравності поживних речовин в науково-господарському досліді, %, (M±m), n = 3

Піддослідні групи	Суха речовина	Органічна речовина	Протеїн	Жир	Клітковина	Безазотисті екстрактивні речовини
1	82,31±0,23	84,17±0,10	79,55±0,27	43,23±3,08	27,51±3,10	89,31±0,33
2	88,74±0,49	90,22±0,51	81,65±0,24	67,32±2,57	52,39±1,48	48,93±0,64
3	86,39±0,57	85,16±0,38	79,83±0,37	37,56±5,47	47,72±1,76	92,99±0,31
4	86,00±1,01	87,33±0,78	80,74±0,81	56,78±0,51	45,33±3,61	92,24±0,72

12. Баланс азоту та його використання свинями у науково-господарському досліді, г, n = 3

Піддослідні групи	Спожито з кормом	Виділено з калом	Виділено з сечею	Відкладено в тілі	Відкладено азоту, %, M±m	
					від спожитого	від перетравленого
1	29,44	6,01	10,11	13,32	45,22±2,40	56,81±2,91
2	28,00	5,14	8,07	14,79	52,68±1,93	64,47±2,29
3	32,08	6,49	9,60	15,99	49,86±0,44	62,50±0,29
4	36,06	6,95	10,47	18,64	49,03±3,64	60,62±3,96

13. Баланс кальцію, фосфору та їх використання свинями у науково-господарському досліді, г, n = 3

Піддослідні групи	Спожито з кормом	Виділено з калом	Виділено з сечею	Відкладено в тілі	Відкладено азоту від спожитого, %, M±m
Баланс кальцію					
1	6,10	3,36	0,036	2,710	44,45±1,07
2	8,33	1,96	0,028	6,335	76,17±0,82
3	8,41	3,17	0,042	5,182	61,56±2,43
4	12,00	2,94	0,044	9,029	75,24±1,94
Баланс фосфору					
1	20,26	5,97	0,56	13,73	67,74±0,90
2	9,36	3,83	0,46	5,07	53,88±3,46
3	16,82	5,82	0,54	10,46	62,16±0,53
4	14,99	5,98	0,58	8,43	56,40±2,87

Забійні якості піддослідних тварин

Контрольний забій тварин, результати якого наведені в табл. 14, показав, що істотної різниці між групами за масою окосту не було (10,1–10,5 кг), але товщина шпику на рівні 6–7 грудних хребців була найменшою у тварин четвертої групи (2,80 см), яких годували пшенично-гороховим комбікормом і найбільшою у тварин другої групи (3,55 см) на кукурудзяно-соевому комбікормі, що в цілому пояснюється різною якістю цих комбікормів. В контрольній групі цей показник склав 3,13 см і в третій групі на пшенично-соевому комбікормі – 3,30 см. Площа «м'язевого вічка» дещо більшою була в другій групі (36,15 см²), в інших групах – знаходилася в межах 34,00–35,60 см².

14. Результати обвалювання туш та фізико-хімічні показники м'яса і сала піддослідних тварин в науково-господарському досліді, ($M \pm m$)

Показники	Піддослідні групи			
	1 n = 3	2 n = 3	3 n = 3	4 n = 3
Товщина шпику над 6-7 грудними хребцями, см	3,13 $\pm$ 0,31	3,55 $\pm$ 0,28	3,30 $\pm$ 0,03	2,80 $\pm$ 0,36
Площа «м'язевого вічка», см ²	34,53 $\pm$ 1,80	36,15 $\pm$ 1,85	34,05 $\pm$ 1,16	35,60 $\pm$ 1,16
Маса окосту, кг	10,57 $\pm$ 0,25	10,59 $\pm$ 0,21	10,20 $\pm$ 0,25	10,08 $\pm$ 0,57
М'ясо				
Загальна волога, %	75,99 $\pm$ 0,25	74,91 $\pm$ 0,40	76,30 $\pm$ 0,51	76,77 $\pm$ 0,55
Зола, %	1,17 $\pm$ 0,02	1,11 $\pm$ 0,05	1,13 $\pm$ 0,03	1,18 $\pm$ 0,02
Протеїн, %	20,14 $\pm$ 0,21	21,22 $\pm$ 0,22	20,07 $\pm$ 0,37	19,56 $\pm$ 0,19
Жир, %	2,50 $\pm$ 0,04	2,46 $\pm$ 0,01	2,26 $\pm$ 0,26	2,34 $\pm$ 0,30
Сало				
Загальна волога, %	2,45 $\pm$ 2,95	2,59 $\pm$ 0,35	2,34 $\pm$ 2,40	2,58 $\pm$ 0,19
Йодне число	61,99 $\pm$ 2,81	62,11 $\pm$ 0,42	62,40 $\pm$ 0,49	62,28 $\pm$ 0,44
Число рефракції	1,4596	1,4598	1,4595	1,4596
Температура плавлення, °C				
початкова	30,30 $\pm$ 0,60	31,00 $\pm$ 0,33	31,20 $\pm$ 0,49	31,80 $\pm$ 0,95
кінцева	41,70 $\pm$ 1,09	43,40 $\pm$ 0,55	43,00 $\pm$ 0,41	43,00 $\pm$ 0,70

Перевірку ефективності використання двохкомпонентних комбікормів в умовах промислового виробництва провели в ТОВ «Говтва» Решетилівського району і агрофірмі «Україна» Машівського району Полтавської області.

Було встановлено, що використання двокомпонентного ячмінно-горохового комбікорму з використанням кормів місцевого виробництва при годівлі молодняка свиней і відгодівельних підсвинків в умовах промислового комплексу агрофірми «Україна» Машівського району і ТОВ «Говтва» Решетилівського району Полтавської області демонструють його певну зоотехнічну та економічну перевагу порівняно із стандартним комбікормом.

Зоотехнічна оцінка нетрадиційних кормових засобів та деяких біологічно активних добавок в раціонах свиней

Одержання високої продуктивності свиней можливо тільки від здорових і добре розвинених тварин. Виходячи із цього та маючи високопоживні, повнораціонні комбікорми досягається відповідний зоотехнічний і економічний ефект. Тому годівля свиней різних статевих груп повинна бути збалансованою за всіма поживними речовинами: енергією, протеїном, макро- та мікроелементами і вітамінами, багато з яких одержуються тваринами безпосередньо з кормами, а деякі, яких не вистачає, додаються в складі спеціальних преміксів або окремо до раціонів у вигляді домішок.

15. Хімічний склад спіруліни

Компоненти	Вміст речовини, %
Білок, не менше	45,0
Вуглеводи	10,0
Ліпіди	5,0
Зольність	9,0
Вологість, не більше	10,0
Амінокислоти (% в білку)	
ізолейцин	4,0
лейцин	9,0
лізин	4,5
метіонін	2,0
фенілаланін	4,5
треонін	5,0
триптофан	1,5
валін	5,0
аланін	7,5
аспарагінова кислота	10,5
цистин	0,7
глутамінова кислота	17,5
гліцин	4,8
гістидин	1,1
пролін	4,0
серин	5,0
тирозин	4,0
Вітаміни, мг/100 г:	
тіамін (B ₁)	3,0
рибофлавін (B ₂)	2,0
піродиксин (B ₆)	0,5
фолієва кислота	0,05
ціанкобаламін (B ₁₂)	0,16
ніацин (PP)	0,8
каротин	170,0
токоферол (E)	19,0
Мінеральні речовини, мг/100 г:	
кальцій	700,0
фосфор	800,0
залізо	50,0
натрій	1100,0
магній	650,0
цинк	3,0
калій	200,0
Важкі метали	сліди
Енергетична цінність 100 г спіруліни, ккал	254

В зв'язку з цим з метою покращення біологічної цінності комбікормів та їх якості було заплановано вивчення ефективності використання в годівлі свиней деяких нетрадиційних кормових засобів, а саме:

- спіруліни – сухого концентрату синьо-зеленої водорості з високим вмістом протеїну та повним набором незамінних амінокислот,

вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів;

- мекорду – препарату, виготовленому на основі ферменту меланіну, який виступаючи як антиоксидант стимулює ріст і продуктивність тварин, діє як лікувальний профілактичний засіб при шлунково-кишкових захворюваннях свиней.

Спіруліна – це синьо-зелена водорість, яка характеризується високим вмістом протеїну і повним набором незамінних амінокислот. Крім того, в ній високий вміст вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів. Слід зазначити, що структура білків багатьох синьо-зелених водоростей слабо руйнується під впливом травних соків. Тому, важливо підвищити їх доступність для перетравлення, що досягається за допомогою попередньої обробки водоростей такими технологічними операціями, як кислотний чи ферментативний гідроліз, або ж за допомогою перепаду тиску.

Однак, спіруліна – це такий штам синьо-зелених водоростей, який не потребує для свого використання попереднього гідролізу і може бути використана в годівлі тварин без попередньої обробки.

Вміст протеїну в цьому продукті складає 40–60 %, жиру – 0,5–0,6 %, безазотистих екстрактивних речовин – 10–12 %, мінеральних – 30–35 %, а за вмістом амінокислот (17 %) продукт наближається до високопротеїнових кормів. Крім того, в спіруліні містяться провітаміни А, вітаміни В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, РР, Е (табл. 15).

Зоотехнічна ефективність використання сухого концентрату спіруліни в раціонах поросят наведена в табл. 16. В результаті проведених досліджень встановлено, що використання спіруліни в складі ячмінно-горохового комбікорму в кількості 0,5–1,0 % за масою останнього, сприяло вірогідному ($P < 0,05$) підвищенню середньодобових приростів поросят на 4,0 і 15,0 % (0,248 і 0,275 кг) та зниженню витрат кормів на 1 кг приросту на 4,0 і 12,0 % при економному витрачанні протеїну в порівнянні з контролем, де спіруліна не вводилася.

Крім того встановлено позитивний вплив спіруліни на збереженість поросят до 45-денного віку. У відповідності до контрольної групи цей показник в дослідних групах був вищим на 8 %.

Таким чином можна заключити, що спіруліна може бути застосована як біологічно-активна домішка в раціонах поросят. Також вивчали ефективність використання у раціонах препарату «Мекорд».

«Мекорд» – продукт, який отримують шляхом, рівномірного розподілу фізіологічно-активної речовини меланіну (0,5 %) у формоутворюючому компоненті на основі продуктів переробки зерна (99,5 %). Меланін абсолютно не шкідливий, зміцнює імунну систему організму, інгібує реакції вільнорадикального окислення ліпідів клітинних мембран, стимулює ріст і продуктивність тварин, не викликає побічних явищ. Особливо добре зарекомендував себе при лікуванні і профілактиці захворювань шлунково-кишкового тракту свиней.

16. Зоотехнічні показники вирощування поросят при згодовуванні спіруліни

Показники	Піддослідні групи та рівень вводу спіруліни (% за масою в комбікормах)		
	1 – контрольна (без спіруліни)	2 – дослідна (0,5 % спіруліни)	3 – дослідна (1,0 % спіруліни)
Кількість тварин, гол.			
на початок дослідів	26	26	26
на кінець дослідів – 45 днів	20	22	22
Середня жива маса, кг, (M±m):			
початкова	1,1±0,02	1,1±0,01	1,1±0,02
кінцева	11,8	12,3	13,5
Середньодобовий приріст, г, (M±m)	238±10,26	248±12,56	275±13,06
Витрати на 1 кг приросту:			
кормових одиниць, кг	1,25	1,20	1,10
перетравного протеїну, кг	0,171	0,165	0,150
Збереженість поросят від 0 до 45-денного віку, %	77	85	85

Починаючи з 7-денного віку поросят дослідної групи в корита з сухим комбікормом додавали «Мекорд» в кількості 5 г на голову в день. Згідно технологічних умов використання цього препарату його, з метою профілактики, необхідно згодовувати протягом 5 днів, тобто кожне поросен повинно одержати п'ять порцій «Мекорду» по 5 г кожна. Враховуючи те, що поросен в такому віці погано реагують на підгодівлю, контроль за поїданням комбікорму з препаратом вівся по кожному гнізду, так як поросен в одному гнізді споживали норму корму за 5–6 днів, інші – за 10.

17. Ефективність вирощування поросят при згодовуванні «Мекорду»

Показники	Піддослідні групи поросят	
	1 - контрольна	2 - дослідна
Кількість тварин, голів:		
на початок дослідів	212	227
на кінець дослідів	190	215
після витримки 60 днів	179	205
Середня жива маса, кг:		
початкова	1,3	1,2
кінцева в 45 днів	14,5	14,0
Середньодобовий приріст, г	271	284
Валовий приріст, кг	2315	2752
Додатковий приріст, кг	-	434
Витрати на 1 кг приросту:		
кормових одиниць, кг	1,27	1,22
перетравного протеїну, кг	138	132
Збереженість, %	89,6	94,7

18. Основні положення розробленої системи вирощування та відгодівлі свиней

Параметри	Виробнича група свиней		
	поросята від народження до відлучення	поросята від відлучення до 4-х місячного віку	відгодівельний молодняк
1. Нормування годівлі:			
1.1. Рівень сухої речовини на 1 кг живої маси, г	40	40	35
1.2. Концентрація обмінної енергії в 1 кг корму, Мдж	14,5	13,2	13,1
1.3. Концентрація протеїну сирого, % перетравного на 1 корм. од., г	15,7 123	14,1 110	13,1 102
1.4. Концентрація лізину: в 1 кг комбікорму, г в сухій речовині, %	10,5 1,23	9,5 1,12	8,0 0,94
2. Структура раціону:			
2.1. Рівень зернових енергетичних кормів, % за поживністю	64,0	67,0	80,0
2.2. Рівень зернових протеїнових кормів, % за поживністю	29,0	25,0	17,0
2.3. Рівень протеїнових кормів тваринного походження, % за поживністю (за рахунок незбираного молока згідно з схемою підгодівлі)	10,0	-	-
3. Технологія підготовки концентрованих кормів:			
3.1. Екструдкування, t 145 °C	до 1-міс. віку вся зернова суміш	зерно бобових	зерно бобових
3.2. Мікронізація, t 125 °C			
4. Кормові добавки, % за масою:			
4.1. Спіруліна	1,0	-	-
4.2. Мекорд	1,5	1,5	-
5. Зоотехнічні показники системи:			
5.1. Середньодобовий приріст, кг:			
у науково-господарських дослідях	0,280	0,400	0,660
у виробничих перевірках	0,280	0,330	0,600
5.2. Витрати кормів на 1 кг приросту, кг кормових одиниць:			
у науково-господарських дослідях	1,20	4,50	4,70
у виробничих перевірках	1,23	4,80	5,25
5.3. Витрати сухого корму на 1 кг приросту, кг:			
у науково-господарських дослідях	0,85	2,97	3,27
у виробничих перевірках	0,86	3,31	3,76

Результати досліджу наведені в табл. 17. Вони свідчать про те, що «Мекорд» при згодовуванні в складі двохкомпонентного комбікорму, позитивно впливає на розвиток поросят, що підтверджується достатньо високим середньодобовим приростом в дослідній групі тварин – 0,284 кг проти 0,271 в контролі і їх збереженням, відповідно 94,7 і 89,6 %.

Основні положення економічної системи годівлі свиней

Таким чином можна заключити, що в результаті аналізу і обґрунтування виконаного комплексу наукових досліджень розроблена ефективна система відгодівлі свиней з використанням власної кормової сировини, впровадження якої в державі дозволило б повністю вирішити питання виробництва конкурентоспроможної свинини, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Основні положення економічної системи годівлі відображені в табл. 18.

Наукова концепція цього напрямку доведена експериментально. В основі ефективного використання кормів лежить їх підготовка до згодовування. За рахунок сучасних методів технологічної обробки зерна можна значно підвищити біологічну цінність і засвоєння майже всіх його найважливіших поживних речовин, й це, в свою чергу, дає змогу оптимально використовувати протеїн раціонів.

Нами встановлено, що рівень перетравного протеїну в комбікормах 110 г/кормову одиницю в перший і 95 г/кормову одиницю в другий період відгодівлі є оптимальним, що забезпечує високу продуктивність тварин і економне використання корму і протеїну на кілограм приросту.

Збільшення кількості зерна бобових в екструдованому вигляді до 30 % (при середньому його вмісті 22,5 %) дає змогу організувати годівлю свиней двохкомпонентними комбікормами – дешевими і ефективними. Нашими дослідженнями це підтверджено повністю.

Запропоновані двохкомпонентні кукурудзяно-соєві, пшенично- або ячмінно-соєві, пшенично- або ячмінно-горохові комбікорми гарантовано забезпечують середньодобовий приріст тварин на рівні 0,600 кг. Вони дають змогу організувати економічну і збалансовану годівлю будь-якої статевікової групи тварин за енергією, протеїном та іншими речовинами. Виготовити такі комбікорми доступно будь-якому господарству.

3.5. Агроекологічна детермінація тренду врожайності кукурудзи як енергетичної сільськогосподарської культури

Пономаренко С.В.

Полтавська державна аграрна академія

Існує багато підходів до прогнозування та прогнозних моделей продуктивності аграрного виробництва. Усі методи прогнозування врожайності можна звести до чотирьох груп – космостатистичні,

геостатистичні, абстрактно-статистичні та системно-статистичні [248]. Одним з перших на необхідність прогнозування часових рядів звернув увагу видатний український економіст-математик Є. Є. Слуцький [249]. На основі теорії пов'язаних рядів він побудував методику прогнозування випадкових процесів. Космостатистичні методи досліджують гіпотетичну залежність продуктивності від космічних процесів і від динаміки сонячної активності [250]. Геостатистичний підхід до описання враховує вплив геофізичних, кліматичних і погодних чинників на динаміку біологічних процесів [251]. О.І. Симоненко вважає, що слід уважніше віднестися до абстрактно-статистичних методів прогнозування врожайності, які передбачають вивчення особливостей динаміки процесу, не розглядаючи причин, які викликають цю динаміку. Недостатня ефективність та обґрунтованість космостатистичних прогнозів пояснюється тим, що вплив космічних чинників на процес вегетації рослин здійснюється опосередковано. Тому в прогнозуванні врожайності необхідне поєднання космостатистичних та інших прогнозів, зокрема геостатистичних [248]. Але при дослідженні рядів динаміки урожайності сільськогосподарських культур зовсім не приділяється уваги агроекологічному матриксу – тим умовам середовища та особливостям їх просторової організації, у межах яких відбувається сільськогосподарське виробництво. Тому дослідження агроекологічної детермінації тренду врожайності кукурудзи, як важливої складової її динаміки, є актуальною науковою проблемою.

Однією із найцікавіших наукових гіпотез є гіпотеза про циклічний характер змін врожайності на деякій обмеженій території. У якості міри схожості коливань врожайності сільськогосподарських культур можуть використовуватися коефіцієнти кореляції між рядами відхилень від трендів часових рядів однакової тривалості. У зв'язку з цим висновки, які ґрунтуються на дослідженні трендових залишків, завжди є неоднозначними через можливість вибору різних варіантів тренду. Для аналізу властивостей динамічної системи рекомендують позбутися тренду, що здійснюється або за допомогою механічного, або аналітичного згладжування [248]. Слід відзначити, що тренд є не випадковою складовою часового ряду, яка повільно змінюється та віддзеркалює вплив деяких постійних факторів [252]. Цій складовій часової динаміки урожайності ми приділяємо значну увагу, так як

²⁴⁸ Симоненко Е. И. Методология анализа и моделирования одномерных временных рядов урожайности зерновых культур / Е. И. Симоненко // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – №8. – С. 130–133.

²⁴⁹ Слуцкий Е. И. Сложение случайных причин как источник циклических процессов / Е. Е. Слуцкий // Вопросы конъюнктуры. – 1927. – Вып. 1, т.3. – С. 34–64.

²⁵⁰ Грицан Ю. І. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. І. Грицан. – Д.: Вид-во ДНУ, 2000. – 300 с.

²⁵¹ Жуков О. В. Оцінка варіювання у просторі та часі рослинного покриття засобами дистанційного зондування Землі / О. В. Жуков, П. В. Писаренко, О. М. Кунах, О. Ю. Диченко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – №2 (36). – С. 105–112.

²⁵² Присенко Г.В. Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посіб. / Г.В. Присенко, Є.І. Равікович. – К.: КНЕУ, 2005. – 378 с.

пов'язуємо його з дією систематичних факторів агроекономічної та агротехнологічної природи. У свою чергу циклічну компонента має переважно агроекономічне походження. Таке розподілення є певною генералізацією, так як агроекономічні процеси можуть мати циклічну динаміку, а тренд може бути пов'язаний з дією такого фактору, як глобальне потепління клімату.

У основу дослідження покладені відкриті відомості про рівень урожайності зернових та зернобобових культур в середньому по адміністративним районам Полтавської області за період 1995–2016 рр. Відповідні відомості містяться у офіційних щорічних публікаціях «Сільське господарство Полтавської області» Головного управління статистики у Полтавській області (<http://www.pl.ukrstat.gov.ua/>). Наявність загального тренду по зростанню врожайності зернових та зернобобових культур за період 1995–2016 рр. дозволяє для аналітичного опису динаміки у часі застосувати лінійну модель виду (дані попередньо логарифмовані):

$$Y = b x + a, \quad (1)$$

де Y – врожайність у момент часу x ; a та b – коефіцієнти.

Слід відзначити, що ці коефіцієнти можна змістовно інтерпретувати. Коефіцієнт b можна інтерпретувати як швидкість зростання урожайності з часом, коефіцієнт a – як потенціал урожайності у початковий період дослідження. Зауважмо, що коефіцієнти розраховуються за методом найменших квадратів та в розрахунку приймають участь усі експериментальні данні. Таким чином, як швидкість зростання, так і потенціал на початку спостережень розраховані певною мірою ретроспективно. Точність моделі характеризує коефіцієнт детермінації R^2 . Він може варіювати у межах від 0 до 1. Величина $1-R^2$ вказує на частку варіабельності урожайності культур, які знаходяться поза межами лінійного тренду. Ця частка також має складну природу. До її складу входить «шум» та закономірні зміни урожайності, які не мають глобального характеру, тобто мають такі частотні характеристики, які значно менші за своїм періодом, ніж період досліджень. Тренд ми інтерпретуємо як частину динаміки урожайності сільськогосподарських культур, які обумовлені агроекологічними та агротехнологічними чинниками. Позатрендова регулярна мінливість має агроекологічну природу.

Відмітимо ще два ключові інформаційні набори земельних характеристик, які використовуються в агроекологічному дослідженні Полтавської області. Для оцінки рельєфу використовується набір даних GTOPO30 (*Global 30 arc-seconds elevation dataset*), який забезпечує характеризування висоти земної поверхні над рівнем моря. У якості геоморфологічних змінних у роботі розглянуто наступні похідні цифрової моделі рельєфу.

Топографічний індекс вологості. Концепція топографічного індексу вологості (*topographic wetness index – TWI*) вперше була

запропонована К. Бівеном і Н. Кіркбі [253]. Топографічний індекс вологості обчислюється за формулою:

$$TWI = \ln(a/\tan\beta), \quad (2)$$

де a – дренажна площа (площа водозбору, розрахована на одиницю довжини замикаючого контуру); β – крутість схилу [253].

Фактор ерозії LS. Ерозійний потенціал рельєфу LS є одним з компонентів універсального рівняння ґрунтової ерозії (Universal Soil Loss Equation – USLE). LS є добутком L- і S-факторів. L-фактор визначає значення довжини схилу (*slope length*), а S-фактор – крутості (*slope steepness*). Універсальне рівняння ерозійних втрат ґрунту (USLE), або рівняння Уїшмейера-Сміта, виведене в США як метод розрахунку середньорічних втрат ґрунту на основі узагальнення результатів спостережень на стандартних стокових площадках довжиною 22,13 м з ухилом 9 %, проведених більш ніж на 8000 ділянках в 21 штаті [254].

На основі цифрової моделі рельєфу за допомогою процедури, основаної на індексі топографічної позиції [255] були виділені головні форми рельєфу. Процедуру виконано у програмі SAGA [256].

Для оцінки типів використання земель можуть бути застосовані результати програми глобального моніторингу покриття Землі – Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000) [257]. На основі карт класифікації типів покриття поверхні Землі та головних типів рельєфу були обраховані карти просторового варіювання індексів різноманіття типів покриття Землі та рельєфного різноманіття за Шенноном. Розрахунки виконані у програмі ArcMap 10.2 за допомогою модуля Land Facet Corridor Designer [258]. Географічна інформаційна система побудована за допомогою програми ArcGIS 10.2. Статистичні розрахунки виконані в програмі Statistica 10.0.

Загальна лінійна модель впливу показників різноманіття ландшафтного покриття, топографічного індексу вологості, індексу ерозії та їх взаємодії на коефіцієнту детермінації лінійного тренду здатна пояснити 35 % варіювання цієї ознаки (табл. 1).

Коефіцієнт детермінації лінійного тренду нами змістовно інтерпретований як результативність агроекологічних та агротехнологічних зусиль на динаміку зростання врожайності сільськогосподарських культур.

²⁵³ Beven K. A physically based variable contributing area model of basin hydrology/ K. Beven, N. Kirkby // Hydro. Sci. Bull. – 1979. – P. 43–69.

²⁵⁴ Митчел Дж.К. Расчеты потерь почвы / Дж.К. Митчел, Г.Д. Бубензер. – Эрозия почв. М.: Колос, 1984. – С. 34–95.

²⁵⁵ Guisan A. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution / A. Guisan, S. B. Weiss, A. D. Weiss // Plant Ecology. – 1999. – Vol. 143. – P. 107–122.

²⁵⁶ Olaya V. Geomorphometry in SAGA / V. Olaya, O. Conrad // Hengl T., Reuter H.I. (Eds.): Geomorphometry: concepts, software, applications. Elsevier. – 2008. – 765 p.

²⁵⁷ Global Land Cover 2000 database. European Commission, Joint Research Centre, 2003. <http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php>.

²⁵⁸ Jenness J. Land Facet Corridor Designer: Extension for ArcGIS / J. Jenness, B. Brost, P. Beier. Jenness Enterprises. 2013. Available at: http://www.jennessent.com/arcgis/land_facets.htm.

1. Загальна лінійна модель впливу показників різноманіття ландшафтного покриття, топографічного індексу вологості, індексу ерозії та їх взаємодії на коефіцієнт детермінації лінійного тренду ($R^2 = 0,35$)

Предиктор	Сума квадратів	Ступені свободи	Середня сума квадратів	F-відношення	p-рівень
Ландшафтне різноманіття (Land)	0,0084	1	0,0084	1,85	0,19
Різнороманіття рослинного покриття (Plant)	0,0024	1	0,0024	0,53	0,48
Топографічний індекс вологості (TWI)	0,0209	1	0,0209	4,61	0,05
Індекс ерозії (LS)	0,0032	1	0,0032	0,71	0,41
Land*Plant	0,0004	1	0,0004	0,08	0,78
Land*TWI	0,0117	1	0,0117	2,58	0,13
Plant*TWI	0,0022	1	0,0022	0,49	0,49
Land*LS	0,0021	1	0,0021	0,47	0,50
Plant*LS	0,0012	1	0,0012	0,27	0,61
TWI*LS	0,0079	1	0,0079	1,75	0,21
Помилка	0,0679	15	0,0045	—	—

Джерело: авторські розрахунки

Для коефіцієнту детермінації статистично вірогідним предиктором є топографічний індекс вологості. Цей вплив характеризується позитивним регресійним коефіцієнтом ($3,66 \pm 1,71$). Таким чином, сприятливі умови зволоження є позитивним фактором для ефективного розгортання біотичного потенціалу території під впливом агроекономічних та агроекологічних чинників.

Загальна лінійна модель впливу показників різноманіття ландшафтного покриття, топографічного індексу вологості, індексу ерозії та їх взаємодії на коефіцієнт a лінійного тренду здатна пояснити 69 % варіювання цієї ознаки (табл. 2).

Статистично вірогідними предикторами коефіцієнту a лінійного тренду є індекс ерозії, взаємодія показників різноманіття рослинного покриття та рельєфу, взаємодія різноманіття рельєфу та індексу ерозії, взаємодія індексу ерозії та топографічного індексу вологості. Індекс ерозії характеризується негативним регресійним коефіцієнтом ($-2,14 \pm 0,68$), що свідчить про те, що ерозійні ризики, обумовлені особливостями рельєфу, негативно впливають на агроекологічний потенціал території. Різнороманіття рослинного покриття та рельєфу як окремі показники не мають статистично вірогідного впливу на агроекологічний потенціал території, тоді як їх взаємодія характеризується позитивним статистично вірогідним регресійним коефіцієнтом ($1,85 \pm 0,43$). Таким чином, комбінований вплив різних аспектів ландшафтно-екологічного різноманіття позитивно впливає на агроекологічний потенціал території для вирощування кукурудзи.

2. Загальна лінійна модель впливу показників різноманіття ландшафтного покриття, топографічного індексу вологості, індексу ерозії та їх взаємодії на коефіцієнт a лінійного тренду ($R^2 = 0,69$)

Предиктор	Сума квадратів	Ступені свободи	Середня сума квадратів	F-відношення	p-рівень
Ландшафтне різноманіття (Land)	0,0041	1	0,0041	1,53	0,24
Різнноманіття рослинного покриття (Plant)	0,0036	1	0,0036	1,32	0,27
Топографічний індекс вологості (TWI)	0,0038	1	0,0038	1,42	0,25
Індекс ерозії (LS)	0,0253	1	0,0253	9,39	0,01
Land*Plant	0,0489	1	0,0489	18,15	0,00
Land*TWI	0,0042	1	0,0042	1,55	0,23
Plant*TWI	0,0010	1	0,0010	0,39	0,54
Land*LS	0,0150	1	0,0150	5,57	0,03
Plant*LS	0,0005	1	0,0005	0,18	0,68
TWI*LS	0,0328	1	0,0328	12,19	0,00
Помилка	0,0404	15	0,0027	—	—

Джерело: авторські розрахунки

Ерозійний потенціал певним чином нейтралізує позитивний вплив рельєфного різноманіття на агроекологічний потенціал території для вирощування кукурудзи, про свідчить від'ємне значення регресійного коефіцієнту для члену рівняння Land*LS ($-1,09 \pm 0,46$). У свою чергу, сприятливий режим зволоження, який обумовлений рельєфними особливостями, нейтралізує негативний вплив ерозійного потенціалу. Регресійний коефіцієнт біля члену TWI*LS має значення $3,32 \pm 0,95$.

Таким чином, початковий агроекологічний потенціал території для вирощування кукурудзи, на основі якого розгортувалася біотичний потенціал території під впливом агроекономічних та агротехнологічних чинників, значною мірою залежить від ландшафтно-екологічних умов території. Інтегровані показники різноманіття рослинного покриття, рельєфного різноманіття, топографічний потенціал зволоження та активності ерозійних процесів є суттєвими маркерами, які змістовно характеризують взаємовідносини агроекологічного потенціалу території та особливостей екологічного матриксу, в рамках якого відбувається розгортання біотичного потенціалу під впливом агроекологічних та агротехнологічних чинників.

Ми розглянули особливості варіювання статистик, які описують тренд варіювання урожайності кукурудзи у часі. Існування тривалого тренду зростання урожайності кукурудзи можна пояснити постійно діючими агроекономічними та агротехнологічними чинниками наращування інтенсивності сільського господарства.

Таким чином, встановлений чіткий тренд збільшення врожайності

кукурудзи в Полтавській області за період 1995–2016 рр., який може бути описаний лінійною залежністю. Коефіцієнти лінійної моделі змістовно інтерпретовані як швидкість зростання урожайності з часом та потенціал урожайності у початковий період дослідження.

Параметри тренду урожайності кукурудзи можуть бути пояснені за допомогою показників різноманіття ландшафтного покриву, топографічного індексу вологості, індексу ерозії та їх взаємодії.

РОЗДІЛ 4

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДОСТУПНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИННИХ РЕШТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ФІТОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

4.1. Сортова специфіка формування основної та побічної продукції у сої

*Білявська Л.Г., Білявський Ю.В.
Полтавська державна аграрна академія*

У зв'язку зі світовою енергетичною кризою, продукцію і відходи сільськогосподарського виробництва почали розглядати в якості паливних ресурсів. Найбільший енергетичний потенціал серед продукції і відходів аграрного виробництва припадає на тверду біомасу. Важливою передумовою ефективного використання твердої біомаси сільського господарства в біоенергетиці є правильна і достовірна оцінка її потенціалу. Накопичена жива речовина, за рахунок продуктів фотосинтезу, орієнтовно може покриватися до 10 % всіх енергозатрат [259]. Враховуючи необхідність ефективного використання біопалива у енергетичному балансі України, як це передбачено Законом України «Про альтернативні види рідкого та газового палива» від 14 січня 2000 р. №1391-XIV [260], слід всебічно вивчати потенціал рослинного ресурсу сої та її можливості для використання в якості твердого біопалива.

Лідером цього напрямку біоенергетики є Данія, де з щорічно утворюваних 6 млн т соломи близько 1,5 млн т spalюються для виробництва енергії (17 ПДж/рік). Також, рослинні рештки широко застосовуються в країнах Європи та Північній Америці. Франція віддає перевагу кукурудзі, пшениці, цукровому буряку; Німеччина – біодизелю з ріпаку. Як джерела для виготовлення біопалива почали використовувати й відходи харчової промисловості. Дослідженням наявного потенціалу біомаси в Україні займалися Г.Г. Гелетуша, С.О. Кудря, Н.М. Міщенко, В.М. Калініченко, В.О. Дубровін, Є.І. Сухін, П.С. Вишнівський, В.І. Гавриш, О.О. Єранкін, Р.В. Зіновчук, Г.М. Калетник, М.В. Калінчик, І.Г. Кириленко, О.М. Маслак, С.А. Стасіневич, О.Г. Шайко, О.М. Шпичак та ін.

На сьогодні, оптимізована структура валових зборів зернових та технічних культур в Україні (%): технічні культури – 45; озима пшениця – 25; кукурудза, ячмінь, тритикале – відповідно по 10%. В той же час, співвідношення валових зборів технічних культур виглядає наступним чином (%): соняшник – 40; ріпак – 30; соя – 25; інші культури – 5%.

²⁵⁹ Про цільову комплексну програму наукових досліджень НАН України «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива») : Постанова Президії НАНУ від 28.02.2007 р. № 56 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nas.gov.ua/legaltexts/DocPublic/P-070228-56-0.pdf>.

²⁶⁰ Про альтернативні види палива: Закон України від 14.01.2000 р. № 1391-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 12.

Виробництво зернобобових культур в Україні становить порядку 40–50 млн т на рік з врожайністю 2,5–3,0 т/га. За попередніми даними, у 2016 р. було досягнуто рекордний обсяг виробництва зернобобових культур з рекордною врожайністю у майже 4,0 т/га.

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2016 р. занесено 185 сортів сої культурної. З них, української селекції – 115 сортів (62 %), іноземної селекції – 70 сортів (38 %) [261, 262]. Кожний створений сорт має свої особливості, які необхідно ретельно вивчати та ефективно використовувати. Так, іноземні сорти, в умовах нашої країни сильно уражуються хворобами та дуже реагують на повітряну та ґрунтову посуху [263]. Існує більше 1000 напрямів використання сої [264].

Серед відновлювальних джерел розвитку набувають енергоносії біологічного походження або біопалива (рис. 1).

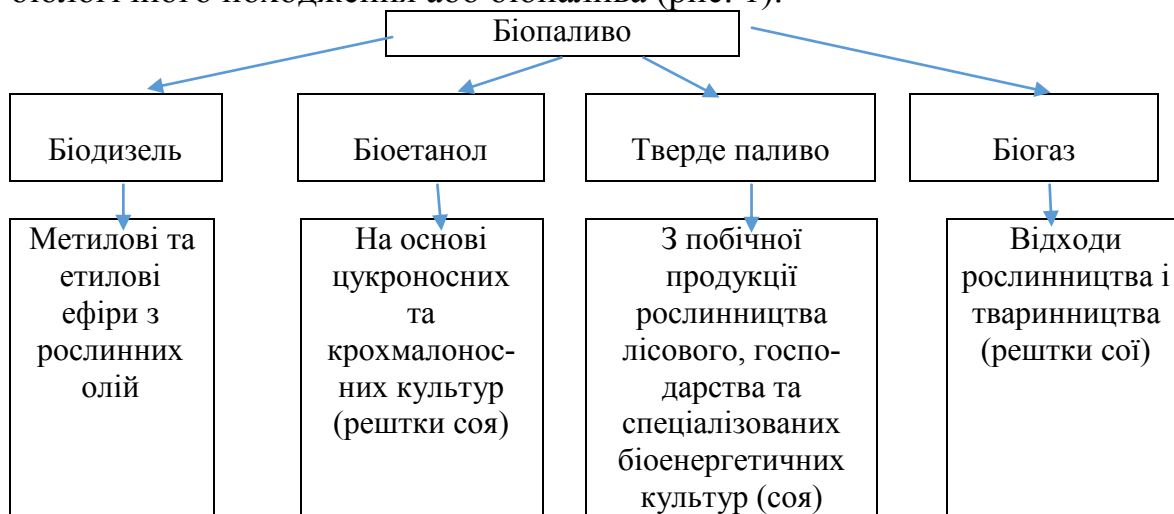


Рис. 1. Енергоносії біологічного походження

Джерело: дані [265]

Тверде біопаливо – це тверда біомаса, що використовується як котельно-пічне паливо, у тому числі дрова, торф, тирса, солома, стебла та інші сільськогосподарські відходи, гранули та брикети, вироблені з біомаси. На сьогодні, в Україні, намагаються залучати до біопаливної галузі сою. Цей підхід має локальний характер, адже її можна використовувати лише у вигляді стебел та стулок бобів. Разом з тим, уже зараз існують технічні можливості для збирання урожаю з використанням комбайнів, які виконують функцію збирання та тюкування решток одночасно.

²⁶¹ Петриченко В.Ф. Соя – культура унікальних можливостей / В.Ф. Петриченко, В.В. Лихочвар, В.Л. Марков, та ін. – К. : Юнівест Медіа, 2016. – С. 224.

²⁶² Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2016 р (документ станом на 05.05.2016 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://minagro.gov.ua/uk/ministry?nid=21767>.

²⁶³ Бабич А.О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. – К. : Аграрна наука, 2011. – 548 с.

²⁶⁴ Соя: промислова переробка, кормові добавки, продукти харчування / Ф.Ф. Адаменко, В.І. Сичкар, В.Н. Письменов, В.В. Шерстобитов. – К. : Норапринт, 1999 – 333 с.

²⁶⁵ Ключ С. Визначення енергетичного потенціалу соломи і рослинних відходів за період незалежності України / С.В. Калос // Відновлювана енергетика. – 2012. – №3. – С. 71–78.

Таким чином можна отримати додатковий дохід від збирання сої.

Умови спалювання решток визначають коефіцієнтом корисної дії, який для існуючих топків, котлів і теплогенераторів, становить від 0,75 до 0,84 відносних одиниць [266, 267].

Метою досліджень було встановлення рівня сортової специфіки у формуванні основної та побічної продукції сої. Експеримент проводився протягом 2015–2017 рр. (Центральна Лісостеп України).

За час проведення досліджень застосовували як загальноприйняті методи [268, 269] так і спеціальні [270]. Урожайність основної продукції визначали шляхом перерахунку врожайності кожної культури на стандартну вологість і чистоту. Вихід побічної продукції встановлювали за допомогою узагальненої оцінки енергетичного потенціалу біомаси [265, 271].

Потенціал рослинних решток сої (P_{pp}) визначали згідно формули (1):

$$P_{pp} = BZ_{оп} \times K_{pp} \times (1 - K_v) \times K_{ев}, \text{ т} \quad (1),$$

де $BZ_{оп}$ – валовий збір основної продукції, т/га; K_{pp} – коефіцієнт рослинних решток; K_v – коефіцієнт втрат рослинних решток; $K_{ев}$ – коефіцієнт використання рослинних решток.

Енергетичний потенціал рослинних решток сої (EP_{pp}) визначали згідно формули (2) [272]:

$$EP_{pp} = P_{pp} \times Q / 7000, \text{ т у. п.} \quad (2),$$

де P_{pp} – потенціал рослинних решток, т; Q – нижча теплота згорання рослинних решток, ккал/кг; 7000 – теплотворна здатність 1 кг умовного палива (ум. п.), ккал.

За даними науковців, енергетичний потенціал решток сої складає 3800 ккал/ кг.

Величина теоретичного потенціалу відходів є досить нерівномірною по роках і залежить, головним чином, від урожайності вивчаємих сортів сої. Величина технічного потенціалу обмежується наявною технологією

²⁶⁶ Голуб Г.А. Теплота згорання та умови спалювання соломи / Г.А. Голуб, В.О. Лук'янець, С.В. Субота // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – Вип. 134, ч. 2. – С. 275–278.

²⁶⁷ Голуб Г.А. Техніко-технологічне забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем / Г.А. Голуб // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2010. – Вип. 144, ч. 4. – С. 303–312.

²⁶⁸ Таргоня В. Визначення реального потенціалу сільськогосподарської біомаси, придатної для використання на енергетичні потреби / В. Таргоня // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. / ДНУ (УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого). – Дослідницьке, 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2. – С. 360–371.

²⁶⁹ Тарарико Ю.А. Формирование устойчивых агроэкосистем / Ю.А. Тарарико. – К.: ДИА, 2007. – 560 с.

²⁷⁰ Методика узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси / [В.О. Дубровін, Г.А. Голуб, С.В. Драгнев, та ін.]. – К.: ТОВ «Біопрінт», 2013. – 25 с.

²⁷¹ Морозов Р.В. Оцінка біоенергетичного потенціалу рослинних відходів та енергетичних культур у сільському господарстві / Р.В. Морозов, Є.М. Федорчук // Науковий вісник Херсонського державного університету, 2015. – Випуск 10. – Частина 3. – С. 111–117.

²⁷² Білявська Л.Г. Особливості якісного складу насіння сої за різних умов вирощування / Л.Г. Білявська // Зб. наук. пр. наук.-практ. конф. проф. – виклад. складу ПДАА (м. Полтава, 17-18 травня 2017 року). – Полтава: РВВ ПДАА, 2017. – С. 193–194.

збирання врожаю, що зменшує теоретичний потенціал на величину коефіцієнта технічної доступності.

За обсягами виробництва сої Україна займає перше місце у Європі і входить до дев'яти найбільших країн-виробників цієї культури у світі. Її виробництво і посівні площі в Україні стрімко зростають (рис. 2).

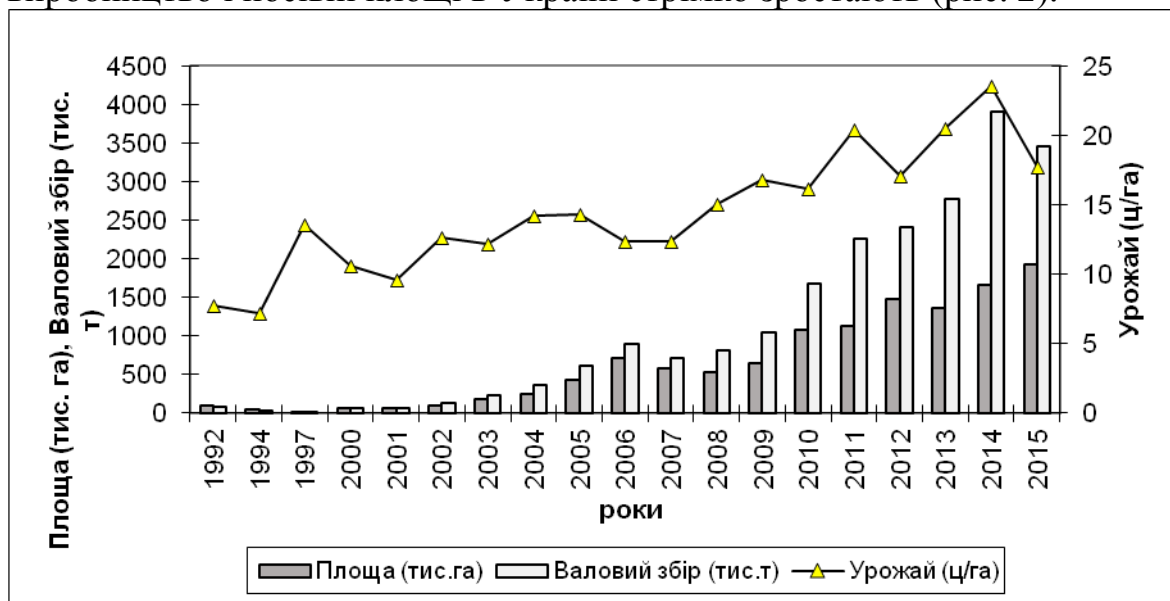


Рис. 2. Динаміка посівних площ, урожайності та валового збору насіння сої в Україні, 1992–2015 рр.

Джерело: дані [263]

Так, у 2009 р., площі під соєю становили близько 644 тис. га, а у 2015 р. – 1922,2 тис. га. За останні 5 років, урожаї сої, в цілому по Україні, перевищили рівень 20 ц/га. Це рекордні показники за час виробництва сої в країні.

Найбільш крупними в Україні виробниками сої є Полтавська, Вінницька, Черкаська, Кіровоградська, Київська, Одеська, Харківська, Дніпропетровська та Чернігівська області. За період 2013–2016 рр. ця культура все частіше почала страждати від посухи, а оптимальні кліматичні умови для сої склалися у Волинській, Житомирській, Чернігівській областях.

На сьогодні, умови, що склалися на території Полтавської області більше відповідають умовам степовій зоні України: середньорічна кількість опадів – 425–450 мм, гідротермічний коефіцієнт – 0,8–0,9.

Вітчизняними селекціонерами створені сучасні сорти сої різних груп стиглості, які добре пристосовані до різних кліматичних умов України, у яких добре розвинена система насінництва. Ці сорти сої добре реагують на передпосівну обробку насіння, оптимальні норми внесення мінеральних добрив, обробку стимуляторами росту й біопрепаратами по вегетації рослин, мають сортові особливості на внесення хімічних засобів захисту рослин і оптимально пристосовані до механізованого збирання насіння.

Офіційний розподіл сортів за групами стиглості надано в табл. 1.

1. Групи стиглості сортів сої та їх класифікація

Групи стиглості	Міжнародна класифікація	Сума активних температур вище 10°C	Тривалість вегетації, дів
Ультра ранні	000	1800–2200	до 90
Ранньостиглі	00	2200–2600	91–100
Середньоранньостиглі	0	2600–2800	101–110
Середньостиглі	I	2800–3000	111–120
Середньопізні	II	3000–3200	121–130
Пізньостиглі	III	3200–3400	131–140

Джерело: дані [263]

Потенціал урожайності скоростиглих сортів нового покоління становить 2,0–2,5 т/га, ранньостиглих – 2,5–3,0 т/га, середньостиглих – 3,0–3,8 т/га, пізньостиглих – 4,3–5,0 т/га. При встановленні норми висіву потрібно враховувати, що ранні сорти гілкуються менше порівняно з пізніми. Так, у 2010 р., 66 % посівів сої було розміщено у Лісостепу України, 25 % – Степу і 9 % – у Поліссі (табл. 2). В останні роки, у зв'язку зі змінами клімату в бік потепління, відсоток посівів сої у Поліссі значно зріс.

2. Сорти сої різних груп стиглості, що рекомендовані для умов Лісостепу України

Зона України	Група стиглості	Сорти сої
Лісостеп	скоростиглі	Аннушка, Ворскла, Єлена, Знахідка, Ксеня, Лариса, Легенда, Либідь, Хуторяночка, Фея, Фортуна, Аметист <i>Національний стандарт – Аннушка, Анастасія.</i>
	ранньостиглі	Антрацит, Александрит, Адамос, Авантюрин, Акварин, Аполлон, Блискавиця, Білосніжка, Бояна, Говерла, Десна, Донька, Київська 98, Корада, Кивін, Лара, Медя, Мерлін, Мрія, Монада, Протеїнка, Романтика, Святкова, Седмиця, Смолянка, Срібна рута, Сузір'я, Фаєтон, Черемош, Чернятка, Ювілейна, Юг-30. <i>Національний стандарт – Київська 98, Діона.</i>
	середньоранньостиглі	Алмаз, Антарес, Васильківська, Величава, Вілана, Горлиця, Дельта, Даная, Ельдорадо, Золотиста, Іванка, Київська 97, Омега вінницька, Особлива, Подільська, Скеля, Смуглянка, Сонячна, Спринт, Супра, Стратегія, Східна, Таврія, Шарм, Ятрань. <i>Національний стандарт – Васильківська, Ятрань.</i>
	середньостиглі	Агат, Вінничанка, Колбі, Маша, Мельпомена, Одеська 150А, Подільська 1, Полтава, Срібна, Феміда, Чернівецька 8. <i>Національний стандарт – Вінничанка, Мельпомена.</i>

Джерело: дані [263, 272]

Останні роки комерційним попитом користуються сорти сої ранньої групи стиглості (високий врожай зерна, гарна якість насіння, висока комерційна ціна на насіння, гарний попередник під озимі зернові

культури та ін.). Так, в залежності від групи стиглості та сортових особливостей формується відповідна кількість відходів. Середньостиглі та пізньостиглі сорти за час вегетації формують максимальну біомасу й відповідно більшу кількість відходів.

Крім того, кожний сорт сої формує відповідну якість насіння. Так, сорти, що рекомендовані до використання в Полтавській області, мають наступний якісний склад насіння, який може змінюватися від ґрунтово-кліматичних умов року (табл. 3). Хімічний склад насіння сої може бути наступним: білок – 30–55 %, вуглеводи – 20–32 %, жир – 13–26 %, клітковина – 2,9–11 %, зола – 4,5–6,8 %.

2. Вміст білку та жиру в насінні сортів сої, 2009–2016 р.

Назва сорту	Білок, %	Жир, %
Алмаз	36–39	22–23
Аннушка	35–37	20–21
Устя	35–36	19–21
Антрацит	39–40	22–26
Ворскла	37–38	20–22
Легенда	39–40	20–21
Білосніжка	36–37	19–20
Діона	35–36	21–22
Київська 27	36–39	21–23
Александрит	37–38	20–21

Джерело: дані [272]

В середньому, для України, теоретичний та енергетичний потенціал рослинних решток сої для використання в енергетичних цілях складає близько 30 %. Так, на 1 т зібраного насіння сої припадає до 3 т решток. Ціна реалізації соломи (додатковий прибуток) – 500 грн/т [272].

Вторинні відходи – такі, що генеруються при обробці врожаю на підприємствах (80 % соєвої сировини переробляється на шрот і олію, яка містить високоенергетичні жирні кислоти, а також, відходи очистки насіння (крупне та дрібне насіння, деформоване, біте, зелене, невиповнене, стулки бобів, домішки та ін.). Збільшення площ під соєю не спричиняє негативного впливу на ґрунт, а навпаки позитивно впливає на його якісні показники.

За даними вчених, коефіцієнт відходів зернобобових культур умовно дорівнює 1; коефіцієнт втрат – 0,1; а коефіцієнт енергетичного використання – 1,0. У сої, ці показники – відповідно: 1,2–2,3; 0,1 і 1,0.

Фотоматеріали соєвих решток (стебла та стулки бобів) залежно від сорту подано на рис. 3.



1. Стебло рослини сорту Александрит



2. Стебла рослин сорту Антрацит



3. Стебла рослин сорту Алмаз



4. Стулки з 1 рослини сорту Александрит



5. Стулки з 1 рослини сорту Антрацит



6. Стулки з 1 рослини сорту Алмаз

Рис. 3. Вигляд соєвих решток (стебла та стулки бобів) в залежності від сорту

Джерело: авторські дані

Відповідно коефіцієнту відходів, розрахована кількість рослинних решток сої в Україні за період 2006–2014 рр., яка надана у табл. 3.

3. Кількість рослинних відходів сої в Україні, 2006–2014 рр.

Вид продукту	Роки								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Валовий збір зерна, тис. т									
Насіння	889,6	722,2	812,8	1044,0	1680,0	2264,0	2410,0	2774,0	3900,0
Кількість рослинних решток, тис. т									
Рештки	1067,5	902,7	1137,9	1409,4	2184,0	3056,4	3374,0	4022,3	5850,0
Коефіцієнт рослинних решток									
Рештки	1,2	1,25	1,4	1,3	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5

Джерело: авторські дані

У табл. 3 і 4 подано результати розрахунків можливої кількості решток сої по роках досліджень та динаміка коефіцієнта рослинних решток, який змінювався залежно від рівня врожайності культури й валового збору насіння сої.

4. Вихід рослинних решток сої, тис. т

Культура	Посівна площа, тис. га	Валовий збір основної продукції, тис. т	Коефіцієнт перерахунку на рештки	Вихід пожнивних решток, тис. т	До загального виходу, %
Соя	0,1	2,5	1,5	3,75	1,3
Полтавська обл., 2016 р	182,4	474,2	2,60	1232,9	1,8

Джерело: авторські розрахунки

Біоенергетичний аналіз представляє співвідношення накопиченої енергії у врожаї культури до затрат енергії на її виробництво. Основними показниками при проведенні біоенергетичної оцінки технології є вихід валової енергії на 1 га посіву, затрати енергії на 1 га посіву та коефіцієнт енергетичної ефективності. Аналіз показників енергетичної ефективності показав, що в середньому за 2009–2014 рр. середній вміст загальної енергії у врожаї сої по різних сортах був відмічений на рівні 39000 (ранньостиглі сорти) – 45000 (пізньостиглі) МДж/га. При цьому, затрати енергії на вирощування сортів сої складали відповідно 17000 – 17500 МДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,28–2,60. Затрати сукупної енергії за вирощування сої були в межах 17000–25500 МДж/га. Слід зауважити, що підвищенню виходу енергії з урожаєм забезпечує передпосівна обробка насіння сої біопрепаратами в комплексі з мікродобривами.

При ефективній технології коефіцієнт енергетичної ефективності по основній продукції має становити більше одиниці. Найчастіше коефіцієнт відходів – фіксований та приблизно рівний 1. Це дуже приблизна оцінка, оскільки досить складно оцінити кількість решток, що була зібрана.

Проаналізовано 100 рослин різних сортів сої. Визначена їх середня вага однієї рослини з насінням (28,6 г), вага насіння (14,1 г або 49,3%) та вага решток сої з 1 рослини (стебла та стулки бобів) – 14,5 г або 50,7%. В перерахунку на 1 га, при густоті стояння рослин 700 тис. шт., вага решток сої (стебла та стулки бобів) складає 10,2 т.

Нами були вивчені сорти різних груп стиглості. Сортові особливості по групах стиглості надані в табл. 5.

5. Вихід основної та побічної продукції сої за групами стиглості з розрахунку на 100 га, 2014–2016 рр.

Показники	Сорти сої по групах стиглості		
	Александрит (скоростиглий)	Антрацит (ранньостиглий)	Алмаз (середньо-ранньо-стиглий)
Середня врожайність, т/га	2,35	2,53	2,81
Валовий збір насіння, т	2,35	2,53	2,81
Висота рослин, см	78	80	75
Валовий збір решток з 1 га, т	3,29	3,54	4,22
Коефіцієнт рослинних решток	1,4	1,4	1,5
Вихід пожнивних решток з 100 га, т	329	354	422
Вміст білку, %	38	40	39
Вміст олії, %	20	23	23

Джерело: авторські дані

Вартість насіння сої була найвищою за сівби 1–5 травня і становила: у сорту Антрацит – 12000 грн, Адамос – 11500 грн, у сорту Алмаз – 11000 грн, у сорту Аннушка – 10000 грн. В умовах Полтавської області, при сівби сої 20 квітня, чистий прибуток зменшувався. Рівень рентабельності при сівби сої 1–5 травня був в межах 130–190 %.

За середньої вартості соєвих решток в розмірі 500 грн т, враховуючи їх валовий збір на 1 га, наведемо загальну вартість побічної продукції за сортами різної групи стиглості: сорту Александрит – 16450 грн/га, сорту Антрацит – 17700 грн/га, сорту Алмаз – 21100 грн/га.

Перебування соєвих решток на полі призводить до зниження її вологості до 14–17 % ($Q = 14\text{--}15$ МДж/кг) та сприяє вимиванню хлору та калію, що підвищує якість відходів як палива.

Таким чином, Полтавська область має значний потенціал альтернативного енергетичного соєвого продукту. За значних площ під соєю, коефіцієнт рослинних решток сої коливається в межах від 1 до 1,8 та залежить від особливостей сорту. Вихід пожнивних решток з 1 га (т) у сорту Александрит – 3,29 т при врожайності 2,35 т/га, у сортів Антрацит і Алмаз, відповідно 3,54 і 4,22 при врожаї 2,53 і 4,22 т/га. За площі сої в 2016 році 182,4 тис. га, вихід пожнивних решток складає 1232,9 тис. т. При реалізації цієї додаткової продукції, як сировини для біопалива, можна отримати 616450,0 грн.

Використання побічної продукції сої, як біосировини, не має негативного впливу на економічну, екологічну та продовольчу безпеку країни. З урахуванням агроекологічного обґрунтування, цей перспективний напрям використання сприятиме розширенню посівних площ під соєю, збільшенню її виробництва, що відкриє нові перспективи для її виробників. За спалювання рослинних решток на полі втрачається енергетичний матеріал, азот і зменшується резерв органічної речовини для утворення гумусу.

4.2. Перспективи використання альтернативних енергетичних ресурсів при органічному вирощуванні культур

Богданов О.О.

Полтавська державна аграрна академія

Агропромислова група «Арніка» була заснована в 2000 р. і на сьогоднішній день є одним з ефективних виробників органічної сільськогосподарської продукції в Україні, який застосовує в сільському господарстві новітні технології і сучасну техніку, займається селекцією рослин. Засновник агропромислової групи «Арніки» – А.В. Пилипченко.

Діяльність здійснюється на 20 тис. га землі в Полтавській (Глобинський, Кременчуцький і Семенівський райони) і Рівненській

областях. Компанія займається вирощуванням і реалізацією органічної сої, зернових і технічних культур, а також технічних конопель.

Органічна соя – провідна культура компанії. Компанія першими в Україні почала вирощувати органічне насіння цієї культури. Власні сорти сої відрізняються високими врожайми, високим вмістом білку (39–42 % на суху речовину) та користуються високою популярністю на ринках Австрії, Нідерландів, Німеччини, Швейцарії та інших європейських країн як сировина для органічного тваринного корму. Більше того, компанія має у своєму доробку власні сорти сої, які спеціально створені задля застосування у харчовій промисловості для виробництва органічного соєвого молока та тофу.

Крім того компанія має сертифіковане за стандартом ЕУ виробництво унікального за своїми споживчими якостями продукту для відгодівлі тварин – органічної тостованої експандованої повножирової сої (ТЕП-сої), й активно розвиває цей напрямок [273].

Органічна пшениця – характерна для України культура, яка посідає одне з перших місць серед усіх сільськогосподарських культур в органічному виробництві нашої країни. Для органічного вирощування використовуються декілька сортів, котрі відзначаються високим якісним складом і ідеально підходить для використання в органічній харчіванні.

Органічна кукурудза – також важлива для господарства культура, яка користується стабільним попитом на світовому органічному ринку.

Органічні технічні коноплі – споконвічна українська культура, яка віками забезпечувала наших предків тканиною. Господарство займається селекцією власних сортів ненаркотичних конопель. У 2016 р. «Арніка» мала найбільші в Україні площі під вирощуванням цієї культури – близько 800 га. На сьогоднішній день компанія є єдиним в Україні виробником органічної коноплі, сертифікованої за європейським (ЕУ), швейцарським (Bio Suisse) та американським (NOP) органічними стандартами.

Нут та сочевиця – нові для України культури, які мають великий попит не тільки в Європі, а й у країнах Близького Сходу. Вирощування даних культур має велике значення для органічного виробництва в Україні, насамперед через те, що бобові культури є головними чинниками азотфіксації у ґрунті. Саме з цих причин швейцарський органічний стандарт Bio Suisse забор'язує всі господарства, націлені на органічне землеробство, у своїй сівозміні мати не менш як 20 % бобових. «Арніка» чітко слідує дотримання усіх вимог цього стандарту й забезпечує агротехнічні заходи збереження й підвищення родючості своїх земель, насамперед, шляхом використання бобових сидератів. Крім того, введення до сівозміни нуту та сочевиці має ще й велику економічну перспективу [273].

Льон олійний – культура, що не надто поширена в центральній

²⁷³ «Арніка» – передова органічна компанія України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.arnikaorganic.com/organic>.

Україні, однак доречна в органічній сівозміні, через строки посіву та створення балансу умов щодо впливу шкідників.

«Арніка» має сертифікований елеваторний комплекс, який забезпечує одночасне зберігання 120 тис. т зерна, зерносховища із загальним об'ємом зберігання 25 тис. т і резервуари для зберігання паливно-мастильних матеріалів. До складу агропромислової групи входить завод з переробки сої ТЕП потужністю 6 т/рік, і має сертифікат якості Organic Standart.

Група «Арніка» має власний потужний дослідницький центр, спеціалісти якого проводять селекцію й первинне насінництво сортів сої, бобових і технічних конопель та експериментують з ефективними агротехнологіями. У структурі центру дослідження та розробки ефективно функціонує відділ селекції та насінництва сої і зернобобових до складу якого входять: лабораторія генофонду, лабораторія наукового й технічного забезпечення, лабораторія первинного насінництва, лабораторія селекції.

Розсадник розмноження добазового насіння десяти власних сортів сої простилається на 58 га, він надає підприємствам групи якісне насіння і є основою для розвитку органічного насінництва в Україні. У 2017 р. на ринок виходять три нових, створених власноруч, сорти сої: Геба, Кана й Беркана, які є високоврожайними та мають високий вміст білка (до 42 %). На державній експертизі сортів рослин перебуває сорт Альгіз, крім того на дану перевірку планується надати ще три нові сорти. Головним напрямком селекції сої є пошук зразків із високими ознаками адаптивності, стійкістю до посухи та спеки через зміни клімату в Україні та світі [273].

У 2017 р. відділом селекції та насінництва сої та зернобобових проводяться досліди на 32 га, висіяно 11850 дослідницьких ділянок, які розміщені у 15 розсадників, зокрема 2 розсадники первинного насінництва, 13 селекційних розсадників. Також функціонує власний центр селекції та насінництва технічних конопель.

На даний час «Арніка» обробляє понад 11 тис. га за стандартом EU без застосування заборонених добрив і засобів захисту рослин. На 2,2 тис. га з них у 2015 р. отримано перший органічний врожай, якість котрого було підтверджено за стандартами EU, Bio Suiss, а 2016 р. зібраний врожай було сертифіковано ще й за стандартом NOP USDA. Для вирощування продукції на таких великих площах спеціалістами створено агротехнологію органічного землеробства, яка включає в себе збалансовану сівозміну, ефективну систему обробітку ґрунту, живлення та захисту рослин.

«Арніка» має у своєму складі власне органічне складське господарство, яке складається з спеціально підготовлених складів, сушарок та очисного й калібрувального обладнання, системи складського онлайн-обліку та лабораторії якості, котра на всіх етапах контролює якість продукції. На сьогодні «Арніка» є лідером органічного ринку України за рівнем дотримання у складському господарстві

органічних стандартів щодо чистоти складів, захисту від гризунів, птахів і шкідників, з організації онлайн-обліку продукції, що й забезпечує відмінну якість продукції, довіру європейських клієнтів з огляду на відкритість процесів та прослідковуваність органічної продукції.

Складські потужності «Арніки» повністю забезпечують якісне зберігання продукції. У компанії є 23 органічні склади загальною площею понад 32 тис. м². Такі площі дозволяють одночасно зберігати до 37 тис. т продукції.

Склади для зберігання органіки відокремлені від інших складів. В складських приміщеннях забезпечується роздільне зберігання відповідно до культур, полів і транспортних партій. Під час перебування на складах уся продукція чітко визначена та маркована [273].

Перед початком зберігання складські приміщення проходять обов'язкову ретельну очистку гарячою водою та паром під високим тиском. Після очищення склад повністю дезінфікують за допомогою вапна. Усі процеси з очистки складських приміщень підлягають обов'язковому документуванню шляхом складання актів очистки складських приміщень і внесенням про це запису до відповідного журналу. Контроль за якісним очищенням складів та дотримання всіх процедур під час очистки здійснює директор токового господарства та внутрішній органічний інспектор «Арніки».

Усі приміщення для зберігання оснащені механічними засобами захисту від шкідників. Зокрема, кожне приміщення оснащено звуковими системами відлякування гризунів, а спеціальні захисні сітки, встановлені на ворота, виключають потрапляння будь-яких тварин та птахів усередину складу. Але не слід забувати, що навіть найякісніший та найчистіший урожай можна цілковито зіпсувати, навіть в найбільш підготовленому приміщенні, якщо неправильно підготувати його до зберігання. Тому слід приділити особливу увагу процесу досушування зерна, особливо, якщо його вологість істотно перевищує допустиму.

Вологість є визначальним показником під час збереження зерна. Вільна волога має всі характерні властивості води (питому масу, діелектричну проникність, здатність бути розчинником), завдяки чому вона легкорухлива. Вільна волога підвищує активність ферментів зерна, що призводить до втрат сухих речовин під час зберігання. Зв'язана вода у фізіологічних процесах участі не бере; зерно, що її містить, зберігається тривалий час із невеликими втратами. Під час зберігання зерна з підвищеною вологістю з'являються запахи розкладу, які зумовлені активними фізіологічними й мікробіологічними процесами [274]. Таке зерно не підходить для продажу і бракується, особливо це стосується органічної продукції, де діють дуже суворі правила, що поширюються на всю без винятків продукцію.

²⁷⁴ Зберігання зерна у сховищі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://propozitsiya.com/ua/zberigannya-zerna-u-shovyshchi>.

Сушіння зерна є одним із завершальних етапів виробництва зерна і служить для доведення продукції до вимог, які затверджені у стандартах якості. Проте сушіння зерна стає все дорожчим процесом. З підвищенням цін на енергоносії зростає собівартість сушіння на підприємствах та тарифи на відповідні послуги елеваторів.

Незважаючи на посушливі погодні умови, які притаманні останнім рокам, в країні сушіння потребує понад половина врожаю, а на півночі та заході України – понад дві третини зібраного збіжжя.

Але ще не менш важливим є якість зерна та відповідність певним нормам, які вимагає господарство. Так, наприклад, для господарств, що займаються виробництвом зернових за класичною технологією, вимоги кінцевої якості відрізняються від тих, яким повинні відповідати господарства, які впроваджують органічні методи господарювання і вимагають відповідність organic standart.

Саме критерії високої якості досушування зернової маси та відповідності органічному сертифікату, вимагає від господарства використання обладнання, яке відповідає цим критеріям. Саме така проблема постала перед інжинерами агрохолдингу «Arnica organic», яке знаходиться в Глобинському районі Полтавської області.

Компанія «Арніка» – це господарство, яке в своїх основних цілях поставило екологічність виробництва, а, відповідно, і якість продукції, що відповідатиме органічним вимогам.

Питання досушування зернових виникло тому, що збір деяких культур проходить до пізньої осені. Вирішення питань, які виникли при просушуванні зернових газовими чи дизельними сушарками прийшло з питання очистки лісосмугових насаджень.

Проблема, пов'язана з очисткою лісосмугових насаджень не нова і є однією з головних, пов'язаних з якістю затримки снігу та захисту площі полів від суховіїв влітку та поривів вітру вцілому. Внаслідок цього було вирішено об'єднати ці два питання і їхнє розв'язання постало у вигляді встановлення сушарок піролізного типу. Таким чином технологія вирішила не тільки проблему в екологічності досушування, а і частково проблему очистки лісосмугових насаджень.

Згідно технології під час очистки лісосмуг всі чагарники і опалі сухі гілки перебиваються на щепу, після чого щепу транспортується на спеціально організовані та відведені території току, де відбувається переробка щепи в так звані брикети.

В основі технології виробництва паливних брикетів покладено процес пресування агровідходів (лушпиння соняшнику, гречки, солома та ін.) і дрібно подрібнених відходів деревини (тирси) під високим тиском, а в ряді випадків і при нагріванні від 250 до 350 °С. Одержувані паливні брикети не включають в себе ніяких зв'язувальних речовин, крім одного натурального – лігніну, що міститься в клітинах рослинних відходів. При використанні агросировини можливе додавання сполучних елементів. Температура, наявна при пресуванні, сприяє оплавленню

поверхні брикетів, яка завдяки цьому стає більш міцною [275].

Сировиною для виробництва брикетів є: тирса різних порід деревини, тріска, лушпиння соняшнику, гречки, солома і багато інших рослинних відходів. Брикети бувають різних форм – у вигляді цегли, циліндра або шестикутника з отвором всередині [276]. Брикети складаються, після чого використовуються для опалення сушарки та робочих приміщень току. Зберігання брикетів проводиться окремо від інших матеріалів і речовин. При правильних умовах можуть зберігатися необмежено довго. Паливні брикети зберігаються в сухому критому приміщенні при температурі від +5 до +40 С, відносна вологість 30–80 %. Умови зберігання виключають вплив води і агресивних середовищ, а також вплив прямого сонячного світла і джерел вогню.

Найбільш екологічно доцільно та економічно вигідно для такого виду палива використовувати піролізні теплогенератори, тим більше, що на українському ринку вони присутні вже доволі довгий час, даний факт свідчить про їх ефективність та наявність попиту. Крім того, при купівлі можна керуватися доволі широкою гамою різноманітності їх вибору.

Великим плюсом даного обладнання є те, що час автономної роботи на одному завантаженні паливом може в декілька разів перевищувати час роботи звичайного твердопаливного котла на дровах, що є суттєвою перевагою при використанні ресурсів.

В основу роботи піролізного (газогенераторного) котла покладений принцип піролізного спалювання палива, суть якого полягає в тому, що під дією високої температури в умовах нестачі кисню суха деревина розкладається на летючу частину – так званий піролізний газ і твердий залишок – деревне вугілля (кокс). Як пали – використовується і газ і новоутворене вугілля [275].

Піроліз деревини здійснюється при температурі 200–800 °С. Цей процес є екзотермічний, тобто йде з виділенням тепла, за рахунок чого покращується прогрівання і підсушування палива в котлі, а також відбувається підігрів повітря, що надходить в зону горіння, що в свою чергу забезпечує ефективніше горіння палива.

Змішання кисню повітря з утвореним піролізним газом викликає процес інтенсивного горіння із виділення великої кількості тепла. При цьому слід зазначити, що піролізний газ в процесі горіння взаємодіє з активним вуглецем, в результаті чого димові гази на виході з котла практично не містять шкідливих домішок, утворення сажі та золи теж мінімальне, тому котел потрібно рідше чистити. Навіть CO₂ такий котел буде викидати в атмосферу до трьох разів менше, ніж звичайний котел на деревині [277].

²⁷⁵ Технологія виробництва біопалива [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/2344/>

²⁷⁶ Технологія виробництва біопалива [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dzhankoi.org.ua/tehnologiya-virobnictva-biopalive.htm>

²⁷⁷ Піролізні котли. Опис і принцип роботи котлів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://drova.if.ua/index.php/pirolizni-kotli-opis-i-printsip-roboti-kotliv>

Перш за все, при спалюванні дров, особливо коли вони не досить добре висушені, неможливо отримати таку високу температуру, як при спалюванні отриманого з них піролізного газу.

Другий чинник це те, що для процесу горіння газу потрібно набагато менше повітря, ніж для процесу горіння звичайних дров, тому піролізний тип горіння виділяє більше тепла, паливо згорає ефективніше, а сам процес горіння протікає довше.

Третій чинник – це те, що, процесом горіння газу, який виділяється в процесі піролізу набагато легше керувати, тому робота газогенераторного котла якнайкраще піддається автоматизації.

Піролізні котли дають можливість економити, навіть не дивлячись на такі, здавалося б, недоліки, як необхідність постійного електропостачання і відносно високу вартість, крім того, що більш важливо, дані котли дають змогу значно зменшити вплив на атмосферу, адже викид залишкових речовин мінімальний [275].

Ось так використання нових методів експлуатації енергетичних ресурсів встало на допомогу аграріям.

4.3. Збереження балансу парникових газів при вирощуванні енергетичних культур внаслідок непрямой зміни землекористування в умовах Лісостепу

*Горб О.О., Галицька М.А., Кулик М.І.
Полтавська державна аграрна академія*

Однією з головних основ енергетичної політики України та Європейського Союзу (ЄС) є необхідність скоротити викиди парникових газів (ПГ) за відносно короткий проміжок часу, щоб уникнути більш екстремальних наслідків глобальної зміни клімату. Ця політика підкреслила важливу роль поновлюваних джерел енергії в нашій державі. У цьому контексті широке використання твердої та газоподібної біомаси, зокрема для опалення, охолодження та виробництва електроенергії, розглядається як важливий компонент Директиви щодо відновлюваної енергії (2009/28/ЄС) [278]. Дана стратегія була описана в Плані дій країн-членів ЄС в рамках реалізації, що передбачає збільшення частки відновлюваних джерел енергії на рівні ЄС до 20 % кінцевого споживання енергії до 2020 року.

Збереження викидів парникових газів є однією з основних критеріїв стійкості Директиви щодо відновлюваної енергії [278]. В основному, спалювання біомаси в якості палива є CO₂-нейтральним, оскільки еквівалентна кількість CO₂ знову забирається рослинами у процесі росту та розвитку. Проте виробництво, переробка та транспортування біомаси включає в себе багато кроків із використанням різних видів енергії

²⁷⁸ Про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел : Директива Європейського парламенту та ради 2009/28/ЄС від 23.04.2009 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU09267.html.

(паливо, електроенергія) з наступним їх перетворенням у парникові викиди. Тому емісія всього ланцюга виробництва біомаси повинна бути розрахована та порівняна з показниками емісії викопного палива. Згідно Директиви щодо відновлюваної енергії необхідно рухатися в напрямку стратегії максимального скорочення викидів парникових газів у порівнянні з використанням викопного палива, принаймні на 70 % менше, ніж при виробництві електроенергії від теплоелектростанцій.

Методологія розрахунку ПГ від процесу вирощування енергетичних культур заснована на правилах розрахунку, як зазначено у Додатку V Директиви щодо відновлюваної енергії (2009/28/ЕС) [278]. Загальні викиди ланцюга біомаси обчислюються за наступною формулою, яка додатково пояснюється в табл. 1.

$$E = E_{EC} + E_L + E_P + E_{TD} + E_U - E_{SCA} - E_{CCS} - E_{CCR} - E_{EE}, \quad (1)$$

1. Пояснення компонентів розрахунку стандарту RED ПГ

Символ	Опис	Актуальність для ланцюга п з постачання гранул в Україні
E	Загальні викиди при використанні палива	Виражається в грамах еквіваленту CO ₂ за Мега Джоуль (МДж) електроенергії та тепла, виробленої гранулами
E _{EC}	Викиди при добуванні або культивуванні сировини	Включає в себе збирання та утилізацію біомаси для всіх трьох ланцюгів, а також для викидів газу – також викиди з усіх врожаїв, необхідних для вирощування
E _L	Річний рівень зміни запасу вуглецю, яка викликана зміною цільового використання землі	Релевантний для перевезення травою в разі перетворення пасовища або забрудненої землі на вирубну землю
E _P	Викиди при переробці	Включає в себе пресування, сушіння, гранулювання та охолодження гранул
E _{TD}	Викиди при транспортуванні та розповсюдженні	Окремі коефіцієнти викидів розраховуються для постачання біомаси до гранулятора та електростанції
E _U	Викиди від палива, що використовується	Передбачено «нуль» відповідно до Директиви щодо відновлюваної енергії
E _{SCA}	Збереження викидів від накопичення вуглецю внаслідок поліпшення ведення сільського господарства	Акумуляція вуглецю в ґрунті є актуальною для викидів, а також запобігання викидам з очерету та спалення соломи в цій категорію
E _{CCS}	Збереження викидів від уловлювання вуглецю і геологічного накопичення	Не застосовується
E _{CCR}	Збереження викидів від уловлювання та заміщення вуглецю	Не враховано через недостатню кількість доступних даних.
E _{EE}	Збереження викидів від надлишкової енергії, утвореної внаслідок когенерації	Не застосовується

Зниження викидів ПГ розраховується наступним чином:

$$\text{Збереження ПГ} = (EF - EB) / EF, \quad (2)$$

де EF – загальний обсяг викидів від компаратора з викопного палива (у додатку RED згадано лише EF значення для біопалива та рідких органічних рідких матеріалів).

EB = загальні викиди від твердого та рідкого біопалива

EF = загальні викиди від компаратора викопного палива.

У Директиві щодо поновлюваних джерел енергії зазначено, що мінімальні показники економії викидів парникових газів повинні становити 35 %, збільшившись на 50 % на 01.01.2017 р. та 60 % від 01.01.2018 р. для біопалив та рідких органічних рідин, вироблених на установках, експлуатація яких почалася після 01.01.2017 р. [279]. Комісія рекомендує ті ж критерії для твердої та газоподібної біомаси, яка використовується в електроенергії, нагріванні та охолодженні. Проте 17.10.2012 р. Комісія запропонувала збільшити мінімальний показник збереження ПГ до 60 % для установок, що розпочали експлуатацію після 01.07.2014 р. У Директиві щодо поновлюваних джерел вказані конкретні вимоги щодо скорочення викидів парникових газів для виробництва електроенергії та тепла (табл. 2). Для біопалива вимоги такі ж, як у Директиві щодо відновлюваної енергії.

2. Мінімальні вимоги щодо збереження ПГ відповідно до Директиви щодо поновлюваних джерел

Установка	Викопне паливо	Мінімальна вимога для чистого скорочення викидів ПГ, %
Когенерація на вугільних електростанціях	Електроенергія від ТЕЦ на вугіллі	70
Когенерація на газових електростанціях	Електрика від газової електростанції	50

Джерело: дані [279]

Для вирощування та використання свічграсу, як багаторічної енергетичної культури, зміна запасів органічного вуглецю є важливим аспектом у підтриманні балансу парникових газів, оскільки культивування – це багаторічний врожай та його глибока система вкорінення, вона може закріпити значні кількості вуглецю в ґрунті. Розрахунок запасів ґрунту органічного вуглецю (SOC) здійснювався згідно з керівними принципами МГЕЗК 2006 р. [280]. Розрахунки SOC розраховуються як

²⁷⁹ European Commission. 2010. Report from the Commission to the Council and the European Parliament on Sustainability Requirements for the Use of Solid and Gaseous Biomass Sources in Electricity, Heating and Cooling. COM(2010)11.

²⁸⁰ Національний план з відновлюваної енергетики : Проектна версія станом на 18.12.2013 р., підготована у відповідності до базової форми національних планів з відновлюваної енергетики, встановленої Директивою 2009/28/ЕС Європейського Парламенту та Ради. Проект Національного плану розроблено Державним Агенством з енергоефективності та енергозбереження України за інтелектуальної, технічної та фінансової допомоги проекту UNIDO/GEF (компонент 1, діяльність 1.3.3). – К., 2013.

для попереднього використання землі, так і для розподілу газу згідно з формулою нижче. Різниця конвертується в CO₂ і ділиться на 20 років, тобто період, який МГЕЗК вважає за необхідне, щоб досягти нової рівноваги в запасах вуглецю.

$$SOC = SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I, \quad (3)$$

де SOC_{REF} – базовий вміст вуглецю в ґрунті (т С га⁻¹); F_{LU} – фактор зміни запасу для землекористування; F_{MG} – фактор зміни запасу для менеджменту; F_I – фактор зміни запасу для вхідних ресурсів вирощування культури.

Виробництво біомаси має як прямі, такі і непрямі наслідки. Прямі, такі як енергетичний і парниковий баланси, вимірюються для безпосереднього порівняння їх (значно) нижчого показника з викопними видами палива. Останніми роками стало відомо, що вирощування та використання біомаси для енергетичних цілей має непрямі наслідки, як результат конкурентної боротьби за ресурси та землю. Найважливішим непрямим наслідком є ILUC (непряма зміна використання землі) і пов'язані з цим викиди парникових газів, які вимірювалися на різних стадіях. Недопущення непрямої зміни використання землі стає важливим питанням, що передбачає використання землі, яка не буде залучена для вирощування продовольчих або кормових культур. Як правило, це означає, що будуть використовуватися землі гіршої якості або маржинальні. Світчграс – це одна із головних багаторічних культур, призначених для отримання біомаси, яка за незначних затрат (за рахунок розмноження насінням) може давати високі урожаї. В Україні протягом десяти років проводяться експерименти з вирощування цієї культури. Дані, отримані внаслідок цих експериментів, можуть використовуватися для оцінки вартості та парникового балансу вирощування біомаси, її гранулювання, транспортування до місцевого споживача і перетворення в електроенергію. Результати показують, що викиди парникових газів на малопродуктивних землях без прямої зміни їх цільового використання (12.5 г CO₂ мДж⁻¹ гранул) вищі, ніж на ґрунтах хорошої якості з непрямою зміною використання землі (0.1 г CO₂ мДж⁻¹ гранул). Аналіз вартості вирощування світчгарс на малопродуктивних ґрунтах на 22 % вищий, порівняно з високоякісними. Ми вважаємо, що необхідно прораховувати та заохочувати недопущення непрямої зміни використання землі [281, 282].

Прямі наслідки (у виробничому ланцюзі), такі як парниковий баланс, вплив на, наприклад ґрунт і повітря, вимірюються безпосередньо для того, щоб менші, ніж компаратор викопного палива у випадку

²⁸¹ Lesschen, J.P.; Elbersen, H.W.; Poppens, R.P.; Galytska, M.; Kylik, M.; Lerminiaux, L. (2012). The Financial and GHG Cost of Avoiding ILUC in Biomass Sourcing – A comparison between Switchgrass produced with and without ILUC in Ukraine. Wageningen UR (Alterra, Food & Biobased Research), Poltava State Agrarian Academy, Phytofuels Investments.

²⁸² Poppens R. Pellets for Power project: Sustainable Biomass import from Ukraine / R. Poppens, J. P. Lesschen, M. Galytska, P. de Jamblinne, W. Elbersen, P. Kraisvitnii // Assessing the greenhouse gas balance, economics and ILUC effects of Ukrainian biomass for domestic and Dutch energy markets. – 2013. – October.

парникового балансу. З цією метою визначені ряд критеріїв. За останні роки встановлено, що вирощування та використання біомаси для енергетичних цілей також може мати значні непрямі наслідки, як результат конкурентної боротьби за ресурси та землю. Найважливішим непрямим наслідком є непряма зміна використання землі і пов'язані з цим викиди парникових газів. У роботі [283] зазначається, що викиди парникових газів, пов'язані з непрямою зміною використання землі, можуть бути дуже великими. Після того декілька наукових робіт, в основному, що стосуються виробництва етанолу та біодизелю, показали, що викиди парникових газів, пов'язані з непрямою зміною землекористування, можуть бути дуже великими, навіть вищими, ніж компаратор викопного палива [284, 285]. Нещодавно розпочалося обговорення шляхів уникнення непрямой зміни використання землі, декотрі з яких описуються в декількох наукових роботах [286, 287]. Однією зі стратегій є ефективніше використання землі та біомаси;

- використовуючи надлишкові та не перероблені й побічні продукти: солома або природна біомаса (наприклад, очерет) та ін.;
- підвищуючи урожайність з гектару;
- вирощуючи універсальну культуру;
- біопереробку та потік біомаси. Іншою очевидною стратегією є використання землі, яка не конкурує з іншими видами землекористування, з метою отримання сировини для біопалива.

Це, як правило, означає, що треба використовувати маржинальні землі, на яких на цей момент не вирощуються продовольчі культури (або не використовуються в інший спосіб).

У цій статті ми порівнюємо економічні витрати та парниковий баланс вирощування біомаси світчграс (*Panicum virgatum* L.) в Україні на високопродуктивних ґрунтах, які раніше використовувалися для вирощування інших культур і на низькопродуктивних ґрунтах, які в цей час не використовуються для вирощування сільськогосподарських культур. Ми припускаємо, що викиди парникових газів із-за непрямой зміни використання землі більші в другому випадку, та значно менші або відсутні на занедбаних низькоякісних землях. Даний факт може дати відповідь на питання мети та завдань, що вирішувалися у нашому експерименті: які ж економічні затрати та парниковий баланс виникає при уникненні непрямой зміни використання землі?

²⁸³ Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R., Dong F., Elobeid, A., Fabiosa, J. F., Tokgoz, S., Hayes, D. J. and T. Yu. 2008. Factoring Greenhouse Gas Emissions from Land Use Change into Biofuel Calculations. Science (February 29, 2008): pp. 1238-1240.

²⁸⁴ Edwards, R., Mulligan, D. and Marelli, L. 2010. Indirect Land Use Change from Increased Biofuels Demand: Comparison of Models and Results for Marginal Biofuels Production from Different Feedstocks. Joint Research Center - European Commission.

²⁸⁵ Laborde, D. 2011. Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. IFPRI. Washington.

²⁸⁶ Fritsche, U.R. 2010. Sustainability Standards for internationally traded Biomass. The «iLUC Factor» as a Means to Hedge Risks of GHG Emissions from Indirect Land Use Change - Working Paper -. Darmstadt, July 2010.

²⁸⁷ Birka Wicke, P. Verweij, H. van Meijl, D.P. van Vuuren, and A.P.C. Faaij. 2012. Indirect land use change: review of existing models and strategies for mitigation. Biofuels (2012) 3(1), 87–100.

Для розрахунку ПГ було розроблено спеціальну електронну модель для кожної з трьох ланцюгів постачання біомаси, в якій обчислюються викиди ПГ та економія ПГ. Конкретні кроки та пов'язані викиди парникових газів розраховуються для кожного з відповідних компонентів розрахунку ПГ (табл. 1) на основі даних зібраної діяльності та коефіцієнтів викидів. Коефіцієнти викидів базуються на стандартних значеннях BioGrace [288] та керівних принципах IPCC 2006 [289]. Перевагою інструмента Excel є те, що вона є гнучкою, щоб змінити певні кроки в ланцюгу або змінити коефіцієнти викидів. Крім того, розрахунок ПГ дуже прозорий, тому що всі етапи розрахунку можна перевірити. З коментарями вказано джерело коефіцієнтів викидів або даних про діяльність. Інструмент складається з розділу з основними вхідними даними, розділом з основними параметрами, розрахунками для всіх компонентів та розділом підсумків з основним виходом та збереженням ПГ. Екран з інструментом Excel показаний на рис. 1.

У цій статті під поняттям емісії, маються на увазі викиди від вирощування, зміни запасу вуглецю внаслідок зміни землекористування (перетворення занедбаних земель на поля для вирощування світчграсу), викиди від переробки, транспортування, збуту й збереження викидів внаслідок акумуляції ґрунтового вуглецю через поліпшення ведення сільського господарства (наприклад, вирощування багаторічного світчграсу замість ротації сільськогосподарських культур). Дані про діяльність отримані з місцевих експериментів по світчграс, показники викидів базувалися на стандартних показниках BioGrace [288].

Розрахунок зміни запасів ґрунтового органічного вуглецю (SOC) представлений згідно з стандартом IPCC 2006 [289]:

3. Розрахунок запасів ґрунтового органічного вуглецю на землях під сільськогосподарськими культурами, світчграс і на занедбаних землях

Тип землі	F_{LU}	F_{MG}	F_I	Високопродуктивні землі		Малопродуктивні землі	
				SOC_{REF}	SOC	SOC_{REF}	SOC
Орна земля	0,80	1,00	1,00	117	93		
Світчграс	1,00	1,02	1,00	117	119	86	88
Занедбана земля	0,93	1,00	1,00			86	80

Світчграс, як багаторічна культура з глибокою кореневою системою, може поглинати багато вуглецю з ґрунту. Табл. 3 показує, що SOC на високопродуктивних землях може збільшитися з 93 т С га⁻¹ (землі під сільськогосподарськими культурами) до 119 т С га⁻¹ (під світчграс). На ґрунтах гіршої якості, такий приріст менший, з 80 т С га⁻¹ (на занедбаних землях) до 88 т С га⁻¹ (під світчграс). IPCC припускає, що 20 років – це

²⁸⁸ Biograce. 2012. List of standard values, version 4. Available at: www.biograce.net.

²⁸⁹ IPCC. 2006. 2006 Guidelines for national greenhouse gas inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). IGES, Hayama, Japan.

Рис. 1. Знімок екрану з файлом Excel, який використовується для розрахунку ПГ

223

Вартість доставки світчграс до заводу становила 52 євро за 1 т гранул від малопродуктивних земель (без непрямої зміни використання землі) і 42 євро за 1 т гранул від високопродуктивних (з непрямою зміною використання землі) (рис. 2). Це означає, що економічні витрати біомаси без прямої зміни використання землі вищі на 22 %. Причиною різниці вартості здебільшого є висока вартість польових операцій за тону світчграс на рівні 6,81 євро за малопродуктивних умов проти 3,97 євро за високопродуктивних. Також для ланцюга постачання, який базувався на малопродуктивних занедбаних землях, вартість транспорту була вищою на 44 %. Вартість гранулювання для обох ланцюгів становить 33 євро за 1 т гранул і 48 євро для транспортування до електростанції спільного спалювання в твердопаливних котлах Загальна вартість доставки 133 євро за 1 т гранул для ланцюга постачання гранул без непрямої зміни використання землі на маржинальних землях проти 123 євро за 1 т гранул для ланцюга, який базується на хороших землях (з непрямою зміною використання землі). Ці витрати порівнюються з існуючими цінами на деревні гранули. В цілому, вартість уникнення непрямої зміни використання землі, в такому випадку, становить 10 євро за 1 т гранул або 0,59 євро за 1 мДж гранул.

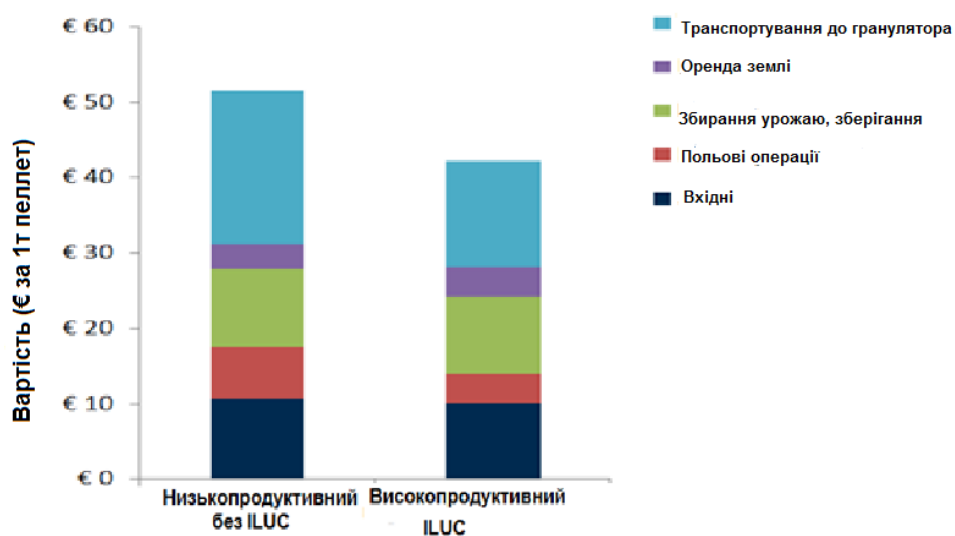


Рис. 2. Вартість доставки світчграс за малопродуктивних умов без непрямої зміни використання землі і високопродуктивних умов (з непрямою зміною використання землі)

Викиди парникових газів для виробництва гранул, у тому числі вирощування, гранулювання та доставка до когенераційної електростанції в Україні були 12,5 г CO₂-ек мДж⁻¹ гранул для малопродуктивного ланцюга без непрямої зміни використання землі та 0,1 г CO₂-ек мДж⁻¹ для високопродуктивних умов з непрямою зміною використання землі (рис. 3). Це не включає (невідомі) парникові викиди, спровоковані непрямою зміною використання землі. Викиди від вирощування культур, гранулювання і логістики частково нівельовані

поглинанням С за малопродуктивних умов і повністю нейтралізовані за високопродуктивних умов.

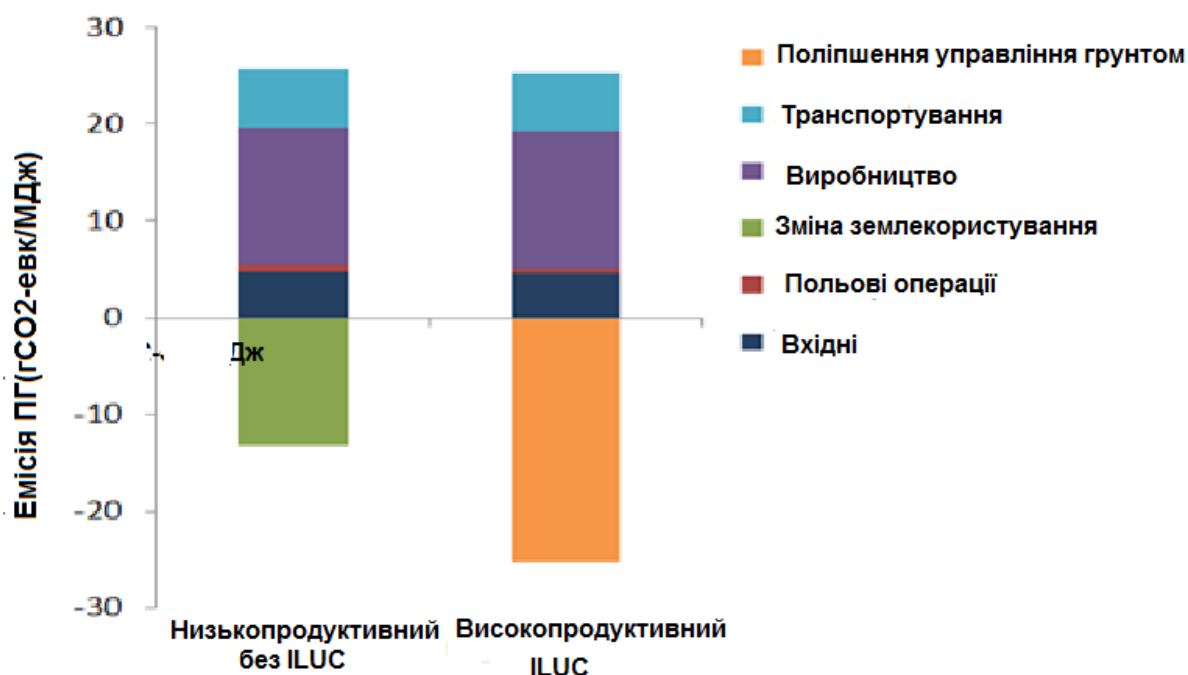


Рис. 3. Викиди парникових газів за мДж гранул, вироблених в Україні, в тому числі гранулювання і доставка до вугільного заводу за високо- та малопродуктивних (з ILUC) умов

Викиди парникових газів від компаратора викопного палива від твердої біомаси для виробництва електроенергії становить 198 г CO₂-ек/мДж використовуваної електроенергії [279]. Припускаючи, що 44 % ефективності перетворення для виробництва електроенергії, гранули із світчграс мають парниковий баланс між 86 % і 99 % кращий, ніж його еквівалент викопного палива.

На міжнародному рівні використання сільськогосподарських угідь для виробництва біоенергетичних культур, критикують. Ціни на продукти харчування можуть зрости, оскільки сільськогосподарські землі стають менш доступними для виробництва продуктів харчування. Це призводить до додаткового попиту на землю, яку потрібно буде залучити у виробництво. Цей ефект непрямих змін у землекористуванні (ILUC) має негативні наслідки для стійкості. Зростання попиту на землю може призвести до посилення руйнування лісу, дренажу водно-болотних угідь та викидів парникових газів у всьому світі, а також може постраждати біорізноманіття. В деяких випадках ефект *ILUC* може навіть перевершити прямі наслідки виробництва біоенергії з точки зору його впливу на клімат та загальну стійкість [283].

На даний момент *ILUC* ще не включений до міжнародного законодавства, а також до міжнародних стандартів стійкості. Однією з проблем є складність її кількісної оцінки та вимірювання, оскільки вона часто виходить далеко за межі даного проекту з біомаси. Незважаючи на

складність кількісної оцінки, існують способи мінімізації ефектів ILUC. Одним з таких способів є використання сільськогосподарських продуктів, таких як солома. У цьому випадку немає додаткових претензій до землі, хоча надмірна видалення соломи може вплинути на родючість ґрунту, що буде безпосереднім ефектом. Також слід враховувати альтернативне використання соломи, оскільки видалення соломи для цілей біомаси потенційно може призвести до попиту на альтернативи, якщо солома більше не буде доступна для певних застосувань.

Отже, підвищення вартості уникнення непрямої зміни використання землі оцінюється на рівні 22 % для вирощування світчграс, або 0,59 євро за мДж гранул. В абсолютному вираженні їх різниця досить невисока, тому що вартість закладання поля світчграс низька (300 євро/га). Для культур із вищими затратами на закладання, такої як *Miscanthus* (>2000 євро га⁻¹), обидві, відносна та абсолютна, вартість уникнення непрямої зміни використання землі будуть вищими. Це ж саме стосується ротаційних культур, оскільки зменшення урожайності на маржинальних землях буде вищим.

Показником буде парникова вартість уникнення непрямої зміни використання землі, оскільки зміни запасу ґрунтового вуглецю сильно впливає на парниковий баланс. В цілому аналіз показує, що гранули із світчграс мають парниковий баланс в межах між 86 % і 99 %, який кращий, ніж еквівалент викопного виду палива, в основному із-за уловлювання світчграсом ґрунтового вуглецю. Парникова вартість уникнення непрямої зміни використання землі в такому випадку становить 12,5 г CO₂-ек мДж⁻¹ доставлених до електростанції гранул. 1 мДж електроенергії становитиме близько 28,4 г CO₂-ек мДж⁻¹ електроенергії.

Згідно з RED (2009/28/EC), якщо ділянка класифікується як «деградована земля», протягом 10 років може вираховуватися бонус у розмірі 29 г CO₂-ек мДж⁻¹ біопалива. Цей бонус не є стимулом для світчграс, оскільки парниковий баланс вже позитивний, але вартість на деградованих ґрунтах (без ILUC) буде вища.

На завершення ми продемонстрували, що уникаючи непрямої зміни використання землі, зростають викиди парникових газів, але загальний парниковий баланс для світчграс залишається дуже позитивним. Наші результати також підтверджують думку, що поліпшення парникового балансу, порівняно з викопними видами палива, не є хорошим варіантом для пом'якшення викидів парникових газів, пов'язаних із непрямою зміною використання землі.

Економічна вартість уникнення непрямої зміни використання землі щонайменше на 20 % вище, для інших культур цей показник буде вищим, оскільки вартість закладання і зменшення урожайності є вищими. Вимагаючи вищого парникового балансу без фінансової компенсації призведе до невикористання малопродуктивних земель, що зменшує загальну кількість землі для вирощування біомаси.

4.4. Забур'яненість посівів пшениці озимої залежно від добрив і обробітків ґрунту в усталених короткоротаційних сівозмінах

*Левченко А.А., Левченко Л.М., Фещенко Л.О.
Полтавська державна аграрна академія*

Озима пшениця є провідною культурою у сівозміні і основним попередником під бур'яки цукрові, кукурудзу на зерно. Урожайність її в умовах Лісостепу залежить від зони зволоження і забезпеченості ґрунту поживними речовинами. Істотний вплив на урожай пшениці озимої має повернення її на попереднє місце в сівозміні. Найкоротший період повернення, за якого не знижується урожай, становить 2 роки.

Оптимум насичення польових сівозмін основною зерною культурою – пшеницею озимою у підзоні достатнього зволоження становить 20-30%. Збільшення частки до 40% сприяє зростанню збору зерна, але це може знижувати урожайність послідуєчих культур у сівозміні і зниженню валового збору зерна в господарстві. Збільшення частки зерна понад 30 % потребує посіву пшениці озимої повторно, що призводить до недобору урожаю [290, с. 235].

Пшениця озима на території України є традиційною культурою і посідає значне місце як за площею так і за валовим збором зерна. Для отримання високих врожаїв з високими показниками якості зерна використовується низка технологічних заходів, серед яких важливою ланкою є боротьба з бур'янами.

Велика різноманітність видового складу бур'янів і розтягнутість періоду їх проростання ускладнюють боротьбу з ними і вимагає періодичного повторення заходів боротьби.

Бур'яни мають багато пристосувань, які дають їм можливість, починаючи від проростання насіння і впродовж подальшої вегетації розвиватись за найменших сприятливих умов, що забезпечує їм високу конкурентоздатність у посівах пшениці озимої.

Бур'янове угруповання формується одразу після проведення останнього передпосівного обробітку ґрунту, тобто ще до посіву пшениці озимої. Бур'яни з'являються ще до сходів культури, що надає їм перевагу. Найбільшої шкоди бур'яни у посівах пшениці озимої завдають впродовж першого місяця після сівби культури. Застосування гербіцидів на цьому періоді є найбільш ефективним відносно до контролю і менш шкідливим для культури.

Осінній вид бур'янів складається з дво- і однодольних, озимих і зимуючих бур'янів видовий склад яких формується залежно від ґрунтово-кліматичної зони. Злакові бур'яни і пшениця озима мають близькі біологічні властивості, що ускладнює проведення якісного контролю без шкоди для культури. Контроль дводольних бур'янів через

²⁹⁰ Рекомендації з системи ведення різноротаційних сівозмін залежно від господарської діяльності в умовах лісостепу України / під ред. Я.П. Цвей, В.М. Сінченко. – К. : ФОП Корзун Д.Ю. – 28 с.

біологічні відмінності від культури не складний. Для досягнення надійного контролю використовується роздільне застосування гербіциду проти дводольних бур'янів. Останніми роками виробниками пропонуються гербіциди з комплексною дією, що значно підвищує рівень якості виконання заходу [291, с. 82].

Деяке насіння бур'янів зберігає життєздатність протягом винятково тривалого часу. Бур'яни забирають із ґрунту в 2–4 рази більше води, ніж культурні рослини. Бур'яни споживають значну кількість поживних речовин і тим самим виснажують ґрунт. Так, при щільності забур'яненості 100–200 рослин на 1 м² з одного гектара виноситься 60–140 кг азоту, 20–30 фосфору і 100–140 кг калію. На формування ж 1 т зерна пшениці озимої використовується 35–45 кг азоту, 17–30 фосфору і 15–25 калію.

Отже, можна вважати, що бур'яни у посівах культури є важливим фактором негативного впливу на рослини пшениці озимої, тому нашим основним завданням є визначення впливу добрив і обробітків ґрунту на забур'яненість посівів пшениці озимої в усталених короткоротаційних сівозмінах.

Дослідження проводили в стаціонарному досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції, у якому вивчали забур'яненість посівів пшениці озимої залежно від добрив і обробітків ґрунту протягом 2015–2017 роки. Ґрунтовий покрив поля стаціонарного досліді – чорнозем типовий потужний малогумусний слабосолонцюватий середньосуглинковий, характерний для зони діяльності станції.

Ґрунт дослідної ділянки містить значні запаси поживних речовин. Агротехніка вирощування культур загально прийнята для зони. Площа посівної ділянки – 182,2 м², повторність чотириразова. Територія станції знаходиться в зоні недостатнього зволоження південно-східної частини Лівобережного Лісостепу України.

При проведенні досліджень керувались спеціальними методичними вказівками Інституту буряків цукрових і методикою польового досліді. Підрахунок бур'янів проводили на час відновлення вегетації та на час збирання пшениці озимої.

У 2015–2017 рр. у наших дослідженнях були проведені обліки забур'яненості посівів пшениці озимої залежно від добрив і способів обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах та облік урожаю пшениці озимої, який проводили методом суцільного комбайнового збирання кожної ділянки з одночасним зважуванням і з послідовним перерахунком на гектар (розрахунки наведені у табл. 1)

Дози добрив, а саме N₄₅P₄₅K₄₅ сприяють не лише підвищенню продуктивності пшениці озимої, а й підвищенню забур'яненості.

Так, у плодозмінній сівозміні (попередник багаторічні трави однорічного використання) обліки кількості бур'янів на час відновлення вегетації пшениці озимої засвідчили, що проведення оранки під пшеницю

²⁹¹ Шевчук А.О. Вдосконалення контролю бур'янів у посівах пшениці озимої / А.О. Шевчук, Т.С. Вінничук, В.М. Коломієць // Агроном. – 2014. - № 1. – С. 82–83.

на глибину 20–22 см, як на фоні без добрив (вар. 9), так і за внесення під пшеницю $N_{45}P_{45}K_{45}$ (вар. 10), забезпечило найменшу кількість бур'янів у посівах культури 76,9 і 78,7 шт./м² відповідно (див. табл. 1).

1. Вплив добрив і обробітків ґрунту в коротко-ротаційних сівоzmінах на забур'яненість посівів пшениці озимої та її продуктивність (у середньому за 2015–2017 рр.)

Сівозміна	Варіант	Фон живлен-ня	Кількість бур'янів на час відновлення вегетації, шт./м ²	Кількість бур'янів на час збирання пшениці озимої, шт./м ²	Урожайність пшениці озимої, т/га
Плодозмінна	Обробіток: плоскоріз				
	3	без добрив	235,3	64,8	3,69
	4	45-45-45	173,9	66,7	4,46
	Обробіток: оранка				
	9	без добрив	76,9	24,7	3,94
	10	45-45-45	78,7	26,5	4,70
	Обробіток: комбінований				
	15	без добрив	224,4	57,2	3,97
	16	45-45-45	99,4	102,1	4,63
Просапна	Обробіток: поверхневий				
	21	без добрив	37,0	20,8	2,84
	22	45-45-45	35,2	25,2	4,67
	Обробіток: оранка				
	27	без добрив	37,6	71,3	3,08
	28	45-45-45	55,5	59,7	3,71
Зернопаропросап-на	Обробіток: плоскоріз				
	39	без добрив	37,6	15,7	4,11
	40	45-45-45	43,9	21,5	5,82
Зернопросапна	Обробіток: плоскоріз				
	57	без добрив	72,1	31,2	2,55
	58	45-45-45	89,2	88,8	4,06

Джерело: авторські розрахунки

На час збирання їх кількість складала (вар. 9) без добрив 24,7 шт./м², на фоні добрив (вар. 11) 26,5 шт./м². У видовому складі переважали гірчак березковидний, щирія звичайна, лобода біла, злаки. За проведення плоскорізного обробітку ґрунту під пшеницю озиму на контролі без добрив (вар. 3) і на фоні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (вар. 4) спостерігали найбільшу забур'яненість посівів культури 235,3 і 173,9 шт./м² бур'янів відповідно, а на час збирання їх кількість складала 64,8 і 66,7 шт./м² (див. табл. 1). Після комбінованого обробітку ґрунту у вар.

15 без добрив і на фоні добрив (вар. 16) $N_{45}P_{45}K_{45}$ на час відновлення вегетації та на час збирання кількість бур'янів складала відповідно 224,4; 99,7 та 57,2 і 102,1 шт./м². Видовий склад не змінився. Внесення добрив сприяло підвищенню урожаю на фоні оранки на 0,76 т/га, на фоні плоскорізного обробітку на 0,77 т/га і на фоні комбінованого обробітку урожайність на фоні добрив збільшилась на 0,66 т/га відповідно (див. табл. 1).

Забур'яненість посівів пшениці озимої в просапній сівозміні (попередник кукурудза на силос) у варіанті 27 без добрив на фоні оранки складала на час відновлення вегетації 37,6 шт./м², на фоні добрив (вар. 28) $N_{45}P_{45}K_{45}$ 55,5 шт./м². На час збирання бур'янів налічувалось відповідно 71,3 (вар. 27) і 29,7 (вар. 28) шт./м² відповідно. При поверхневому обробітку ґрунту у вар. 21 без добрив і на фоні добрив (вар. 22) $N_{45}P_{45}K_{45}$ на час відновлення вегетації кількість бур'янів складала 37,0 і 35,2 шт./м², а на час збирання їх кількість складала 20,8 і 25,2 шт./м² відповідно (див. табл. 1).

У структурі видового складу переважали щирія звичайна, злаки, лобода біла, гірчак березковидний. В порівнянні з неудобреним фоном урожайність у вар. 28 при проведенні оранки збільшилась на 0,63 т/га, при поверхневому обробітку ґрунту внесення добрив (вар. 22) сприяло збільшенню урожаю на 1,83 т/га (див. табл. 1).

Забур'яненість посівів пшениці озимої була найменшою в ланці, де попередником пшениці озимої був чорний пар. У зернопаропросапній сівозміні засміченість посівів на фоні плоскорізного обробітку на час відновлення вегетації пшениці озимої у вар. 39 без добрив і на їх фоні (вар. 40) $N_{45}P_{45}K_{45}$ була відповідно 37,6 і 43,9 шт./м². На час збирання їх кількість складала відповідно 15,7 і 21,5 шт./м². Внесення добрив сприяло підвищенню урожаю на 1,71 т/га (див. табл. 1).

Поширення бур'янів на посівах пшениці озимої в зернопросапній сівозміні, де насичення зерновими культурами складало 75 відсотків на фоні плоскорізного обробітку ґрунту у варіанті 57 без добрив і на фоні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (вар. 58) на час відновлення вегетації кількість бур'янів складала відповідно 72,1 і 89,2 шт./м², а на час збирання їх було 31,2 і 88,8 шт./м² відповідно. У видовому складі переважали щирія звичайна, злаки, гірчак березковидний, курячі очки польові, лобода біла, жабрій звичайний. Продуктивність пшениці озимої у вар. 58 за рахунок внесення добрив збільшилась на 1,51 т/га (див. табл. 1).

Засміченість посівів пшениці озимої залежала від способів обробітку і добрив. Велика забур'яненість посівів супроводжується значним зниженням урожаю та погіршенням якості продукції. Велика забур'яненість посівів також затрудняє збирання врожаю та збільшує затрати праці. Забур'яненість посівів у сівозмінах залежно від глибини та способу основного обробітку ґрунту вивчали на неудобреному й удобреному фонах.

Рівень забур'яненості посівів значно змінюється під впливом обробітку ґрунту, структури сівозміни, добрив, гербіцидів.

Найефективнішою в боротьбі з бур'янами є різноглибинна оранка. Заміна оранки плоскорізним або дисковим обробітком збільшила кількість бур'янів по неудобреному фоні.

При внесенні добрив та на неудобреному фоні кількість бур'янів у посівах пшениці озимої на час збирання врожаю при різних способах обробітку ґрунту менша в порівнянні з кількістю бур'янів на час відновлення вегетації.

На структуру сходів бур'янів на полях впливає погода, особливо визначальним є її стан в останню декаду квітня – перші дві декади травня. Якщо погода тривалий час буде дощовою й відносно прохолодною, то найбільш активно проростають ярі ранні дводольні види бур'янів. Якщо цей період весни сухий і теплий то масово дають сходи пізні ярі, як злакові так і широколисті.

Забур'яненість посівів пшениці озимої на час відновлення вегетації і відповідно на час збирання була найменшою в зернопаропросапній сівозміні, де попередником був чорний пар: за проведення плоскорізного обробітку ґрунту без добрив і на їх фоні їх було відповідно 37,6 і 43,9 шт./м²; 15,7 і 21,5 шт./м². Чорний пар сприяє очищенню полів від бур'янів і зменшує їх кількість у посівах.

У плодозмінній сівозміні де попередником були багаторічні трави однорічного використання кількість бур'янів була найбільшою на фоні плоскорізного та комбінованого обробітку ґрунту. На час відновлення вегетації пшениці озимої їх кількість складала у вар. без добрив та на їх фоні відповідно 235,3 і 173,9 шт./м²; 224,4 і 99,4 шт./м².

Прямої залежності між кількістю бур'янів у посівах пшениці озимої та її продуктивністю нами не відмічено. Основними чинниками, які впливають на продуктивність, на нашу думку, є волога та поживний фон.

РОЗДІЛ 5

УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

5.1. Агроекологічне обґрунтування використання доступного потенціалу рослинних решток сільськогосподарських та фітомаси енергетичних культур

*Бездудний Г.І., Солон В.І.
Полтавська державна аграрна академія*

З метою зменшення залежності від імпортних енергоносіїв дедалі більшої уваги у всьому світі, в тому числі і в Україні, приділяють пошуку шляхів використання альтернативних видів палива із відновлюваних джерел енергії. Такими, зокрема, є біологічні види палива, які отримують під час переробки органічної сировини.

Країни із розвиненим промисловим виробництвом потребують великої кількості енергоресурсів. Водночас забезпеченість ними у кожній країні різна. Більшість країн, зокрема й Україна, імпортують енергоносії із-за кордону. На сьогодні понад 50 країн світу законодавчо підтримують розвиток відновлюваних джерел енергії, шукаючи альтернативи традиційному паливу.

В світі продовжуються складні, досить суперечливі процеси розвитку альтернативних відновлюваних джерел енергії – сонця, вітру, цілої низки біоенергетичних культур, у тому числі й продовольчих, з яких одержують під час переробки біоетанол, біодизель, біогаз та тверді види палива. Так, наприклад, країни ЄС в період до 2020 р. планують виробити 20 % енергії з відновлюваних джерел, а до 2030 р. – 45 %. Вже зараз Німеччина виробляє одну третину енергії з альтернативних джерел. Навіть країни третього світу активно включаються в ці процеси.

Великі енергокомпанії, як правило, блокують розвиток виробництва біопалива шляхом прихованого лобіювання власних інтересів через уряди своїх країн, використовують при цьому гасла «зелених» про недоцільність використання продовольчих культур для одержання біоенергії, у той час як у світі мільйони людей голодують; активно залучають для цього засоби масової інформації. Між тим, темпи нарощування виробництва енергії з альтернативних джерел зростають, у тому числі з використанням сільськогосподарських продовольчих і технічних культур – цукрової тростини, кукурудзи, ріпаку, сорго, пшениці, ячменю, тритикале, а також коренебульбоплодів – цукрових і кормових буряків, топінамбуру, цикорію, картоплі та інших.

Вирощування цукрових буряків як сировини для виробництва біопалива

Вибір поля під енергетичні цукрові буряки. У відповідній Директиві

ЄС про відновлювану енергію зазначено, що політика у сфері біопалива не повинна мати негативний вплив на наявність продуктів харчування і екологічний стан місцевості. Тому вирощування енергетичних культур, зокрема й цукрових буряків, має здійснюватись не за рахунок площ, відведених для вирощування цієї культури з метою виробництва із неї цукру. Загально відомо, що цукрові буряки є основною технічною культурою Лісостепу і потребують рекомендованих попередників, після яких створюється сприятливий водний і поживний режим ґрунту, а поле має належний фітосанітарний стан (чисте від бур'янів, шкідників, збудників хвороб). В усіх бурякосійних районах країни цю культуру рекомендовано розміщувати після озимих зернових культур.

Так, наприклад, у зоні достатнього зволоження цукрові буряки розміщують після озимої пшениці у ланках сівозміни із багаторічними травами одного року використання, після зайнятих і удобрених органічними добривами парів, бобових зернових культур. Ланка сівозміни із кукурудзою на силос дещо знижує продуктивність буряків. У зоні нестійкого зволоження перше поле цукрових буряків розміщують у ланці із зайнятим паром, а друге – в ланці з багаторічними бобовими травами однорічного використання. У зоні недостатнього зволоження енергетичні цукрові буряки потрібно розміщувати у ланках сівозміни з чорним удобреним паром, багаторічними травами на один укіс та однорічними культурами на один укіс. Найкращі ґрунти для вирощування енергетичних цукрових буряків – структуровані, високопродуктивні, які містять значну кількість гумусу та елементів мінерального живлення, мають достатню водопроникність і вологоємність, нещільну будову орного і підорного шарів, що сприяє інтенсивному розвитку кореневої системи і доброму росту коренеплідів.

Цукрові буряки дуже чутливі до підвищення ґрунтової кислотності. Оптимальна реакція ґрунтового розчину для них близька до нейтральної (рН 6,0-7,0). На кислих ґрунтах урожайність буряків значно знижується, тому доцільним тут є проведення вапнування.

Основний (осінній) обробіток ґрунту. Важливим елементом системи землеробства є правильна система обробітку ґрунту. Значення механічного ґрунтообробітку зумовлене впливом на всі його властивості та наявність у ньому мікроорганізмів, які безпосередньо впливають на родючість ґрунту. Неправильно проведений обробіток завдає значної шкоди, знижуючи потенційну й ефективну родючість ґрунту. Обробітком регулюють фізичний та механічний його стан, а також створюють відповідний просторовий тип агрохімічного середовища в кореневмісному шарі, сприятливий для цукрових буряків. Також завдяки його проведенню вирішують завдання захисту культурних рослин від шкідників, хвороб та бур'янів, регулюючи умови екологічного середовища.

Зяблева оранка. Оранку проводять із метою глибокого розпушування ґрунту, загортання органічних та мінеральних добрив, поживних решток і бур'янів, а також задля створення несприятливих

умов для виходу шкідників сільськогосподарських культур із ґрунту у весняний період та для поліпшення водно-повітряного й поживного його режимів і якісного проведення наступних польових робіт.

Удобрення енергетичних цукрових буряків. Система удобрення енергетичних цукрових буряків включає три етапи: восени – основне удобрення, під час сівби – рядкове та в період вегетації – підживлення. Восени добрива загортають на глибину 15–30 см, за рядкового внесення – на 4–6, під час підживлення на 12–14 см.

Підживлення застосовують у зоні достатнього зволоження, у зоні нестійкого зволоження воно є доцільним за недостатньої кількості добрив, внесених під оранку. В умовах недостатнього зволоження підживлювати рослини цукрових буряків не рекомендовано.

Органічні добрива та до 85% мінеральних (особливо фосфорно-калійних) вносять восени під глибоку зяблеву оранку. Середня норма мінеральних добрив: $N_{140-170}P_{140-170}K_{160-190}$. Кількість азоту в ланці сівозміни із багаторічними травами зменшують приблизно на 30 кг/га.

Дози добрив потрібно корегувати щодо кожного поля окремо. Дослідженнями, проведеними в ІБКіЦБ встановлено, що 1 кг діючої речовини НРК забезпечує збільшення виходу біоетанолу з енергетичних цукрових буряків на 24 л/га. Водночас слід враховувати, що внесення занадто високих норм добрив енергетично неефективне. Так, збільшення норми добрив від $N_{150}P_{150}K_{150}$ до $N_{300}P_{300}K_{300}$ дає змогу додатково отримати лише 0,5 т/га біоетанолу.

Весняний обробіток ґрунту. Весняний обробіток ґрунту складається із комплексу заходів, спрямованих на збереження накопиченої в осінньо-зимовий період ґрунтової вологи, підтримання поверхні поля у розпушеному вирівняному стані, контролювання чисельності бур'янів та створення сприятливих умов для проростання насіння цукрових буряків. Він включає ранньовесняне боронування та передпосівну культивуацію комбінованими агрегатами.

Сівба насіння енергетичних цукрових буряків. Серед заходів, спрямованих на створення високопродуктивних посівів і одержання високого виходу біопалива з енергетичних цукрових буряків, винятково важлива роль належить якості виконання висівного процесу. За неякісної сівби насіння потрапляє у складні умови для проростання. Рослини в подальшому по-різному ростуть і розвиваються, набувають неоднакової стійкості до низьких і високих температур, хвороб і шкідників, а також формують різну продуктивність.

Запізнення із сівбою на п'ять-шість днів призводить до недобору 3–4 т/га коренеплодів, що становить 240–320 кг/га біоетанолу. Тому слід усі операції із висівання цукрових буряків проводити своєчасно і якісно.

Вимоги до якості посівного матеріалу. Для сівби слід використовувати насіння районованих для конкретної зони сортів і гібридів, яке за своїми посівними якостями має відповідати вимогам чинного стандарту. Насіння цукрових буряків готують до сівби на насіннєвих заводах, де його

шліфують, калібрують на фракції 4,5–5,5 і 3,5–4,5 мм. Окрім сушіння, очищення і сортування, його обробляють захисними та стимулюючими речовинами, дражують або капсулюють чи інкрустують.

У процесі передпосівної підготовки насіння важливим є проведення заходів, які сприяли б підвищенню інтенсивності проростання, схожості та одноростковості підготовленого для висіву насіння.

Сівба енергетичних цукрових буряків. Сівба насіння енергетичних цукрових буряків – один із найвідповідальніших прийомів у технології їхнього вирощування. Тому дотримання відповідних умов і вимог до висіву (проведення його в оптимально ранні й стислі строки, забезпечення рівномірності та глибини загортання насіння і розміщення його на достатньо щільному ложе, дотримання заданих інтервалів між насінинами у рядках і стандартної ширини міжрядь) є передумовою одержання повних і дружних сходів, можливості ефективного застосування машин для догляду за посівами, збирання коренеплодів із мінімальними пошкодженнями і втратами врожаю.

Вимоги до якості сівби. Посівні якості насіння енергетичних цукрових буряків залежать від багатьох чинників, у тому числі від температурного режиму, що складається у весняний період, та нанесення на насіння захисно-стимулюючих речовин. Під час сівби слід дотримуватися таких технологічних вимог: ширина всіх стикових міжрядь має відповідати допустимим нормам, дотримування прямолінійності рядків, водіння трактора лише по сліду маркера, висівання заданої кількості насіння кожним висіваючим апаратом сівалки, однакова глибина сівби.

У технології вирощування енергетичних цукрових буряків системі догляду за посівами належить надзвичайно важлива роль, яка включає комплекс заходів, спрямованих на інтенсифікацію ростових процесів буряків, контролювання чисельності бур'янів у посівах, підвищення стійкості рослин проти хвороб та захист від шкідників.

Хімічний захист посівів. Серед факторів, що сприяють високому виходу біоетанолу з одиниці площі енергетичних цукрових буряків, провідне місце займають заходи, спрямовані на створення оптимального фітосанітарного стану в агроценозі. Недостатня увага до комплексу заходів із захисту посівів енергетичних цукрових буряків від бур'янів, хвороб та шкідників призводить до значних потенційних і реальних втрат цукроносною сировини.

Захист посівів від бур'янів. Навесні вносять ґрунтові гербіциди перед сівбою, під час або після неї (але до появи сходів) із можливим загортанням їх у ґрунт. Під час використання ґрунтових гербіцидів слід враховувати видовий склад бур'янів, кількість насіння однорічних видів, механічний склад ґрунту, вміст у ньому гумусу, його кислотність та рівень зволоження у весняний період, а також спектр дії препаратів. Ефективність дії ґрунтових гербіцидів залежить від наявності на поверхні поля рослинних решток, розміру грудочок. Неякісно

оброблений ґрунт знижує ефективність ґрунтових гербіцидів на 30–40%. Більшість із них здатні ефективно стримувати появу бур'янів упродовж трьох-чотирьох тижнів від часу їхнього внесення. Для досягнення тривалішого ефекту від їхнього внесення небажано в цей час проводити заходи з обробітку ґрунту.

Захист посівів від шкідників та хвороб. Комплекс заходів із захисту енергетичних цукрових буряків від шкідників ґрунтується, насамперед, на матеріалах прогнозів і оперативної інформації обласних та районних станцій захисту рослин про щільність фітофагів і рівень загрози від них посівам, а також на даних обстеження полів у господарстві.

Для сівби застосовують насіння, оброблене інсектицидами системної дії, що забезпечує захист молодих рослин від найнебезпечніших шкідників упродовж чотирьох-шести тижнів. У разі появи шкідників у кількості, що перевищує економічний поріг шкодочинності, проводять обприскування посівів інсектицидами. Хвороби енергетичних цукрових буряків викликають порушення нормальних фізіологічних функцій, морфолого-фізіологічної будови рослин, що призводить до пригнічення їхнього росту і навіть загибелі.

Період захисної дії системних фунгіцидів триває до 20–25 діб. За сприятливих умов для розвитку хвороб і збільшення ураженості ними рослин проводять повторні обробки. Серед найнебезпечніших хвороб цукрових буряків – коренеїд, який уражує молоді рослини у фазі вилички – першої-третьої пари справжніх листків, що призводить до зрідження посівів. Для попередження поширення шкідників та розвитку хвороб велике значення має науково обґрунтована система чергування культур у сівозміні. Насичення сівозміни буряками має становити не більше 30 %, а повернення на попереднє місце – не раніше ніж через 3–4 роки.

Зменшенню розвитку хвороб сприяє і система удобрення енергетичних цукрових буряків з дотриманням рекомендованих для певної зони доз і співвідношень елементів живлення. Доцільним є висівання стійких до хвороб гібридів цукрових буряків. Вихід біопалива із посівів енергетичних цукрових буряків, уражених хворобами, зменшується на 10–15%, а в окремі роки і значно більше.

Механічний догляд за посівами. У посівах енергетичних цукрових буряків міжрядні обробітки ґрунту сприяють створенню оптимальної ґрунтової структури та дають змогу за поєднання із хімічними заходами ефективно контролювати чисельність бур'янів. Проводять цей захід із метою сприяння кращому поглинанню води з атмосферних опадів та для розпушення ґрунту в разі його надмірного ущільнення, поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту й умов для росту і розвитку рослин буряків. Відмова від розпушування міжрядь збільшує непродуктивні витрати вологи із верхніх шарів ґрунту в період до змикання листків у міжряддях.

Враховуючи такі фактори, як щільність ґрунту, кількість опадів, ступінь забур'яненості посівів, стан розвитку рослин енергетичних цукрових буряків, ризик пошкодження листків тощо, визначають потребу в розпушуваннях міжрядь, їхню частоту та глибину. Ці заходи

проводять водночас із підживленням рослин та присипанням бур'янів ґрунтом у рядках та у захисних зонах рядків.

Збирання врожаю. Збирання енергетичних цукрових буряків є вирішальним етапом технології їхнього вирощування. Від правильної і чіткої організації цього процесу, раціонального використання та правильного налаштування збиральної техніки і транспортних засобів залежить повнота збирання врожаю та загальний вихід енергії з одиниці площі.

Збирання коренеплодів цукрових буряків на енергетичні цілі потрібно проводити у період їхнього технологічного дозрівання – із 20 вересня по 20 жовтня. Ширина поворотної смуги – не більше ніж 21,6 м (чотири проходи 12-рядної сівалки). Оптимальна ширина загінки для 6-рядних машин – 240 рядків. Основний спосіб збирання – потоковий, а в разі складних погодних умов, що призводить до забруднення коренеплодів під час збирання, застосовують перевалочний спосіб.

Вирощування енергетичних цукрових буряків передбачає збирання гички, що йде на виробництво біогазу. Через це підвищуються вимоги до наявності ґрунтових домішок, оскільки це негативно впливає на вихід біогазу. З 1 т гички можна отримати майже 100 м³ біогазу із вмістом метану понад 60 %. За використання коренеплодів цукрових буряків на енергетичні цілі особливу увагу приділяють показникам якості процесу їхнього збирання. Водночас послаблюються вимоги щодо наявності рослинних решток у воросі коренеплодів, але підвищуються до наявності у ньому ґрунту.

Після збирання буряків на поворотних смугах поле розбивають на загінки із кількістю рядків, кратною ширині захвата бурякозбиральної машини. Межі загінок мають проходити стиковими міжряддями. Збирання буряків на поворотних смугах і міжзагінкових проходах слід закінчити до початку масового збирання.

Перевалочний спосіб збирання застосовують у разі значної забрудненості коренеплодів та недостатньої кількості транспортних засобів. Коренеплоди укладають на спеціально підготовлені майданчики завдовжки 40 м і завширшки від 6 до 8 м, які розміщують на поворотних смугах або біля доріг із твердим покриттям. Майданчики очищують від рослинних решток, вирівнюють і розпушують дисковими або важкими зубовими боронами верхній шар ґрунту на глибину ходу робочих органів живильника навантажувача (до 4–5 см). Збирання потрібно починати спочатку із полів, віддалених від доріг із твердим покриттям, більш раннього строку сівби, а також із ділянок, пошкоджених хворобами і шкідниками, з нерівномірним розміщенням рослин і наявністю великих дуплистих коренеплодів, під час збирання яких найімовірніше їхнє пошкодження.

Для зменшення втрат і пошкодження коренеплодів коренезбиральними машинами, особливо за підвищеної твердості ґрунту, проводять передзбиральне пошарове розпушування міжрядь культиваторами на глибину до 12 см.

Біоетанол. Виробництво біоетанолу потрібно організовувати на переобладнаних цукрових і спиртових заводах, де є відповідне обладнання для одержання біопалива. На цукрових заводах таке виробництво може відбуватися як безпосередньо із цукрових буряків (неочищеного соку), так і з побічної продукції переробки коренеплодів на цукор.

Так, відповідно до Закону України «Про альтернативні види палива», планова потреба в біоетанолі – до 350 тис. т. За прогнозованими розрахунками на 2018 р., для виробництва 1035 тис. т коренеплодів цукрових буряків за планової урожайності 45 т/га потрібно виділити 23 тис. га площі. Розрахункові витрати на вирощування 1 га коренеплодів становитимуть 15914 грн.

За розрахунками Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, прогнозоване виробництво біоетанолу з енергетичних цукрових буряків (із сиропів і зеленої патоки) у 2017 р. може бути на рівні 101 млн л, за собівартості 1 л – 6,87 грн. Виробництво біоетанолу із меляси – на рівні 215 млн л, за собівартості виробництва 1 л – 4,95 грн.

У разі реалізації основних програмних заходів із стабілізації – цукробурякової галузі в Україні виробництво цукрових буряків, у т. ч. на енергетичні цілі, має зрости від 11,3 млн т у 2013 р. до 20,1 – у 2020 р., виробництво цукру – від 1,4 млн т до 2,2 млн т, за врожайності цукрових буряків від 39,5 до 55,0 т/га, відповідно. За умови диверсифікації галузі виробництво біоетанолу має зрости до 250–350 тис. т, біогазу – до 258–408 млн м³, що еквівалентно 722–1142 МВт теплової енергії, або 490–775 МВт електроенергії.

Зведені обсяги прогнозованих витрат на виробництво продукції цукробурякового комплексу України на 2016 р. становлять: цукрових буряків – 5191 млн грн, цукру – 3071 млн грн, біоетанолу – 1758 млн грн, біогазу – 564 млн грн. Для визначення виходу біоетанолу можна також скористатися номограмою. За номограмою: якщо урожайність коренеплодів цукрових буряків становить 50 т/га за цукристості 16 %, то отримаємо 3,67 т/га біоетанолу, вихід енергії від його спалювання становить 91,75 ГДж/га.

Завдяки продуктам фотосинтезу найближчим часом орієнтовно можна буде покрити до 10 % усіх енерговитрат. Цінним джерелом сировини для виробництва біопалива, а саме біоетанолу, є цукроносні культури (цукрові та кормові буряки, цукрове сорго, цукрова тростина, цикорій та інші). Однією із найефективніших цукроносних культур, традиційних для України, є цукрові буряки, які вирізняються високим потенціалом продуктивності (45–70 т/га). Так, з одного гектара енергетичних цукрових буряків, за урожайності 60 т/га, можна отримати близько 4,5 т біоетанолу.

Виробництво біоетанолу із цукрових буряків дасть змогу відродити в Україні галузь буряківництва і стабілізувати посівні площі під цією культурою на рівні 650 тис. га. Це, в свою чергу, забезпечить щорічне отримання близько 30 млн т солодких коренеплодів, половину із яких

можна буде залучити на виробництво цукру для забезпечення потреб внутрішнього ринку (1,8 млн т). Решту, 15 млн т цукрових буряків, доцільно переробляти переважно на біоетанол на модернізованих цукрових заводах. Це дасть змогу виробляти щороку до 1,3 млн т біоетанолу, що становить близько 30 % обсягу бензинового пального, необхідного для України.

Зважаючи на це, актуальним є обґрунтування і впровадження у виробництво елементів механізованої технології вирощування енергетичних цукрових буряків як сировини для виробництва біопалива.

5.2. Використання біопаливних рослин як фіторемедіаційних агентів

Безсонова В. О.

Полтавська державна аграрна академія

В умовах дефіциту енергоресурсів все більше уваги приділяється можливості використання енергетичних культур та рослинних решток сільськогосподарського господарства як альтернативних джерел енергії. Інтенсивний розвиток програм виробництва палива з відновлюваних джерел рослинної сировини в економічно розвинених країнах можна розглядати як підготовку їхньої економіки до можливого, в довгостроковій перспективі, дефіциту вуглеводневої сировини для виробництва палива. Світова індустрія різних видів біопалива характеризується наявністю широкого спектру заходів законодавчого та нормативно-правового забезпечення розвитку біоенергетики, а також державних програм, спрямованих на збільшення виробництва біопалива в певній країні [292]. Як наслідок, у Світі спостерігається невинне зростання виробництва енергетичних ресурсів з відновлюваних джерел, з-поміж яких значного розвитку набувають енергоносії біологічного походження.

Як відмічає Я.Б. Блюм із співавторами [293], на сьогодні у Світі 35 % енергетичних потреб покривається завдяки використанню нафти, 23 % за рахунок вугілля, 21 % – природного газу, 7 % – ядерного палива. Усі ці ресурси є непоновлюваними. Окрім того, за різними прогнозами, розвіданих та використовуваних енергетичних ресурсів лишилося не так уже й багато: за нинішніх темпів видобування вугілля вистачить приблизно на 200 років, а природного газу, нафти та ядерного палива – на 40 років.

Пошук альтернативних джерел відновлювальної енергії в умовах енергетичної кризи спонукає світове наукове співтовариство до інтеграційних досліджень та опрацювання дорожньої мапи сталого розвитку країн та цілих континентів. Дослідження нових енергоносіїв

²⁹² Дубініна М.В. Інституційні особливості розвитку біоенергетики / М.В. Дубініна // 36. наук. праць Вінницького НАУ. – Вінниця, 2012. – Т. 1. Вип. 2(64). – С. 31–36.

²⁹³ Блюм Я.Б. Біологічні ресурси і технології для виробництва різних видів біопалив / [Я.Б. Блюм, О.М. Левчук, Д.Б. Рахметов та ін.] // Вісн. НАН України, 2014. – № 11. – С. 64.

для України є досить важливим, тому що інтенсивне використання вичерпних джерел енергії вимагає від людства залучення та використання альтернативи у забезпеченні своїх потреб в енергоресурсах. В перспективі паливо та матеріали нафтового походження повинні витіснятися речовинами виробленими з фітомаси рослин. У якості сировини передбачаються використовувати багаторічні культури, які найкраще адаптовані до умов навколишніх умов вирощування та здатні формувати високу врожайність фітомаси.

Україна має великий еколого-біоенергетичний потенціал, він дорівнює майже 35 млн т нафтового еквівалента (Франція – 31 млн т, Німеччина – 26 млн т, Іспанія – 17 млн т). Це найбільший показник у Європі, що говорить про перспективи розвитку цього напрямлення енергетики країни. Подальше розширення міжнародного економічного співробітництва України потребує впровадження енергетичної політики, котра була б когерентною політиці провідних держав світу, насамперед Європейського співтовариства. Невідповідність енергетичної політики та практичних дій України у цій сфері може поставити нас у дискримінаційне становище [294].

Інтенсивний розвиток промисловості породжує цілий ряд негативних наслідків, що призводять до екологічної кризи. Так, ґрунти, на яких вирощується продукція рослинництва, забруднюються радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, хімічними речовинами, що веде до їх повної та безповоротної деградації. Саме тому стратегія розвитку промислово-енергетичного комплексу України повинна ґрунтуватись на альтернативних, екологічних чистих матеріалах та джерелах енергії.

Наша країна має сприятливі умови для розвитку енергетичного рослинництва: аграрний напрям розвитку, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, наявність вільних земель, нагальність впровадження методів енергоефективності в сільських територіях. Найголовнішою перевагою використання саме біоенергетичного потенціалу є нарощування потужностей виробництва при зниженні рівня енергетичних затрат та екологічного забруднення довкілля [295].

Біопаливо може задовольнити енергопотреби жителів сільських територій повністю, але лише при комплексному підході влади та територіальної громади. Однією умовою з використання біомаси із енергетичних культур є екологічна сталість вирощування рослин та переробки їх сировини. Всі процеси під час вирощування і переробки біомаси енергетичних культур повинні відповідати вимогам відповідних стандартів. На даний час найповнішим і всеохоплюючим є стандарт NTA 8080, який регулює виробництво, переробку та використання біомаси.

²⁹⁴ Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні : монограф. / Г.М. Калетнік. – К. : Аграрна наука, 2008. – 464 с.

²⁹⁵ Кулик М.І. Рослинництво як енергетичний потенціал країни / М.І. Кулик // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – № 7 (26). – С. 24–31.

Забруднення ґрунтів нафтою спричиняє як деградацію земель, так і небезпеку проникнення поллютантів у живильні ланцюги, однією з ланок яких є людина. Це зумовлює гостру необхідність пошуку ефективних та екологічно безпечних методів очищення довкілля від забруднень нафтою. Одним з шляхів вирішення проблеми може бути фіторе mediaція, яка полягає у використанні здатності деяких видів рослин поглинати поллютанти та акумулювати їх у біомасі. Подальша утилізація біомаси елімінує накопичені забруднювачі з середовища [296].

Фіторе mediaція є методом очищення слабо та середньозабруднених неорганічними та органічними домішками земель з використанням зелених рослин, екологічно-дружнім та низьковитратним, що дає змогу зберегти родючість ґрунту після вилучення забруднюючих речовин. Метод є досить поширеним в США й Канаді та починає набувати практичного застосування в Європі.

Перевагами фіторе mediaції в порівнянні з традиційними ремедіаційними технологіями є:

- відсутність або невелика кількість, виникаючих вторинних відходів;
- мінімальні порушення природних екосистем;
- можливість застосування, як на малих так і на великих територіях; естетичність, відносна простота реалізації, економічність.

Економічна ефективність фіторе mediaції є вагомим аргументом на користь цієї технології. Причина порівняно низької вартості у тому, що рослини є природними установками з очищення ґрунту, які працюють на сонячній енергії. За оцінками американських фахівців фіторе mediaція однієї тонни забрудненого ґрунту обходиться в 10–35 дол. США, біоре mediaція *in situ* в 50–150 дол. США, відмивання ґрунту в 80–200 дол. США, екстракція розчинниками в 360–440 дол. США, а спалювання в 200–1500 дол. США [297].

Спочатку фіторе mediaція, як метод очищення, була розроблена для усунення забруднення важкими металами. Виявлено, що деякі види рослин здатні не тільки витримувати наявність, але і поглинати й нагромаджувати значні кількості іонів свинцю, ртуті, цинку або інших токсичних металів. Іншим напрямком, перспективність якого вже доведена, і який має великий потенціал розвитку, є очищення вуглеводневих забруднень (нафта і нафтопродукти) за допомогою рослин [298].

Сучасні фіторе mediaційні технології можуть ґрунтуватися на різних методологічних підходах – це фітостабілізація, фітодеградація, фітовипар, ризодеградація та інші.

Вважається, що ефективним є очищення, коли рослина поєднує здатність до фітовипару й фітодеградації. Тоді в повітря виводяться

²⁹⁶ Пиковский Ю.И. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / Ю.И. Пиковский, А.Н. Геннадиев // Почвоведение. – 2003. – № 9. – С. 1132–1140.

²⁹⁷ Романюк О.І. Аналіз біологічних способів відновлення нафтозабруднених ґрунтів [Текст] / О.І. Романюк, Л.З. Шевчик // Scientific Journal «ScienceRise:Biological Science» – 2017 – №1(4). – С. 31–39.

²⁹⁸ Джура Н.М. Перспективи фіторе mediaції нафтозабруднених ґрунтів рослинами *Faba bona Medic.* (*Vicia faba* L.) [Текст] / Н.М. Джура // Вісник Львівського університету. Сер. біол. – 2011. – Вип. 57. – С. 117–124.

лише безпечні продукти розкладу нафтопродуктів. Особливе місце займає здатність рослин до ризодеградації, коли забруднюючі вуглеводні розкладає не безпосередньо сама рослина, а мікроорганізми, що живуть поблизу кореня, тобто в ризосфері. Коріння слугують мікроорганізмам поверхнею прикріплення і збільшують концентрацію органічних речовин в ризосфері. Так, завдяки кореневим виділенням рослин в ґрунт потрапляє складна суміш органічних аніонів, цукрів, вітамінів, амінокислот, пуринів, нуклеозидів, ферментів [299].

Згідно із дослідженнями науковців, для вирощування культур, які за короткий проміжок часу формують велику вегетативну фітомасу, доцільно використовувати такі рослини: плантації швидкорослих деревних порід з коротким періодом ротації (енергетична верба (3–5 років), тополя (6–8 років); дводольні рослини (артишок, топінамбур); багаторічні злаки (світчґрас, міскантус гігантський) [300].

Енергетичну культуру Міскантус (*Miscanthus* spp.) можна вирощувати для фіторе mediaції забруднених ґрунтів. Міскантус являє собою багаторічну кореневищну траву, яка походить з Азії. Після одноразової посадки культуру можна збирати щорічно протягом 15 і більше років з середньою врожайністю порядку 10 сух. т/га. Міскантус має добре розвинену кореневу систему (2,5 м углиб), характеризується швидким ростом і непоганою стійкістю до низьких температур 13. Культура має відносно невелику потребу у воді, відповідну річній кількості опадів на рівні 600–700 мм. Для вирощування підходять ґрунти середньої щільності з низьким рівнем ґрунтових вод [301].

На дослідних станціях мережі Інституту, що розташовані в Київській, Вінницькій, Сумській областях та на Полтавщині, вчені розглядають міскантус, як альтернативу традиційним видам палива, вже кілька років експериментують і готові поділитися досвідом.

Міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) розмножується так званими ризомами (rhizome) – частина кореневища, яка містить бруньки та шляхом поділу може використовуватись для вегетативного розмноження. Це є однією з найбільш трудомістких частин роботи в технології вирощування міскантусу гігантського. Як правило, ризоми отримують із одно- або дворічних рослин міскантусу. Викопування маточних кореневищ міскантусу проводять зазвичай навесні, безпосередньо перед садінням, попередньо зібравши наземну біомасу. Під час перезимівлі маточні кореневища міскантусу можуть бути пошкоджені низькими температурами. Такі кореневища для садіння не придатні.

Принцип розмноження кореневища заключається в наступному: викопується кореневище, вручну ділиться на дрібніші кореневища –

²⁹⁹ Гелету́ха Г.Г. Біомаса як паливна сировина / Г.Г. Гелету́ха та ін. // Промислова теплотехніка. — 2011. — т. 55. — №5. — С. 76

³⁰⁰ Енергетичні рослини [Текст] : бібліограф. покажч. / ВНАУ; упорядн. Л.В. Кулакевич, О.А. Шевчук, Н.Г. Дудкевич. — Вінниця, 2011. — 27 с.

³⁰¹ Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. Аналітична записка БАУ №10 / Гелету́ха Г.Г., Железна Т.А., Трибой О.В. 12 вересня 2014 р.

ризом, які і будуть посадковим матеріалом для наступної посадки. В умовах Українського клімату міскантус гігантський починає проростати у квітні, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10...12°C, а закінчує – з настанням заморозків у жовтні-листопаді, взимку – рослина готова до збирання. Небезпечні для рослини заморозки пізньої весни, в результаті яких гинуть пагони та скорочується загальний період росту культури. Найвища вразливість рослин виявляється під час першої перезимівлі – в рік садіння ризомів. Багаторічний міскантус, за сприятливих природних умов, може досягати до 4 м і більше у висоту, а діаметр стебел досягає 2 см.

Науковці Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ) стверджують, що зважаючи на азіатське походження, в українських реаліях міскантус гігантський почуває себе досить непогано, а за достатнього снігового покриву витримує морози до -25°C. До речі, в університеті для посадки ризомів міскантусу розробили машину, що здатна за день засаджувати до 1,5 га кореневищ [302].

Оскільки міскантус гігантський є багаторічною рослиною, яка на одному місці вирощується до 20–25 років, то підготовка ґрунту і садіння ризомів є одними з найвідповідальніших елементів в технології його вирощування.

В процесі вегетації міскантус гігантський потребує близько 700 мм опадів. Його потреба у воді набагато вища, ніж наявні обсяги середньорічних опадів в Україні. Такі великі потреби у воді, попри незначне вживання її на продукування 1 кг сухої маси (близько 250 л), спричинені великим урожаєм біомаси з одиниці площі. Румунські вчені відкрили у біопаливній культурі ще одну дивовижну властивість – міскантус гігантський має здатність поглинати важкі метали з ґрунту.

За рахунок високої врожайності сухої біомаси (до 25 т/га), високої теплотворної здатності (5 кВт/год/кг або 18 МДж/кг (піллетти)), низької природної вологості стебел на час збирання (до 15%), міскантус є однією з найефективніших рослин для виробництва біопалива, порівняно з іншими культурами. Під час згорання біомаси міскантусу гігантусу виділяється менша кількість вуглекислого газу ніж було його абсорбовано рослинами в процесі фотосинтезу, тому використання біопалива з міскантусу не сприятиме парниковому ефекту. Його стебла містять 64–71 % целюлози, що обумовлює високу енергетичну цінність.

1 т паливних гранул з міскантусу приблизно еквівалентна 440 кг сирої нафти, 820 кг кам'яного вугілля, 515 м³ природного газу, 1,2 т деревини або 420 кг дизельного палива [302].

Енергетичні культури є важливим напрямом біоенергетичного сектора ЄС. Близько третини мети Євросоюзу по енергоспоживанню з біомаси у 2020 р. може бути покрито за рахунок енергетичних культур, що складе 45 млн т н.е./рік. На сьогодні в країнах Євросоюзу 13,2 млн га

³⁰² Міскантус гігантський : гаряча пропозиція [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://propozitsiya.com/ua/miskantus-gigantskiy-goryachee-predlozhenie>.

земель є доступними для вирощування енергокультур; до 2020 р. цей показник може вирости до 20,5 млн га, а до 2030 р. – до 26,2 млн га. За оцінкою Європейської Комісії, для досягнення мети 2020 р. (10 % ВДЕ в транспортному секторі ЄС) під енергетичні культури необхідно задіяти 17,5 млн га або близько 10 % всіх сільськогосподарських земель країн ЄС.

1. Порівняння деяких видів культур за споживанням і виходом із них енергії

Культура	Споживання енергії, МДж/Га	Вихід енергії, МДж/Га	Показник ефективності
Міскантус	9224	300000	+32,53
Верба	6003	180000	+29,99
Очерет	13298	112500	+8,46
Пшениця	21465	189338	+8,82
Ріпак	19390	72000	+3,76

Джерело: дані [302]

Таким чином, розвиток біоенергетики дозволить Україні позбутися статусу енергодефіцитної держави, зміцнити її економічну, політичну та енергетичну незалежність. В недалекому майбутньому – при масштабному виробництві біоенергії, вибір конкретної енергетичної культури для вирощування, залежатиме від ряду чинників, таких як: тип ґрунтів, водний баланс, вид ландшафту, транспортні розв'язки, місцезнаходження потенційного споживача (котельня або електростанція), конкуренція з іншими культурами і соціальна думка з приводу цього питання.

Отже, у випадку використання біопаливних рослин як фітореMediaційних агентів ми можемо робити дві надзвичайно важливі справи для агроекології та біоенергетики: з одного боку, очищати значні масиви земель, а з іншого – отримувати біомасу для подальшого виробництва енергії.

5.3. Стан державного регулювання у сфері енергетики з відновлювальних джерел

*Вакуленко Ю.В., Сакало В.М., Мінькова О.Г.
Полтавська державна аграрна академія*

Розвитку відновлюваної енергетики сприяє високий рівень сучасного технологічного прогресу, поступове зниження цін та інновації у схемах фінансування, які повинні стимулюватися правильною державною політикою підтримки.

Протягом останніх чотирьох років в Україні спостерігається поступове зростання встановлених потужностей ВДЕ, але складна економічна ситуація в країні не сприяла досягненню цілей, прийнятих у Національному плані дій з відновлюваної енергетики, по досягненню 11 %

частки ВДЕ у енергоспоживанні. Станом на кінець 2016 р. встановлено 1117 МВт потужностей ВДЕ, які виробляють близько 1 % у загальному обсязі відпущеної електроенергії. Найбільшу частку серед ВДЕ в Україні займають вітрові та сонячні електростанції, на яких у 2016 р. було вироблено 925 ГВт·год. та 492 ГВт·год. електроенергії відповідно.

Для ефективної реалізації завдань щодо освоєння енергії відновлюваних джерел в Україні, в першу чергу, необхідне створення української моделі розвитку відновлюваної енергетики як окремої енергетичної галузі – створення нормативно-правової бази з урахуванням особливостей освоєння кожного з видів відновлюваних джерел енергії, визначення основ стимулюючої політики держави і створення законодавчої бази відновлюваної енергетики, основаної на проведенні пільгової політики для виробників та споживачів енергії відновлюваних джерел, визначення механізмів фінансування.

Охарактеризуємо особливості державного управління у сфері енергоефективності [303, 304].

За роки незалежності в Україні було створено декілька державних структур, які займалися регулюванням питань відновлювальної та нетрадиційної енергетики.

1. Державний комітет України з енергозбереження (Держкоменергозбереження). Створено 26.07.1995 р. Указом Президента України № 666/95 з метою забезпечення проведення єдиної державної політики у сфері енергозбереження, підвищення ефективності роботи, раціонального використання та економного витрачання ПЕР і реалізації Закону України «Про енергозбереження». Указом Президента України від 20.04.2005 р. № 678/2005 Державний комітет України з енергозбереження було ліквідовано, а його функції та виконання його зобов'язань покладено на Міністерство палива та енергетики України.

2. Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів (НАЕР). Створено 31.12.2005 р. Указом Президента України № 1900, завданням якого було проведення єдиної державної політики у сфері ефективного використання енергетичних ресурсів та енергозбереження, забезпечення збільшення частки альтернативних видів палива у балансі попиту та пропозиції енергоносіїв, створення державної системи моніторингу виробництва, споживання, експорту та імпорту енергоносіїв, удосконалення системи обліку та контролю за споживанням енергетичних ресурсів, забезпечення функціонування єдиної системи нормування питомих витрат енергетичних ресурсів у суспільному виробництві. НАЕР ліквідовано згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 10.12.2010 р. № 2219-р.

³⁰³ Енергетична стратегія України на період до 2030 року та дальшу перспективу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/control/uk/archive/docview?typeId=36172>.

³⁰⁴ Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mpe.energy.gov.ua>.

3. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). Створено 09.12.2010 р. Указом Президента України № 1085/2010. Завдання комітету Держенергоефективності – реалізація державної політики у сфері ефективного використання ПЕР, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива, здійснення державного контролю у сфері ефективного використання ПЕР, забезпечення збільшення частки відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива в енергетичному балансі України.

Шляхи реалізації наявного потенціалу енергозбереження, як приклад, наведемо відповідно до положень Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з ВДЕ та альтернативних видів палива на 2010–2015 рр. (доповнення затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2013 р. № 243). Метою Програми було створення умов для наближення енергоємності валового внутрішнього продукту (ВВП) України до рівня розвинутих країн та стандартів Європейського Союзу, зниження рівня енергоємності ВВП протягом строку дії Програми на 20 % порівняно з 2008 р. (щороку на 3,3 %), підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів і посилення конкурентоспроможності національної економіки; оптимізація структури енергетичного балансу держави, в якому частка енергоносіїв, отриманих з ВДЕ та альтернативних видів палива, мала становити у 2015 р. не менше 10 %, шляхом зменшення частки імпортованих викопних органічних видів енергоресурсів, зокрема, природного газу і заміщення їх альтернативними видами енергоресурсів, у тому числі вторинними, за умови належного фінансування Програми.

У результаті законодавчої діяльності у сфері відновлюваної енергетики та енергоефективності в Україні, станом на 31.12.2016 р., діє більше 200 актів національного законодавства, в тому числі, 10 Законів України, 15 Указів Президента України, 120 рішень Уряду України та інші підзаконні акти.

Основними законами, які регулюють відносини у сфері відновлюваної енергетики та енергоефективності в Україні є:

- Закон України (ЗУ) «Про енергозбереження»;
- ЗУ «Про електроенергетику»;
- ЗУ «Про альтернативні види палива»;
- ЗУ «Про альтернативні джерела енергії»;
- ЗУ «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного потенціалу»;
- ЗУ «Про газ (метан) вугільних родовищ»;
- Податковий кодекс України.

Проте ці акти не є документами прямої дії, для їх застосування необхідно прийняття підзаконних актів різних відомств.

Підзаконне регулювання щодо будівництва та діяльності установок

по виробництву енергії з ВДЕ здійснюється органами національного рівня:

- Національна комісія регулювання електроенергетики України;
- Міністерство енергетики та вугільної промисловості України;
- Міністерство екології та природних ресурсів України;
- Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України;

– Державне агентство земельних ресурсів України;

та органами місцевого самоврядування в питаннях зміни цільового призначення земель.

На цей час в сфері відновлюваної енергетики та енергоефективності в Україні діють також більше 50 національних стандартів групи «Енергозбереження».

В залежності від виду енергії відновлюваних джерел та напрямку її використання в Україні втілені різні схеми їх підтримки, спрямовані на стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел.

Основним законодавчим актом підтримки, спрямованої на стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел у електроенергетиці є Закон України від 16.10.97 р. №575/97-ВР «Про електроенергетику» (Закон № 575). Нормами цього закону передбачено встановлення «зеленого» тарифу, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – вироблена лише мікро-, міні- та малими ГЕС). «Зелений» тариф для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з відновлюваних джерел енергії, затверджується Національною комісією регулювання електроенергетики України (НКРЕ).

Величина «зеленого» тарифу для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з ВДЕ, встановлюється на рівні роздрібного тарифу для споживачів другого класу напруги на січень 2009 р., помноженого на коефіцієнт «зеленого» тарифу.

Для суб'єктів господарювання та приватних домогосподарств, які виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел енергії, «зелений» тариф встановлюється до 01.01.2030 р.

4.06.2015 р. Верховна Рада України підтримала в цілому законопроект № 2010-д «Про внесення змін до деяких законів України щодо конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії». Цим законопроектом скасовуються вимоги щодо місцевої складової, замість якої вводиться стимулююча надбавка до тарифу у випадку використання вітчизняного обладнання, «зелений тариф» для великих сонячних електростанцій зменшується вдвічі, максимальна встановлена потужність сонячних станцій домогосподарств збільшується до 30кВт.

Окрім «зеленого» тарифу є ще кілька інструментів підтримки сектору виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії.

Особливості оподаткування прибутку підприємств, що працюють у

сфері ВДЕ та альтернативних видів палив, визначено Податковим кодексом України [305], який передбачає для них низку пільг:

1. Визначено особливості оподаткування прибутку підприємств, отриманого у зв'язку із впровадженням енергоефективних технологій, і надає цим підприємствам наступні податкові пільги.

П. 158.1 ст. 158 Податкового кодексу України передбачено звільнення від оподаткування 80 % прибутку підприємств, отриманого від продажу на митній території України товарів власного виробництва за переліком, встановленим Кабінетом Міністрів України:

- устаткування, що працює на відновлюваних джерелах енергії;
- матеріали, сировина, устаткування та комплектуючі, які будуть використовуватись у виробництві енергії з відновлюваних джерел енергії;
- енергоефективне обладнання і матеріали, вироби, експлуатація яких забезпечує економію та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;
- засоби вимірювання, контролю та управління витратами паливно-енергетичних ресурсів;
- устаткування для виробництва альтернативних видів палива.

Зазначений перелік затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 28.09.2011 р. № 1005.

П. 158.2 ст. 158 Податкового кодексу України передбачено звільнення від оподаткування 50 % прибутку, отриманого від здійснення енергоефективних заходів та реалізації енергоефективних проектів підприємств, що включені до Державного реєстру підприємств, установ, організацій, які здійснюють розроблення, впровадження та використання енергозберігаючих заходів та енергоефективних проектів.

До Державного реєстру включаються підприємства, що є учасниками галузевих програм із енергоефективності і за результатами проведення експертизи в порядку, встановленому Держенергоефективності та отримали висновок такого органу про відповідність енергозберігаючих заходів та енергоефективних проектів, що вже впроваджені або перебувають на стадії розроблення та впровадження, критеріям енергоефективності.

Усі норми цієї статті Податкового кодексу України діють протягом п'яти років з моменту отримання першого прибутку внаслідок підвищення енергоефективності виробництва. Порядок включення до Державного реєстру затверджено наказом НАЕР від 01.04.2008 р. № 49.

2. Для розвитку використання ВДЕ та альтернативних видів палива підприємствам надаються наступні податкові пільги:

- тимчасово, строком на 10 років, починаючи з 01.01.2011 р., звільняється від оподаткування прибуток, отриманий від основної діяльності підприємств в галузі електроенергетики (клас 40.11 група 40 КВЕД ДК 009:2005), які виробляють електричну енергію виключно з

³⁰⁵ Податковий Кодекс України. Закон від 02 грудня 2010 р. №2755-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.

ВДЕ (підрозділ 4 Розділу XX Податкового кодексу України);

- тимчасово, до 01.01.2020 р., звільняється від оподаткування прибуток підприємств, отриманий ними від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та/або виробництва теплової енергії з використанням біопалива (підрозділ 4 Розділу XX Податкового кодексу України);

- електроенергія, вироблена з відновлюваних джерел, звільняється від сплати збору у вигляді цільової надбавки до діючого тарифу на електричну і теплову енергію (п. 311.1 Податкового кодексу України);

- податок за земельні ділянки (в межах та за межами населених пунктів), надані для розміщення об'єктів, які виробляють електричну енергію з ВДЕ, справляється у розмірі 25 % від встановленої величини податку (п. 276.6 Податкового кодексу України).

3. Для розвитку біоенергетики підприємствам, діяльність яких пов'язана з біопаливами, надаються наступні податкові пільги:

- тимчасово, до 01.01.2020 р., звільняється від оподаткування прибуток виробників біопалива, отриманий від продажу біопалива;

- тимчасово, до 01.01.2020 р., звільняється від оподаткування прибуток підприємств, отриманий ними від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та/або виробництва теплової енергії з використанням біопалива (підрозділ 4 Розділу XX Податкового кодексу України);

- тимчасово, до 01.01.2020 р., звільняється від оподаткування прибуток виробників техніки, обладнання, устаткування, визначених ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива» для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів, у тому числі самохідних сільськогосподарських машин та енергетичних установок, які споживають біологічні види палива, одержаний від продажу зазначеної техніки, обладнання та устаткування, що були вироблені на території України.

4. Пільги для підприємств, діяльність яких пов'язана з використанням газу (метану) вугільних родовищ:

- тимчасово, до 01.01.2020 р., звільняється від оподаткування прибуток підприємств, отриманий ними від господарської діяльності з видобування та використання газу (метану) вугільних родовищ, що здійснюється відповідно до Закону України «Про газ (метан) вугільних родовищ».

5. П. 197.16 ст. 197 Податкового кодексу України передбачено звільнення від оподаткування операцій із ввезення на митну територію України енергозберігаючих матеріалів, обладнання, устаткування та комплектуючих. Перелік таких товарів затверджено постановою КМУ «Питання ввезення на митну територію України енергозберігаючих матеріалів, обладнання, устаткування та комплектуючих» від 14.05.2008 р. № 444.

Також п. 2 підрозділу 2 розділу XX «Перехідні положення» Податкового кодексу України передбачено тимчасове, до 01.01.2019 р.,

звільнення від сплати податку на додану вартість операцій із постачання техніки, обладнання, устаткування, визначених ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива», на території України операцій з імпорту за кодами УКТ ЗЕД, визначеними ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива», техніки, обладнання, устаткування, що використовуються для реконструкції існуючих і будівництва нових підприємств з виробництва біопалива і для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів з метою споживання біопалива, якщо такі товари не виробляються та не мають аналогів в Україні, а також технічних та транспортних засобів, у тому числі самохідних сільськогосподарських машин, що працюють на біопаливі, якщо такі товари не виробляються в Україні.

Порядок ввезення на митну територію України техніки, обладнання, устаткування, технічних та транспортних засобів, що використовуються для розвитку виробництва і забезпечення споживання біологічних видів палива затверджено постановою КМУ від 18.05.2011 р. № 581.

Окрім цього, п. 15 підрозділу 4 розділу XX «Перехідні положення» Податкового кодексу України передбачено звільнення від оподаткування прибутку виробників біопалива, отриманого від продажу біопалива, прибутку підприємств, отриманого ними від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та/або виробництва теплової енергії з використанням біологічних видів палива, прибутку виробників техніки, обладнання, устаткування, визначених ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива» для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів, у тому числі, самохідних сільськогосподарських машин та енергетичних установок, які споживають біологічні види палива, одержаного від продажу зазначеної техніки, обладнання та устаткування, що були вироблені на території України.

В Україні існують податкові пільги для підприємств, діяльність яких пов'язана з біопаливами. З них лише одна стосується безпосередньо сектору виробництва теплової енергії, а інші можуть відноситися до будь-якого сектору в залежності від напрямку використання певного виду біопалива. Так, тимчасово, до 01.01.2020 р, звільняються від оподаткування (підрозділ 4 Розділу XX Податкового кодексу України):

- прибуток виробників біопалива, отриманий від продажу біопалива;
- прибуток підприємств, отриманий ними від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та/або виробництва теплової енергії з використанням біопалива;
- прибуток виробників техніки, обладнання, устаткування, визначених ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива» (№1391-XIV від 14.01.2000 р.), для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів, у тому числі самохідних сільськогосподарських машин та енергетичних установок, які споживають біопалива, одержаний від продажу зазначеної техніки, обладнання та устаткування, що були вироблені на території України.

Тимчасово, до 01.01.2019 р., звільняються від сплати податку на додану вартість (підрозділ 2 Розділу XX Податкового кодексу України) та від сплати мита (Розділ XXI Митного Кодексу України [306]) операції з:

- постачання техніки, обладнання, устаткування, визначених ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива», на території України;
- імпорту за кодами УКТ ЗЕД, визначеними ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива», техніки, обладнання, устаткування, що використовуються для реконструкції існуючих і будівництва нових підприємств з виробництва біопалива, якщо такі товари не виробляються в Україні. Зокрема, до цих видів техніки, обладнання, устаткування відносяться котли парові, котли для центрального опалення та допоміжне обладнання для них, газогенератори, двигуни внутрішнього згоряння, пальники та ін. Порядок ввезення зазначеної техніки, обладнання, устаткування, технічних та транспортних засобів визначається Кабінетом Міністрів України [307].

Необхідно зазначити, що у Податковому кодексу України прописаний ще ряд податкових пільг для підприємств, діяльність яких пов'язана з використанням устаткування, яке працює на ВДЕ та з реалізацією енергоефективних проектів. Ці механізми підтримки можна віднести до всіх секторів біоенергетики (електроенергетика, теплоенергетика, транспорт) в залежності від того, куди саме спрямована діяльність конкретних підприємств.

Від оподаткування звільняються операції із ввезення на митну територію України (п. 197.16 Податкового кодексу України):

- устаткування, яке працює на ВДЕ, енергозберігаючого обладнання і матеріалів, обладнання, матеріалів для виробництва альтернативних видів палива або для виробництва енергії з ВДЕ;
- матеріалів, устаткування, комплектуючих, що використовуються для виробництва устаткування, яке працює на ВДЕ, матеріалів, сировини, устаткування та комплектуючих, які будуть використовуватися у виробництві альтернативних видів палива або виробництві енергії з ВДЕ;
- енергозберігаючого обладнання і матеріалів, виробів, експлуатація яких забезпечує економію та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів.

Податкова пільга може бути отримана, якщо ці товари застосовуються платником податку для власного виробництва та якщо ідентичні товари з аналогічними якісними показниками не виробляються в Україні. Перелік таких товарів із зазначенням кодів УКТ ЗЕД встановлюється Кабінетом Міністрів України [308].

³⁰⁶ Митний Кодекс України. Закон № 4495-VI від 13.03.2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4495-17>.

³⁰⁷ Постанова КМУ «Про затвердження Порядку ввезення на митну територію України техніки, обладнання, устаткування, технічних та транспортних засобів, що використовуються для розвитку виробництва і забезпечення споживання біологічних видів палива» № 581 від 18.05.2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/581-2011-%D0%BF>.

³⁰⁸ Постанова КМУ «Питання ввезення на митну територію України енергозберігаючих матеріалів, обладнання, устаткування та комплектуючих» №444 від 14.05.2008 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/444-2008-%D0%BF>.

Від оподаткування звільняється 80 % прибутку підприємств, отриманого від продажу в Україні товарів власного виробництва за переліком, встановленим Кабінетом Міністрів України [309] (п. 158.1 Податкового кодексу України):

- устаткування, що працює на ВДЕ;
- матеріали, сировина, устаткування та комплектуючі, які будуть використовуватись у виробництві енергії з ВДЕ;
- енергоефективне обладнання і матеріали, вироби, експлуатація яких забезпечує економію та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;
- устаткування для виробництва альтернативних видів палива.

Серед іншого до переліку цих товарів входять котли на твердій біомасі з ККД 80 % і вище, газогенератори на біомасі з ККД 85 % і вище, теплогенератори на альтернативних видах палива (до яких відносяться біопалива) потужністю від 3 кВт і вище з ККД 80 % і вище, когенераційні установки на біогазі з відходів та інші види обладнання. Податкова пільга діє протягом 5 років з моменту отримання першого прибутку внаслідок підвищення енергоефективності виробництва.

Звільняється від оподаткування 50 % прибутку, отриманого від здійснення енергоефективних заходів та реалізації енергоефективних проектів підприємств, що включені до Державного реєстру підприємств, установ, організацій, які здійснюють розроблення, впровадження та використання енергоефективних заходів та енергоефективних проектів. Реєстр ведеться Держенергоефективністю України [310]. Податкова пільга діє протягом 5 років з моменту отримання першого прибутку внаслідок підвищення енергоефективності виробництва.

В Україні поставлено цілі щодо виробництва та використання біопалива на транспорті. До 2013 р. цілі були рекомендованими, для наступних років – обов’язковими. Дані цілі зафіксовано в ЗУ «Про альтернативні види палива».

Згідно цього Закону, вміст біоетанолу в бензинах моторних, що виробляються та/або реалізуються на території України, має становити: у 2013 р. – рекомендований вміст не менш як 5 %, у 2014–2015 рр. – обов’язковий вміст не менш як 5 %, з 2016 р. – обов’язковий вміст не менш як 7 %.

Інструментом підтримки розвитку даного сектору є пільга по оподаткуванню біоетанолу як підакцизного товару. Згідно Податковому Кодексу України (Стаття 229.1.1) податок справляється за ставкою 0 грн за 1 літр 100-відсоткового спирту із:

³⁰⁹ Постанова КМУ «Про затвердження переліку товарів власного виробництва, 80 відсотків прибутку підприємств від продажу яких на митній території України звільняється від оподаткування» №1005 від 28.09.2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1005-2011-%D0%BF>.

³¹⁰ Наказ НАЕР (зараз – Держенергоефективність України) «Про затвердження Порядку включення до Державного реєстру підприємств, установ, організацій, які займаються розробкою, впровадженням та використанням енергозберігаючих заходів та енергоефективних проектів» (№ 49 від 01.04.2008 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0318-08>.

– біоетанолу, що використовується підприємствами для виробництва бензинів моторних сумішевих із вмістом біоетанолу, етил-трет-бутилового етеру, інших добавок на основі біоетанолу;

– біоетанолу, який використовується для виробництва біопалива.

Крім того, від оподаткування звільняється 80 % прибутку підприємств, отриманого від продажу в Україні товарів власного виробництва (п. 158.1 Податкового кодексу України) за переліком, встановленим Кабінетом Міністрів України (Постанова № 1005 від 28.09.2011 р.). Зокрема, до цього переліку входять двигуни внутрішнього згоряння на біодизелі, двигуни внутрішнього згоряння на біопаливі з вмістом етилового спирту 85 % для автотранспортних засобів.

Поряд з цим необхідно відмітити і гальмуючі фактори, що негативно впливають на розвиток даного сектору енергетики України.

Так, були відмінені пільгові умови оподаткування підприємств ВДЕ, в тому числі:

1) відміна пільгової ставки для сплати податку за земельні ділянки, що надані для розміщення об'єктів альтернативної енергетики;

2) відміна звільнення від оподаткування 80 % прибутку для підприємств, що продають на митній території України товари власного виробництва за переліком, встановленим постановою Кабінету Міністрів України:

– устаткування, що працює на відновлюваних джерелах енергії;

– енергоефективне обладнання і матеріали, вироби, експлуатація яких забезпечує економію та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;

– устаткування для виробництва альтернативних видів палива;

3) відміна тимчасових умов, що до 1 січня 2020 р. звільняли від оподаткування:

– прибуток виробників біопалива, що отриманий від його продажу;

– прибуток підприємств, отриманий ними від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та/або виробництва теплової енергії з використанням біологічних видів палива;

– прибуток виробників техніки, обладнання та устаткування (за переліком визначеним у ст. 7 Закону України «Про альтернативні види палива»), що використовуються для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів, які використовують біологічні види палива (у т.ч. енергетичні установки), а також прибуток одержаний від продажу зазначених об'єктів;

– прибуток підприємств, отриманий від видобування та використання метану вугільних родовищ (відповідно до Закону України «Про газ (метан) вугільних родовищ»);

– прибуток підприємств, що продають електричну енергію, вироблену з відновлюваних джерел енергії;

Упродовж 2014–2016 рр. відбулися зміни в законодавстві щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з ВДЕ, в тому числі:

– тариф для великих СЕС за останні три роки зменшився майже у 4 рази – з 0,55 євро/кВтг у 2014 р. до 0,15 євро/кВтг у 2017 р.;

– було скасовано вимогу щодо місцевої складової, а натомість введено надбавку до зеленого тарифу в розмірі 5 % та 10 % за використання обладнання українського виробництва у розмірі 30 % та 50 % від загальної вартості проекту, відповідно. Надбавка встановлюється до 2030 р., але не поширюється на об'єкти електроенергетики, введені в експлуатацію після 2025 р.

У зв'язку з продовженням строку дії тимчасових надзвичайних заходів на ринку електричної енергії України НКРЕКП тимчасово переглянула розміри «зелених» тарифів у бік зниження:

– у лютому 2017 р. «зелений» тариф був знижений на 10 % для більшості ВДЕ, та на 20 % – для наземних сонячних електростанцій, уведених в експлуатацію до 31 березня 2013 р. включно;

– у березні 2017 р. «зелений» тариф був знижений до 50 % для більшості ВДЕ, враховуючи вітроенергетику, та на 55 % – для наземних сонячних електростанцій, уведених в експлуатацію до 31.03.2013 р. включно.

Постановою НКРЕКП «Про затвердження величин питомої вартості нестандартного приєднання електроустановок до електричних мереж на 2017 р.» було підвищено вартість нестандартного приєднання потужностей до електромереж (від 160 кВт до 5 МВт) у 5–6 разів.

Як висновок, в Україні вже втілені певні схеми підтримки, спрямовані на стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел та енергоефективність. Але ці схеми доволі складні для розуміння і практичної реалізації, бо базуються на значній кількості законодавчих і підзаконних актів. Поєднавши цю проблему з доволі високим стартовим капіталом для впровадженні новітніх технологій отримуємо низький темп розвитку даного сектору національної енергетики.

Основним стимулюючим інструментом державної політики з розвитку ВДЕ є система «зелених тарифів», які затверджені з прив'язкою до Євро та гарантовані до 2030 р. Однак державні рішення щодо перегляду тарифів, відміни податкових пільг для ВДЕ, підвищення вартості приєднання до мереж та потенційне запровадження штрафів за небалансування мають істотний негативний вплив на інвестиційну привабливість галузі та доступність боргового фінансування.

5.4. Невизначеність торгівлі України з країнами Єврозони та СНД

Кошова Л.М.

Полтавська державна аграрна академія

На сучасному етапі суспільного розвитку нагальною є проблема врегулювання непорозумінь з країнами Європи при підписанні угоди ЗВТ. Вирішення поставленої проблеми і подальшого покращення економічних

стосунків з країнами Євросони можливо лише за умови взаємовигідної співпраці Українських виробників та постачальників з іноземними.

В умовах інтеграції України у світо господарську систему чільне місце посідає забезпечення населення країни продовольством за рахунок переважно внутрішніх джерел, поступове зменшення залежності від іноземних виробників, створення економічної безпеки як важливої складової національної безпеки. Враховуючи зазначене необхідно опрацювати економічні стратегії розвитку національного продовольчого ринку що вимагає узагальнення відповідних методологічних принципів з огляду на надбання як вітчизняної так і світової науки і практики, дослідження організаційно-економічних аспектів, і факторів впливу пов'язаних з маркетинговими процесами. Необхідно зазначити, що проблеми економічного стратегічного забезпечення формування та функціонування як національного так і зовнішнього продовольчого ринку високоякісної продукції ще не знайшли повного і комплексного висвітлення в економічній літературі.

Проблеми розвитку економічних відносин в контексті європейських процесів часто стає предметом публікацій у вітчизняних та міжнародних наукових збірниках і періодичних виданнях дані процеси висвітлені в роботах таких науковців як: Б.Г. Базилюка, В.І. Власова, А.В.Бойчака, Е.П. Голубкова, Дж.Р. Еванса, С.М. Ілляшенка, Ф. Котлера, М.Й. Маліка, П.М. Макаренка, В.М. Рабштини, О.М. Шпичака, С.П. Ярошенка та ін. За результатами їх досліджень виявлено деякі фактори які стримують і стримують розвиток продуктового ринку, що в свою чергу впливає на розвиток євроінтегаційних процесів.

Метою дослідження є обґрунтування забезпечувальних стратегій міжнародних економічних відносин України та проведення євро інтеграційних заходів при ефективному функціонуванні українського ринку.

Поступовий вихід з ситуації непорозуміння України з країнами Європи і не тільки, при підписанні угоди ЗВТ, де замість власного народу Україна годує західних консультантів через брак будь-якого глузду стосовно використання української землі де природний божий дар нації перетворився, на знищення аграрного сегмента країни а, за ним і всієї країни.

З точки зору світової економічної науки – це захоплення національної диференціальної ренти, що є чистим доходом землевласників або фермерів і орендарів, пов'язаним із використанням середніх та найкращих за родючістю і місцем розташування земель на світловому обмеженому земельному ринку.

До чого призводить монополізація аграрного виробництва, зокрема зернової галузі можна дізнатися щодо використання пшениці, кукурудзи і ячменю у середньому за 2011–2015 рр. в ряді розвинених країн і в Україні (табл. 1).

Втрачаючи від двох третин до половини зерна на внутрішні потреби, Канада, Франція, Німеччина і Польща спочатку роблять усе для

гарантування національної продовольчої безпеки і достатнього харчування власного населення м'ясними і молочними продуктами і лише після цього спрямовують продовольче і фуражне зерно на експорт. Німеччина навіть імпортує значний обсяг зерна для утримання 25 млн поголів'я свиней.

1. Динаміка виробництва, експорт і споживання основних продуктів у середньому за 2011–2015 рр.

Середньорічні обсяги, млн т	Країни				
	Канада	Франція	Німеччина	Польща	Україна
Пшениця					
Виробництво	26	38	24	9	20
Експорт	16	23	-	1	13
Частка експорту, %	62	61	-	11	65
Внутрішнє витрачання	10	15	24	8	1
Внутрішні витрати, %	38	39	100	89	35
Фуражне зерно (кукурудза і ячмінь)					
Виробництво	26	10,8	4,8	17	28
Експорт	10	3	-	2	15
Частка експорту, %	38	28	-	11	54
Внутрішнє витрачання	16	7,8	4,8	15	13
Внутрішні витрати, %	62	72	100	88	46
Споживання на одну особу населення за рік, кг					
М'яса і м'ясних продуктів	140	100	83	77	54
У т. ч. свинини	27	25	56	56	15
Молока і мол. продуктів у перерахунку на молоко	428	440	442	270	140
Дохід на душу населення, дол. США	42610	38530	45620	22790	8970

Джерело: дані [311]

Звільнивши сільських виробників від податків та використовуючи власну кормову базу, Польща домоглася того, що в країні тепер найнижчі ціни на харчові продукти в Європі. Це якраз і стало основою підвищення доходів поляків.

Українські монополісти говорять про те, що Україна виходить на провідні місця на світовому ринку пшениці, кукурудзи і соняшникової олії, не піклуючись про достатнє харчування свого населення. Насправді за рахунок експорту зерна, олії та сирого металу Україна виходить на перші місця у світі за кількістю мільярдів. Виторг який має країна від сировинного експорту сільськогосподарських і сировинних товарів видно з результатів зовнішньоекономічної діяльності (табл. 2).

За даними показниками видно, що Україна сліпо виконує [310] настанови зарубіжних консультантів і не зважаючи на рівень доходів народу планомірно розбудовується як сировинний придаток західних держав.

³¹¹ Одінцов М. Над прірвою у пшениці [Електронний ресурс] / М. Одінцов. – Режим доступу : <http://www.silskivisti.kiev.ua/19488/print.php?n=35732>

2. Динаміка виторгу України від експорту сільськогосподарських та промислових товарів, млн дол. США

Експортні товари	Роки			
	2010	2013	2015	2014, % до 2010
Всього від експорту товарів	51405,2	63320,7	38127,1	74,2
Продукти рослинного походження	3976,2	8875,9	7971,5	200,5
Жири та олії тваринного або рослинного походження	2617,3	3507,1	3299,8	126,1
Готові харчові продукти	2571,1	3571,7	2468,4	96,0
Живі тварини, продукти тваринного походження	771,4	1084,1	823,4	106,7
Разом товари аграрного виробництва	9931,0	17038,8	14563,1	146,6
% до всього експорту	19,3	26,9	38,2	197,9
Недорогоцінні метали та вироби з них	17319,3	17571,1	9370,7	
% до всього експорту	33,7	27,7	24,8	
Машини устаткування та механізми, електричне обладнання	5670,7	7974,5	3940,9	59,5
% до всього експорту	11,0	12,6	10,3	
Разом товари промисловості	22990,0	24545,6	13411,6	58,3
% до всього експорту	44,7	38,8	35,2	78,7

Джерело: дані [310]

Україною було підписано угоду з ЄС ЗТВ але про що можна говорити у монополізованій країні де середні доходи українців 8970\$ на рівні Шрі-Ланки та Монголії, у чотири – п'ять разів менше Німеччини і Франції та у два з половиною – три рази нижче доходів населення Польщі з доходом 22790 дол. США, Угорщини – 2280 дол. США, Словаччини – 26110 дол. США, Чехії – 26740 дол. США. Середньомісячна заробітна плата українця знизилась до 220 дол. США, тоді як у німців і французів вона перебуває на рівні 4100, казахів – 760, росіян – 490, грузинів – 470, білорусів – 450 дол. США.

Тотальне знищення агропромислового комплексу і всієї економіки України почалося з ухвалення у 1996 р. Закону ВР «Про захист від недобросовісної конкуренції» (07.06.1996 №236/96-ВР) [312], коли була вилучена стаття 12-та Закону ВР «Про захист економічної конкуренції» від 11.01.2001 р. [313], яка визначала, що монополюним визначається становище суб'єкта господарювання, частка якого на ринку певного товару перевищує 35 відсотків. Ліквідація на законодавчому рівні цієї складової досконального ринку відкрила шлях до без контрольованого панування монополій в Україні.

³¹² Про захист від недобросовісної конкуренції : Закон України від 07.06.1996 р. №236/96-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/236/96-вр>.

³¹³ Про захист економічної конкуренції : Закон України від 11.01.2001 р. №2210-III [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2210-14/>

Обмеження нормою 30–35 % монополій застосовують уже багато років усі розвинені держави. У практиці цих держав найпоширенішим засобом приборкання монополізму, відповідно до антимонопольного законодавства, є квотування виробництва і реалізації товару, оподаткування і ціноутворення на ринку. Одночасно цей метод є і основою індикативного (рекомендаційного) планування економіки. Зокрема у Франції де діє Генеральний комісаріат з планування при президенті, вже понад 50 років розробляються плани розвитку економіки за 5-річками.

Ефективною системою сучасного господарювання, що застосовується у європейських державах з 90-х рр. минулого століття, стала кластеризація виробництва. За визначенням професора Гарвардського університету, радника президента США Майкла Портера, кластер – це група географічно сусідніх взаємопов'язаних компаній (постачальників, виробників та ін.) і пов'язаних з ними організацій (освітніх закладів, органів державного управління, інфраструктурних компаній), що діють у певній сфері і доповнюють одне одного.

Стосовно аграрного сегмента економіки України це може звучати як добровільне самоврядне мережеве територіально-галузеве об'єднання самостійних виробників сільськогосподарської продукції, переробних підприємств, організацій інфраструктури, освіти, науки та органів влади з метою виробництва на інноваційній основі продуктів харчування населення і сировини для промисловості, досягнення високої конкурентоспроможності функціонування аграрного сектора економіки на національному і світовому ринках.

Кластери сприяють підвищенню конкурентоспроможності галузей економіки, територій, регіонів і в цілому країни. Одночасно кластеризація є дієвою системою боротьби з корупцією. Так Фінляндія за рахунок кластерів маючи всього 0,5 % світового лісового ресурсу, дає 10 % світового експорту дерево переробки і 25 % – паперу. На телекомунікаційному ринку Фінляндія забезпечує 30 % світового обладнання мобільного зв'язку і 40 % – мобільних телефонів. За рахунок кластеризації Данія на 658 % запанувала на світовому ринку бекону.

Для реалізації цілей і програм, які розробляються кластером, створюється керуючий орган, що може бути представлений у вигляді неурядової громадської організації, яка включає в себе представників усіх видів приватного бізнесу, науки і державних закладів. Саме з цієї позиції можна стверджувати, що досліджені організації цілком можна віднести до категорії кластерних. Крім того, їх можна розглядати як особливу форму ринкової централізації, яка покликана вирішувати низку проблем, пов'язаних із підвищенням ефективності суспільного виробництва та забезпечення міжнародної конкурентоспроможності національної економіки.

Досвід розвинених країн, де вже впроваджена кластеризація виробництва збільшилися доходи населення в кратне число разів, а

Україна не тільки не має законів які сприяють створенню та розвитку кластерів в різних галузях економіки, то у нас не створені навіть певні умови для започаткування створення сільськогосподарських кластерів. Українське законодавство не забороняє створення і функціонування асоціацій, спілок, союзів різних форм об'єднань виробників, подібних за функціями до закордонних кластерів, що проголошені Європейським кластерним меморандумом.

Тож, для виходу України з негараздів, що склалися на внутрішньому ринку, не говорячи за європейський де Україна отримала безвізовий режим, експорт продукції доволі таки проблематичний. У зв'язку з негараздами як у законодавчому плані так і у виробництві де іде певна не зібраність в організаційно-економічному плані, а держава не може знайти правильні форми господарювання в сільському господарстві, на яке Україна робить основну ставку, і де існує можливість створення сільськогосподарських кластерів на терені вітчизняних аграрних підприємств, фермерських, підсобних, кооперативних господарств, дана можливість дозволить вийти з негараздів і будувати сильну могутню економіку та бути повноправним членом не лише на Європейському просторі, а і в межах всього глобального економічного простору.

5.5. Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива

*Писаренко П.В., Курило В.Л., Кулик М.І.
Полтавська державна аграрна академія*

На даний час, у зв'язку з динамічним розвитком промисловості та збільшенням кількості населення, запаси природного палива на нашій планеті значною мірою виснажені. Тому виникає необхідність освоєння людством енергії відновлюваних джерел, насамперед, накопичуваної рослинами, тобто біоенергії (яку отримують з біомаси), та розробки і впровадження нових генерацій біопалива, що дасть можливість знівелювати біоенергетичні загрози продовольчій безпеці та створити нові можливості для їх взаємодії [314].

Біомаса – це не викопна біологічно відновлювальна речовина органічного походження у вигляді продуктів, відходів і залишків лісового та сільського господарства (рослинництва і тваринництва), рибного господарства та технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, що здатна до біологічного розкладу (рис. 1).

³¹⁴ Кардаш О.Л. Біоенергетичні загрози продовольчій безпеці / О.Л. Кардаш // Фін.-кредит. діяльн.: пробл. теорії та практики. – 2012. – Вип. 1, т. 1. – С. 307–311.

На даний час біомаса забезпечує близько 2 млрд т у. п. (умовного палива) на рік, або це 14 % загального споживання первинних енергоносіїв у світі. Виробництво енергії з відновлюваних джерел покривають близько 7% енергоспоживання країн ЄС, у тому числі біомаса близько 4% [318].

Біомаса відіграє домінуючу роль серед інших видів джерел енергії, формуючи значну частку ринку відновлюваних джерел енергії. Вона може забезпечувати виробництво тепла, електроенергії та різних видів газоподібного (біогаз), рідкого (біоетанол, дизельне біопаливо) та твердого палива (гранули, брикети).

Поряд із побічною продукцією рослинництва, біомаса багаторічних культур є найбільш придатною сировиною для виробництва твердих видів біопалива і є основою для отримання дешевої енергії в багатьох країнах світу. Рослини, що характеризуються багаторічним циклом життя, здатні накопичувати значну кількість фітомаси за рахунок інтенсивного росту та розвитку, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені. Такі культури називають «енергетичними» (рис. 3–4).



Рис. 3. Класифікація енергетичних культур

Окрім цього, енергетичні культури: є джерелом вуглець-нейтральної сировини; захищають ґрунт від різних видів ерозії; покращують біологічне різноманіття і мікроклімат; сприяють накопиченню органічної речовини та гумусу, а також розвитку ґрунтової фауни; слугують для фітореMediaції, мінімізують використання гербіцидів, пестицидів і мінеральних добрив; можуть використовуватися для зменшення забруднення води при очищенні стічних вод та звалищ і т.п. [319, 320].

³¹⁸ Кудря С. Тенденції розвитку відновлюваної енергетики [Електронний ресурс] / С. Кудря. – Режим доступу : <http://gntb.gov.ua/files/conf07/kudrya.pdf>.

³¹⁹ Гелетуша Г.Г. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні / Г.Г. Гелетуша, Т.А. Железна, О.В. Трибой. – Київ, 2014. – 33 с.

Енергетичні культури – трав'янисті рослини, чагарники, швидкозростаючі дерева, або інші види рослин, біомаса яких може використовуватися як сировина для виробництва біопалива (твердого, рідкого та газоподібного) [321].



Просо прутоподібне



Багаторічне сорго



Цукрове сорго



Міскантус гігантський



Міскантус цукроквітковий



Міскантус китайський

³²⁰ Кулик М.І. Агроекологічні особливості використання рослинної сировини для виробництва біопалива / М.І. Кулик, І.І. Рожко, А.М. Тупиця // Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Хімія, екологія та освіта» – Полтава, 2017. – С. 187-191.

³²¹ Кулик М.І. Фітоенергетичні культури : навч. посіб. / М.І. Кулик, О.В. Калініченко, М.А. Галицька, І.О. Янолоб. – Полтава, 2017. – 150 с.



Щавнат



Сіда багаторічна



Ріпак



Топіамбур



Стоколос безостий



Козлятник



Верба



Тополя



Арундо тростинний



Сильфій пронизанолистий

Сильфій суцільнолистий

Павловнія

Рис. 4. Енергетичні культури

Джерело: дані [322]

Найбільшим потенціалом енергетичних культур в Україні характеризуються Житомирська, Чернігівська, Київська, Луганська, Одеська, Запорізька, Херсонська області та Крим (рис. 5).

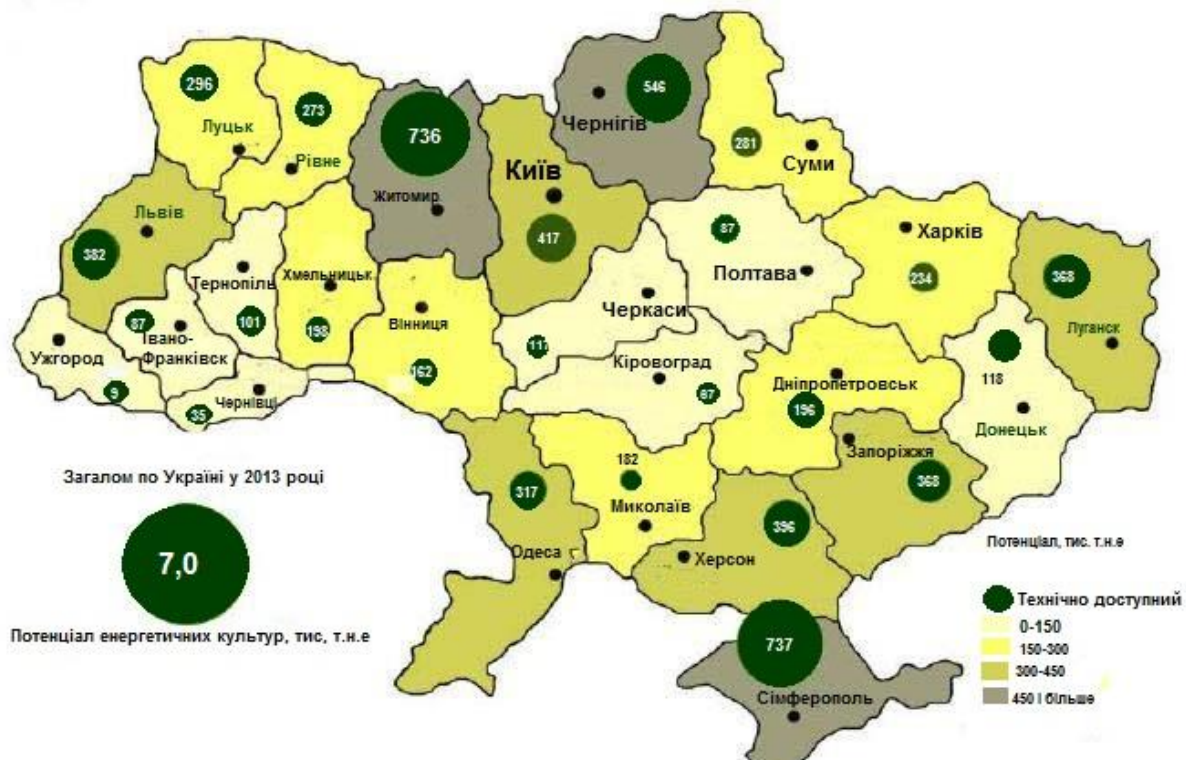


Рис. 5. Потенціал енергетичних культур в Україні

З-поміж енергетичних культур найбільш поширеними, вивченими за ботаніко-біологічними особливостями та елементами технології

³²² Кулик М.І. Енергетичні культури : альбом / М.І. Кулик. – Полтава, 2017. – 38 с.

вироснування в умовах України є представники родини Злакових та Вербових [323]. Наведемо коротку характеристику цих культур.

1. Просо прутоподібне – це теплолюбна, багаторічна рослина з родини злакових (Gramineae), яка формує потужну мичкувату кореневу систему, прямостоячі порожнисті стебла – різного кольору, які досягають до 3 м у висоту, формує суцвіття – волоть, розмножується насінням і поділом кореневищ. Урожайність – до 18 т/га сухої маси за енергоємності 18 МДж/кг.

2. Міскантус гігантський – це теплолюбна, багаторічна рослина з родини злакових (Gramineae), яка формує потужну мичкувату кореневу систему, має прямостоячі стебла, які досягають до 5 м у висоту, розмножується вегетативно (ризомами). Урожайність – 20–30 т/га сухої маси енергоємністю 18–19 МДж/кг.

3. Верба енергетична – рід дерев, кущів або напівкущів родини вербових (Salicaceae), що вирізняється швидким приростом біомаси, а також невибагливістю до родючості ґрунту та вимогливістю до вологості. Рослина багаторічна, розмножується вегетативно. Урожайність – до 30 т/га сухої маси енергоємністю 18–20 МДж/кг.

Узагальнення наукових публікацій щодо енергетичних культур в Україні дозволило провести їх порівняльну характеристику за періодом надходження сухої фітомаси, продуктивністю і виходом умовного палива (табл. 1) та встановити, що потенціал їх урожайності, поряд з ґрунтово-кліматичними умовами, залежить від агрохімічних властивостей ґрунту, способів обробітку його, застосовування добрив, біопрепаратів, сільськогосподарських машин і знарядь та інших факторів.

1. Порівняльна характеристика енергетичних культур

№ з/п	Культура	Період надходження сухої фітомаси	Урожайність умовно вологої фітомаси, т/га	Вихід умовного палива, т/га
1	Щавнат	червень-липень	70–100	10–20
2	Сіда багаторічна	серпень-вересень	80–120	15–21
3	Сильфій пронизанолистий	вересень-жовтень	80–130	15–20
4	Сорго багаторічне	вересень-жовтень	60–80	10–17
5	Свербіга східна	серпень-вересень	60–80	9–15
6	Козлятник східний	липень-серпень	70–80	10–12
7	Просо прутоподібне	лютий-березень	50–60	10–20
8	Міскантус гігантський	листопад-грудень	70–80	15–25
9	Верба енергетична	жовтень-листопад	30–40	15–25
10	Тополя енергетична	жовтень-листопад	30–40	15–25

Джерело: авторська розробка

Біопаливо – тверде, рідке та газове паливо, виготовлене з біологічно відновлювальної сировини (біомаси), яке може використовуватися як

³²³ Кулик М.І. Ботаніко-біологічна характеристика, особливості вирощування та використання енергетичних культур : довідник. – Частина перша: світчграс (просо лозоподібне) / М.І. Кулик. – Полтава, 2014. – 130 с.

паливо або компонент інших видів палива [315]. Класифікація біопалив наведена на рис. 6.

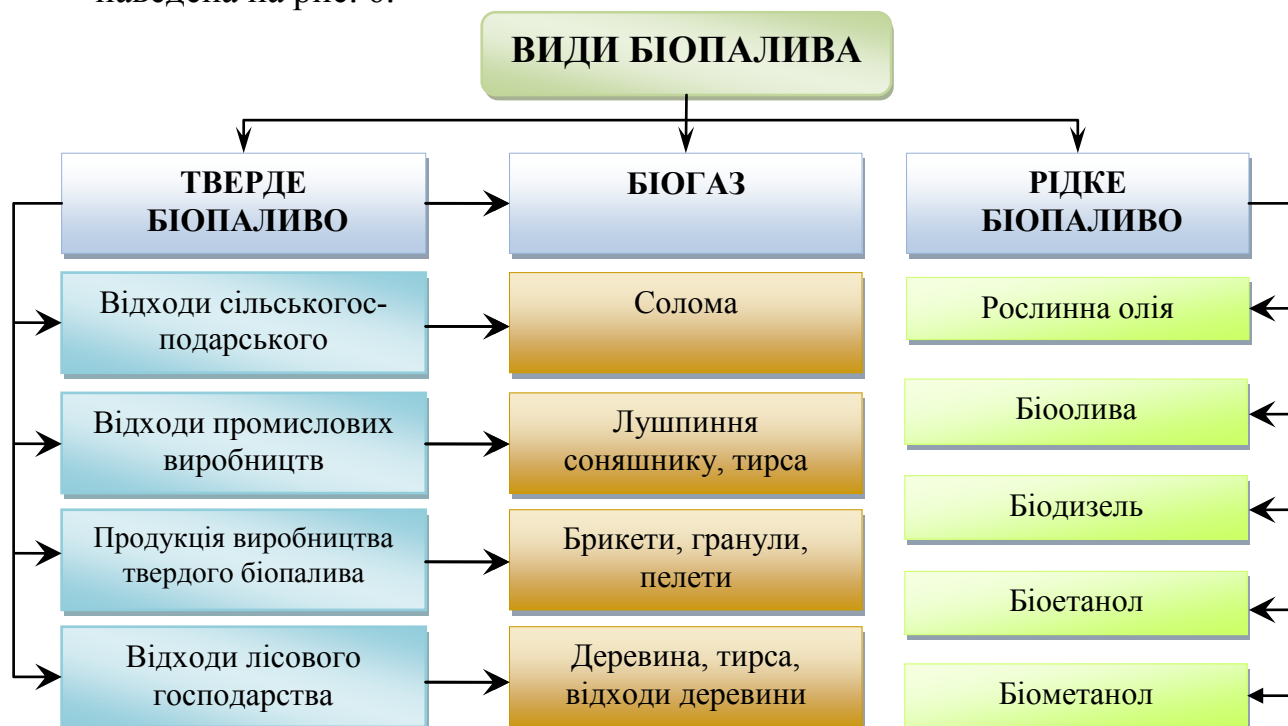


Рис. 6. Класифікація біопалив

Розрізняють: рідке біопаливо (етанол, метанол, біодизель), тверде біопаливо (дрова, брикети, паливні гранули, тріска, солома, лузга) і газоподібне (синтез-газ, біогаз, водень) [324].

Залежно від сировини, біопаливо відносять до першого, другого чи третього покоління (генерації), що отримують шляхом безпосередньої переробки сільськогосподарської продукції, використання залишків рослин, фітомаси енергетичних культур, або за рахунок культивування водоростей.

Першими почали використовувати традиційні сільськогосподарські культури з високим вмістом жирів, крохмалю, цукрів. Рослинні жири використовуються для виробництва дизельного біопалива, а крохмаль і цукор – для виробництва біоетанолу. Однак використання такої сировини для виробництва біопалива є нераціональним: крім витратного землекористування, призводить до виснаження ґрунтів, значних витрат на їх обробіток, застосування добрив і пестицидів, вилучення сировини із аграрного ринку, що має прямий вплив на ціну харчових продуктів.

Нехарчові (рослинні) рештки сільськогосподарських культур і деревина стали *другим поколінням* сировини для виробництва біопалива. Отримання такої сировини є менш затратним ніж використання сільськогосподарських культур з високим вмістом жирів, крохмалю, цукрів. Така сировина містить целюлозу і лігнін; вона придатна для безпосереднього спалювання (як це традиційно робили з дровами), газифікування (отримання горючих газів), та використання для піролізу.

³²⁴ Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та економічна безпека України : монографія / Г.М. Калетнік. – К. : Хай-Тек Прес, 2010. – 516 с.

Основні недоліки другого покоління сировини – використання високопродуктивних земельних ресурсів і відносно невисока віддача з одиниці площі.

Третє покоління – спеціально вирощені на малопродуктивних деградованих землях швидкоростучі енергетичні культури, які не потребують високопродуктивних земельних ресурсів, що використовуються для отримання продуктів харчування. Багаторічні енергетичні культури, порівняно із рослинними рештками польових культур мають більшу кількість біомаси на одиницю площі та високу швидкість відтворення.

Отже, висновки щодо доступного енергетичного потенціалу біомаси повинні ґрунтуватися на теоретичній оцінці, виходячи із статистичних даних за рівнем сільськогосподарського виробництва основної та побічної продукції рослинництва, лісистості регіону, кількості відходів деревини, наявності малопродуктивних земель і деградованих ґрунтів для вирощування на них енергетичних культур та з урахуванням загальної потужності виробників біопалива рослинного походження.

У зв'язку з вищевикладеним можна стверджувати, що наша країна має високий потенціал агробіомаси рослинництва та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також значні можливості стабільного отримання фітомаси енергетичних культур для виробництва різних видів біопалива. Поряд з цим, вирощування енергетичних культур на малопродуктивних землях забезпечить: поліпшення екології довкілля, збереження і відтворення родючості ґрунтів; отримання якісного та енергоємного біопалива; створення нових робочих місць в сільській місцевості; фермерам, задіяним у даній галузі – отримання додаткового прибутку; економію коштів на закупівлю енергоносіїв; підвищення соціального добробуту місцевого населення; більш ефективний, сталий економічний розвиток областей та України в цілому.

5.6. Агроекологічні та селекційні основи використання конопель як біоенергетичної культури

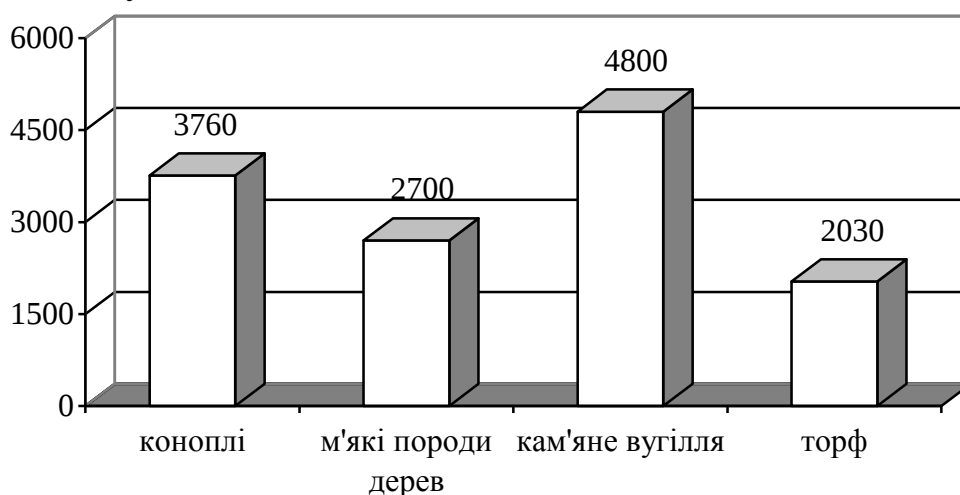
Мищенко С.В.

Інститут луб'яних культур НААН

Важливими умовами раціонального природокористування є оптимізація структури земельних угідь (відношення екологічно нестабільних площ до стабільних сільськогосподарських територій), впровадження раціональних систем сівозмін, обробітку ґрунту, екологічно безпечного удобрення, проведення заходів щодо захисту ґрунтів від ерозії при постійному екологічному моніторингу технологій вирощування різних культур і стану довкілля, використання доступного потенціалу рослинних решток та біомаси сільськогосподарських культур

як альтернативних відновлювальних джерел енергії тощо.

У зв'язку з глобальною енергетичною кризою перспективним став напрям використання біомаси конопель як енергетичної сировини, оскільки за теплотворною здатністю солома конопель дещо поступається кам'яному вугіллю, але перевищує аналогічні показники для м'яких порід дерев і торфу (рис. 1). Використання стебел конопель на енергетичні цілі є перспективним напрямом ще й тому, що існує можливість використовувати на паливо як усе стебло, так і його окремі складові, які утворюються у процесі їх переробки [325], чи рослинні рештки, що залишаються після збирання насінневих посівів. Останнім часом у світі дискутується питання про заміну целюлози, одержаної з деревини лісових порід, на конопляну. Це є економічно обґрунтованим, адже 1 га лісу в Україні дає річний приріст деревини в залежності від породи та погодних умов 2,0–2,4 т, тоді як окремі сорти конопель мають урожайність сухих стебел вище 14 т [325].



**Рис. 1. Енергетичні показники різних видів палива:
теплотворна здатність, ккал/кг**

Джерело: дані [325]

Коноплі здатні накопичувати загальну біомасу до 20 т і більше, яка може бути використаною для виробництва енергії у таких напрямках:

- спалювання для обігрівання приміщень чи вироблення електричної енергії;
- виробництво з біомаси синтетичного газу, що має вміст енергії біля 40% від дизельного пального і може бути використаним для вироблення тепла або електричної енергії;
- отримання з олії конопель дизельного пального;
- виробництво гідролізного (ферментного) спирту з целюлози;
- отримання біогазу (під час анаеробних процесів виділяється метан, який використовують для вироблення тепла і електроенергії) та збагаченого Нітрогеном органічного добрива [325].

³²⁵ Голобородько П.А. Сучасне використання конопель / П.А. Голобородько, В.М. Кабанець // Коноплі / [Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін.]; за ред. М.Д. Мигалія, В.М. Кабанця. – Суми : Еллада, 2011. – С. 8–14.

Агроекологічні аспекти культивування конопель посівних (виключно селекційних сортів з відсутністю психотропних властивостей) на енергетичні цілі і в умовах раціонального природокористування наступні:

1) коноплі є добрим попередником для інших культур у сівоzmінах і зменшують забур'яненість полів;

2) мають високу ґрунтозахисну здатність від водної ерозії;

3) придатні для вирощування на радіоактивно забруднених землях;

4) знадні формувати високу біомасу за умови високої родючості ґрунтів і/або внесення значної кількості добрив (при дотриманні відповідної технології вирощування, зокрема обробітку ґрунту, норми висіву насіння, догляду за посівами тощо).

Саме раціональна система сівоzmін є непорушною основою стабільності землеробства, бо вони позитивно впливають на всі важливі ґрунтові режими, насамперед поживний і водний, а також на повітряний і тепловий, сприяють активній детоксикації шкідливих речовин, охоплюючи, таким чином, усю різноманітність умов розвитку складних агробіоценозів, найважливішими складниками яких є рослини [326, 327]. Наукові принципи побудови сівоzmін передбачають правильний підбір попередників і оптимальне поєднання культур з дотриманням допустимої періодичності їхнього повернення на одне й те саме поле. За такої побудови сівоzmіни максимально виконують основну біологічну функцію – фітосанітарну, коли забезпечують її оптимальні параметри і виключають зайве застосування хімічних засобів захисту. Правильно побудована сівоzmіна дає змогу змінити екологічні умови для росту і розвитку бур'янів, унаслідок чого обмежити набуті ними в процесі еволюції адаптації до агрофітоценозів окремих культур [326, 327].

У конопель відсутня несумісність з іншими сільськогосподарськими культурами, майже немає спільних шкідників та хвороб, тому вони можуть входити до будь-яких сівоzmін, урізноманітнювати їх. Крім того, вони є добрим попередником для багатьох культур в ланках сівоzmін, оскільки поліпшують структуру ґрунту, не знижують вміст гумусу і значно зменшують забур'яненість полів – під пологом густого стеблостою до кінця вегетаційного періоду бур'яни гинуть. Вирощування конопель у монокультурі при достатній забезпеченості елементами живлення не приводить до виснаження ґрунтів чи спалаху шкідників і хвороб.

Практичні заходи щодо захисту ґрунтів від ерозії полягають у зменшенні або ж повному припиненні поверхневого стоку збільшенням водопроникності ґрунтів, створенням штучного мікрорельєфу, поліпшенням структурного стану, безпечним відведенням стікаючих

³²⁶ Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол. : М.В. Зубець (голова) та ін. – К. : Аграрна наука, 2010. – 980 с.

³²⁷ Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол. : М.В. Зубець (голова) та ін. – К. : Аграрна наука, 2010. – 986 с.

вод, зменшенням концентрації водних потоків та їхньої швидкості, захистом поверхні ґрунтів від руйнівної енергії крапель дощу [326].

Важливим організаційно-господарським заходом з охорони ґрунтів від водної ерозії є раціональне розміщення сівозмін різних типів. У свою чергу підбір сільськогосподарських культур для вирощування в тих чи інших умовах ерозійної небезпеки здійснюється на основі інформації про ґрунтозахисну здатність тієї чи іншої культури. Так, коноплі мають ґрунтозахисну здатність 50, 46 і 41 % за крутизни схилу 3, 6 і 9° відповідно, яка знаходиться приблизно на одному рівні зі стернею озимих культур, ячменем, просом і вівсом, поступаючись лише багаторічним травам і озимим зерновим [326], тобто включення конопель у сівозміни досить позитивно сприяє охороні ґрунтів і від водної ерозії.

Обґрунтовано доцільність вирощування конопель на радіоактивно забруднених ґрунтах як один з методів відновлення забруднених радіонуклідами територій і з точки зору можливостей їх раціонального сільськогосподарського використання. Винесення радіоактивного забруднення при вирощуванні даної культури незначне. Незначні рівні забруднення рослин конопель обумовлюють невеликі рівні радіоактивного забруднення у повітрі та на поверхні машин в процесі збирання урожаю [328]. Коефіцієнт накопичення радіонуклідів у рослинах обернено пропорційний величині повної біомаси рослин, тобто на радіоактивно забруднених територіях з метою їх реабілітації доцільно вирощувати культури із малим співвідношенням біомаси кореневої системи до повної біомаси рослин [328]. Саме до них і належать коноплі.

Коноплі дуже вимогливі до наявності в ґрунті елементів живлення. При урожаї волокна 1 т/га коноплі виносять з ґрунту близько 150–180 N, 30–40 P і 100–200 кг K. Отримати високі урожаї біомаси без використання добрив практично неможливо [329].

На ґрунтах середньої окультуреності, що систематично удобрюються, слід вносити не більше 20 т/га гною, на вилужених і сірих лісових ґрунтах – 30–40 т/га, на чорноземах півдня України – 10–20 т/га. Кращим є осіннє внесення гною, а внесення під попередник за ефективністю майже не поступається прямій дії [329].

Оптимальними дозами неорганічних добрив після картоплі є $N_{90}P_{60}K_{60}$, озимої пшениці і буряка – $N_{120}P_{90}K_{90}$, конопель – $N_{1200}P_{90}K_{90}$. Ефективність добрив у залежності від їх форми і строків внесення значно змінюється, що доцільно враховувати в агрономічній практиці. Кращі результати мають місце при внесенні фосфорних та калійних добрив восени під зяблеву оранку, а азотні весною під передпосівну культивуацію [329].

Сумісне застосування органічних і неорганічних добрив найбільш

³²⁸ Протас Н.М. Моделирование миграции микроэлементов в системе грунт-растения : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Н.М. Протас. – К., 2004. – 20 с.

³²⁹ Технологія вирощування конопель / П.А. Голобородько, К.Я. Коротя, В.П. Ситник [та ін.] // Коноплі / [Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін.] ; за ред. М.Д. Мигалія, В.М. Кабанця. – Суми : Еллада, 2011. – С. 172–215.

повно задовольняє потреби кореневого живлення конопель протягом всього вегетаційного періоду. За умови вирощування конопель у монокультурі ефективним є сумісне застосування невисоких доз органічних і неорганічних добрив ($N_{60}P_{45}K_{45}$, + гній 20 т/га) [329]. Також одним із важливих факторів формування високих урожаїв конопель є внесення мікроелементів.

Селекційні умови використання конопель посівних на енергетичні цілі включають:

1) створення перспективного вихідного матеріалу та сортів з високим урожаєм стебел та загальної біомаси;

2) розробку методів селекції на підвищення біоенергетичної цінності.

Слід зауважити, що збільшення біомаси рослин конопель та розширення генетичного потенціалу існуючих сортів за даною ознакою – досить перспективні напрями сучасної селекції. Урожай повітряно-сухих стебел сортів української селекції ЮСО 14, ЮСО 31, Глухівські 33, Глухівський 46, Глера, Золотоніські ЮСО 11, Золотоніські 15 становить 8–11 т/га, насіння – 0,8–1,4 т/га (табл. 1) [330]. Крім того, дані сорти характеризуються високим вмістом в стеблах цінного волокна, що підвищує рентабельність їх вирощування. У цілому, найбільш перспективними у досліджуваному аспекті є сорти Глухівські 51 і Глухівський 46, потенційні можливості урожаю стебел останнього перевищують 14 т/га (біомаса всієї надземної частини буде ще більша) [331, 332].

1. Продуктивність сортів однодомних конопель (2001–2003 рр.)

Сорт	Урожай т/га	
	стебел	насіння
ЮСО 14	8–9	0,8–1,2
ЮСО 31	8–9	0,8–1,2
Глухівські 33	9–10	0,8–1,0
Глухівський 46	10–11	0,9–1,2
Глера	9–10	0,9–1,4
Золотоніські ЮСО 11	9–10	0,8–1,0
Золотоніські 15	9–11	0,8–1,0

Джерело: дані [330]

Ефективними селекційними методами і прийомами підвищення біомаси рослин конопель є наступні:

– добір за прямими ознаками як у своєму класичному вияві, так і у поєднанні з додатковими прийомами: попередньою оцінкою генотипів сімей за вмістом волокна при площі живлення рослин 15 x 5 см,

³³⁰ Селекція / В.Г. Вировець, І.М. Лайко, М.М. Орлов [та ін.] // Коноплі / [Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін.] ; за ред. М.Д. Мигалю, В.М. Кабанця. – Суми : Еллада, 2011. – С. 78–132.

³³¹ Перспективи селекції на підвищення біомаси рослин конопель / І.М. Лайко, С.В. Міщенко, Г.І. Кириченко [та ін.] // Нові наукові дослідження в селекції, технології вирощування та переробки технічних культур : наук.-практ. конф. молодих вчених, 8–10 грудн. 2010 р. – Суми, 2011. – С. 3–8.

³³² Нове в прийомах розширення генетичного потенціалу конопель енергетичного напрямку використання / І.М. Лайко, В.Г. Вировець, Г.І. Кириченко [та ін.] // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків – К., 2013. – Вип. 19. – С. 79–82.

удосконаленим анатомічним аналізом товщини шару залягання первинного і вторинного волокна на поперечному зрізі стебла індивідуальних рослин до початку цвітіння [331, 332];

– сортолінійна, лінійносортова і міжлінійна гібридизація різних еколого-географічних типів конопель [333] за розробленою принциповою селекційною схемою і методикою.

Зупинимось детальніше на другому методі і опишемо потенційні можливості гібридів на прикладі 12 варіантів реципрокних схрещувань сортів і самозапилених ліній конопель Глухівські 58 і Глесія (в межах середньоросійського), Глесія і Золотоніські 15 (в межах середньоросійського і південного еколого-географічного типу) в аспекті їх придатності для створення сортів з підвищеним урожаєм біомаси.

На достовірному рівні обидва вихідні сорти Глухівські 58 і Глесія за ознакою загальної довжини стебла перевищують створені на їх основі міжлінійні гібриди I_3-I_6 Глухівські 58 / I_3-I_4 Глесія та I_3-I_4 Глесія / I_3-I_6 Глухівські 58, у яких вона становить 242,5 і 239,6 см відповідно. За діаметром стебла суттєвої різниці не було встановлено. Найвищі показники маси стебла (18,08 г) виявлено у гібрида I_3-I_4 Глесія / I_3-I_6 Глухівські 58 (достовірний рівень).

У кожного типу гібридів – сортолінійному, лінійносортовому, міжлінійному, отриманому в межах середньоросійського еколого-географічного типу, – завжди є окремі сім'ї (потомства однієї гібридної рослини), які характеризуються чітко вираженим гетерозисним ефектом, різко збільшеними показниками цінних господарських ознак. Так, загальна довжина стебла може сягати значення 288,8 см, діаметр стебла – 11,20 мм і маса стебла – 23,88 г, що значно вище вихідних сортів. Звідси випливає досить важливий висновок про необхідність проведення добору в гібридних потомствах. Тільки за вищезазначеної умови використання самозапилених ліній для створення гібридного селекційного матеріалу буде ефективним, а рівень вираження закріпленої і стабілізованої таким чином певної ознаки чи групи ознак буде наявним протягом багатьох генерацій. Позитивно, що в результаті схрещування самозапилених ліній між собою і з сучасними сортами у потомстві отримуємо досить однорідне потомство за ступенем мінливості даних ознак.

При гібридизації віддалених еколого-географічних типів – середньоросійського і південного – спостерігали вищі показники продуктивності селекційних ознак, порівняно з результатами схрещування в межах одного типу. Так, за загальною довжиною і діаметром стебла усі досліджувані варіанти, крім Глесія / I_5-I_6 Золотоніські 15, на достовірному рівні перевищували вихідні сорти з найвищим значенням ознаки 252,1 см у гібрида I_3-I_4 Глесія /

³³³ Міщенко С.В. Рівень прояву та успадкування селекційних ознак у сортолінійних, лінійносортових і міжлінійних гібридів F_1 різних еколого-географічних типів / С.В. Міщенко // Селекція і насінництво : міжвідомч. тематичн. наук. зб. – Х., 2016. – Вип. 109. – С. 101–110.

Золотоніські 15 і 10,38 мм у І₃–І₆ Золотоніські 15 / І₃–І₄ Глесія відповідно. За масою стебла наявне достовірне перевищення за середніми значеннями було у 2-х варіантів гібридів.

При віддаленій гібридизації також утворюється досить велика група сімей з різко вираженим гетерозисним ефектом. Коливання загальної довжини у межах окремих сімей може досягати 290,1 см, діаметр стебла – 11,88 см, а маса стебла – 30,40 г (вдвічі більше за вихідні сорти).

Основні селекційні ознаки успадковуються у різних варіантів гібридів від від'ємного наддомінування до наддомінування, причому наддомінування превалює у всіх випадках.

За загальною довжиною від'ємне наддомінування наявне у 1-го варіанту (hr = –3,51), часткове і неповне домінування – у 3-х варіантів (hr від 0,26 до 0,60), наддомінування – у 8-ми варіантів (hr від 1,61 до 17,90). Діаметр стебла успадковується по типу від'ємного наддомінування (hr = –3,95) у 1-го гібриду, від'ємного неповного домінування (hr = –0,55) у 1-го гібриду, часткового домінування (hr = 0,30) і неповного (hr = 0,54) у 1-го гібриду і, нарешті, по типу наддомінування – у 8-ми гібридів (hr від 1,37 до 32,03). За ознакою високої маси стебла спостерігали від'ємне наддомінування, від'ємне часткове, напівдомінування, неповне домінування і у 8-ми варіантів – наддомінування (hr становив від 1,64 до 9,98) (табл. 2).

2. Коефіцієнти домінування (hr) селекційних ознак у сортолінійних, лінійносортових і міжлінійних гібридів F₁ (середнє, 2013–2015 рр.)

Гібриди	Ознаки		
	загальна довжина, см	діаметр стебла, мм	маса стебла, г
Глесія / І ₅ –І ₆ Глухівські 58	–3,51	–3,95	–1,36
І ₅ –І ₆ Глухівські 58 / Глесія	2,36	32,03	5,75
Глухівські 58 / І ₃ –І ₄ Глесія	0,60	–0,55	–0,36
І ₃ –І ₄ Глесія / Глухівські 58	1,61	0,54	1,64
І ₃ –І ₆ Глухівські 58 / І ₃ –І ₄ Глесія	2,57	7,77	2,45
І ₃ –І ₄ Глесія / І ₃ –І ₆ Глухівські 58	9,67	7,51	3,42
Глесія / І ₅ –І ₆ Золотоніські 15	1,98	0,30	0,50
І ₅ –І ₆ Золотоніські 15 / Глесія	0,26	1,37	0,70
Золотоніські 15 / І ₃ –І ₄ Глесія	12,52	4,12	2,00
І ₃ –І ₄ Глесія / Золотоніські 15	17,90	2,98	9,98
І ₃ –І ₆ Золотоніські 15 / І ₃ –І ₄ Глесія	3,11	3,03	2,09
І ₃ –І ₄ Глесія / І ₃ –І ₆ Золотоніські 15	0,44	1,41	2,33

Джерело: дані [333]

У межах різних гібридних сімей певного варіанту схрещування тип успадкування селекційних ознак може бути як стабільним (постійним), так і протилежно відрізнятися. Виключно важливе значення для селекції має наявність явища наддомінування досліджуваних ознак у окремих сімей майже всіх варіантів гібридів (за невеликим виключенням), інколи такий тип успадкування проявився у 100% випадків.

Отже, доведено можливість створення гібридів конопель на основі використання самозапилених ліній з наявністю гетерозисного ефекту (у т. ч. за ознаками, що детермінують високий урожай біомаси, – загальною довжиною, діаметром і масою стебла) при одночасній відсутності канабіноїдів і стабільній однодомності для урізноманітнення вихідного селекційного матеріалу, розширення його генетичної основи. Серед схрещувань в межах середньоросійського еколого-географічного типу найбільшу цінність мають міжлінійні гібриди, а в межах середньоросійського і південного – сортолінійні і лінійносортові. При гібридизації віддалених генотипів доцільно використовувати сорт середньоросійського еколого-географічного типу, а самозапилену лінію – південного типу [333].

У наших дослідженнях потенційні можливості елітних рослин створених сортів Артеміда (батьківські форми – сорт Глесія і самозапилена лінія сорту Золотоніські 15) і Гармонія (батьківські форми – самозапилена лінія сорту Золотоніські 15 і сорт Глесія) з точки зору використання їх як сортів з підвищеною біомасою (урожайністю стебел) досить значні (табл. 3), зважаючи на абсолютні значення ознак і різницю між Мах і Мін, високі коефіцієнти варіації ознак маси стебла при стабільності висоти рослин, діаметру стебла і урожаю стебел у розсаднику оцінки на рівні 11,59 і 13,52 т/га.

3. Мінливість ознак висоти, діаметру та маси стебла у елітних рослин сортів конопель Артеміда і Гармонія (2015–2016 рр.)

Статистичний показник	Артеміда			Гармонія		
	Висота рослин, см	Діаметр стебла, мм	Маса стебла, г	Висота рослин, см	Діаметр стебла, мм	Маса стебла, г
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	293,6 ± 3,16	14,92 ± 0,254	69,13 ± 2,196	256,0 ± 2,30	14,28 ± 0,194	58,36 ± 1,740
V, %	9,3	15,0	22,4	8,0	12,7	27,2
Min–Max	220–365	9,7–40,3	26,7–148,3	175–345	8,7–26,0	30,2–133,4

Джерело: авторська розробка

Створення сортів конопель з високими показниками біомаси надземної частини рослин – передумова і перспектива їх використання як біоенергетичної культури, а, власне, включення конопель у сівозміни з подальшою переробкою – приклад ефективності раціонального використання ресурсів в умовах екологічно обґрунтованого природокористування.

5.7. Регламентация екодизайну як проблема сучасного адміністративно-державного менеджменту

Мирна О. В.

Полтавська державна аграрна академія

Екодизайн є політичним інструментом, який сприяє усуненню з ринку товарів з найгіршими енергетичними та екологічними характеристиками. Він встановлює мінімальні енергетичні та екологічні параметри, що потрібно застосовувати до всієї продукції конкретної категорії і захищати людей і навколишнє середовище. Відповідно до вимог екодизайну забороняється розміщувати на ринку неефективне обладнання (холодильники, пральні машини, кондиціонери, комп'ютери, лампи, телевізори тощо) з високим рівнем споживання енергії, в результаті чого формується простір енергозбереження та захисту навколишнього середовища.

Аналізуючи динаміку зміни енергоємності ВВП за період 2010–2014 рр. як у глобальному вимірі (загальносвітовий рівень), так і в низці країн світу, можна визначити позитивний тренд щодо суттєвого зменшення цього показника енергоефективності (табл. 1).

1. Динаміка енергоємності ВВП, кн. н.е./дол. США 2005 р. (ПКС*)

Країни	Роки					Відхилення	
	2010	2011	2012	2013	2014	2014 р. від 2010 р.	від світового рівня 2014 р.
Канада	0,204	0,200	0,195	0,191	0,186	-0,018	0,030
Німеччина	0,120	0,110	0,110	0,112	0,106	-0,014	-0,050
Польща	0,152	0,146	0,139	0,137	0,129	-0,023	-0,027
Росія	0,348	0,351	0,347	0,340	0,340	-0,008	0,184
Туреччина	0,115	0,113	0,115	0,109	0,111	-0,004	-0,045
Україна	0,413	0,374	0,362	0,339	0,320	-0,093	0,164
Японія	0,126	0,117	0,113	0,111	0,107	-0,019	-0,049
Світ	0,168	0,164	0,162	0,160	0,156	-0,012	x

* - паритет купівельної спроможності

Джерело: розраховано автором за даними [334]

Незважаючи на значні позитивні зрушення в засобах та ефективності використання енергетичних ресурсів людством, чинні моделі енергоспоживання ведуть нас до нестійкого майбутнього. Передусім такі тенденції позначаються на збільшенні загального споживання паливно-енергетичних ресурсів та споживання традиційних енергоресурсів (нафти, вугілля, природного газу). У 2015 р. Україна виробила в цілому 163 млрд кВт/год. валової електроенергії, що на 11 % менше, ніж у 2014 році. П'ятнадцять ядерних реакторів виробили понад 50 % загального обсягу електропостачання у 2015 р., подібна ситуація спостерігається і в 2016–2017 роках. Викопні види палива, насамперед вугілля і природний газ,

³³⁴ Законодавче та нормативно-правове стимулювання підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у провідних зарубіжних країнах / Відділ інформаційно-аналітичного забезпечення зарубіжною інформацією ВП НТЦЕ ДП «НЕК «Укренерго» – К. : [б. в.], 2016. – 84 с., с. 75

традиційно складають значну частку виробництва електроенергії, тоді як використання відновлюваних та інших джерел енергоресурсів для виробництва електроенергії залишається незначним. Таким чином, завдання суттєвого зниження рівня енергоємності ВВП залишається вкрай актуальним для всіх без винятку країн світу.

Угодою про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (далі Угода про асоціацію) визначено зобов'язання України щодо імплементації актів законодавства ЄС стосовно екодизайну. Встановлення вимог з екодизайну до енергоспоживчих продуктів дозволить зменшити споживання енергії та інших ресурсів при проектуванні, виготовленні, використанні та утилізації продуктів, а також не допустить введення в обіг на території України не енергоефективного обладнання [335]. Державну політику у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів і відновлюваних джерел енергії реалізує орган центральної виконавчої влади – Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження (Держенергоефективності), яке відіграє основну роль у розробленні національної політики та законодавства у сфері енергоефективності, проте до його компетенції не входить ринковий нагляд.

Нормативно-правова база України в сфері екодизайну поступово вдосконалюється. Національний план дій з енергоефективності України до 2020 р. (НПДЕЕ) передбачає «встановлення мінімальних вимог до енергоспоживчих продуктів (обладнання)». Законом «Про енергозбереження» № 74/94-ВР від 1 липня 1994 р. вводиться поняття «енергоефективні продукція, технологія, обладнання» та серед основних принципів державної політики у сфері енергозбереження передбачається «запровадження системи енергетичного маркування електрообладнання побутового призначення». В українське законодавство були перенесені Директива щодо енергетичного маркування 2010/30/ЄС та чотири Делегованих Регламентів Комісії (ДРК). Два заходи з екодизайну для етапу, що передує імплементації, (стосовно холодильників та котлів) були прийняті у 2008 р. і на сьогодні втратили чинність. Перенесення Директиви з екодизайну та ДРК є вимогами, що передбачені Угодою про асоціацію між Україною та ЄС, а саме, главами «Співробітництво у сфері енергетики» та «Усунення технічних бар'єрів у торгівлі». У Стратегії розвитку системи технічного регулювання до 2020 року та Плані дій до неї надається перелік нормативно-правових актів ЄС, які Україна має перенести в своє законодавство, серед них і Директива з екодизайну, і 23 регламенти Комісії щодо конкретних груп продуктів [336, с. 7].

³³⁵ Технічні регламенти щодо встановлення вимог з екодизайну [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. – Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/business/tehnichne-reguluvannya/pryznachenuya-organiv> (Дата звернення 22.10.17) – Назва з екрану.

³³⁶ Лутц В.Ф. ЄБРР Україна FINTECC: Завдання 1 – Аналіз політики та надання рекомендацій. Заключний звіт. Номер робіт FC766rev/ECCC-2016-02-01F / В.Ф. Лутц, Т. Лок, А. Чернявський, С. Береславський / Перевірено М. Еллінгтон. – Лондон : ICF Consulting Ltd, 20 червня 2016 року. – 84 с.

У Стратегії розвитку системи технічного регулювання до 2020 року (далі Стратегія) [337] міститься вичерпний перелік нормативно-правових актів, який включає Директиву ЄС з екодизайну та 22 імплементуючих її заходи, що мають бути транспоновані в українське законодавство, за винятком 5 додаткових імплементуючих заходів, які були опубліковані у ЄС вже після прийняття Стратегії в Україні. Таким чином, Стратегія є базовим документом процесу транспонування регламентів ЄС з екодизайну в Україні. Реалізація Стратегії розвитку системи технічного регулювання на період до 2020 року передбачає отримати такі результати позитивного впливу на економічне і екологічне середовища держави:

- забезпечення вітчизняного ринку від небезпечної та неякісної продукції;
- підвищення рівня конкурентоспроможності української продукції та сприяння інноваційному розвитку;
- високий рівень безпечності продукції та посилення захисту інтересів споживачів у результаті здійснення ефективного державного ринкового нагляду;
- доступ на ринок ЄС для українських виробників на тих самих умовах, що і для виробників держав-членів ЄС;
- створення сприятливого регуляторного та ділового середовища, де будуть відсутні надмірні та дублюючі вимоги, а інвестор матиме справу із регуляторними підходами та вимогами, що застосовуються в ЄС;
- створення нових та збереження існуючих робочих місць.

Згідно Угоди про асоціацію між Україною та ЄС [338] до листопада 2017 р. Україна має перенести до національного законодавства Рамкову директиву ЄС і 8 окремих регламентів з екодизайну, також транспонування певних регламентів з екодизайну є однією з вимог відповідно до «Поглибленої та всеосяжної зони вільної торгівлі ЄС». Станом на жовтень 2015 р. Україна впровадила вимоги енергетичного маркування для холодильників, пральних машин, ламп спрямованого світла, посудомийних машин.

На сьогодні в ЄС існує 27 ДРК з екодизайну. Зокрема, для проекту FINTECC за критеріями: включення регламенту з екодизайну до Постанови № 844 «Про схвалення Стратегії розвитку системи технічного регулювання на період до 2020 року»; попередня діяльність Держенергоефективності, яка вже проводиться, з транспонування та прийняття регламентів з екодизайну; визначення цільового ринку для групи продуктів (наприклад, промисловий або споживчий), було обрано шість пріоритетних регламентів Комісії та були обрані такі групи

³³⁷ Про схвалення Стратегії розвитку системи технічного регулювання на період до 2020 року [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України; Розпорядження, Стратегія, План [...] від 19.08.2015 № 844-р / Офіційний сайт ВРУ. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/844-2015-%D1%80>.

³³⁸ Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс] : Україна, Європейський Союз, Євратом [...]; Угода, Список, Міжнародний документ від 27.06.2014 // Офіційний сайт ВРУ – Режим доступу : http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/984_011.

продуктів: електродвигуни, промислові вентилятори, освітлювані прилади (третинне освітлення / лампи неспрямованого випромінювання / лампи спрямованого випромінювання), силові трансформатори, циркуляційні насоси та водяні насоси (табл. 2).

2. Регламенти ЄС щодо вимог до екодизайну

Зміст основних положень регламенту	Об'єкт регуляції
1	2
<i>Регламент Комісії (ЄС) №548/2014 щодо екодизайну трансформаторів</i>	
Мінімальні стандарти енергоефективності Вимоги до інформації про продукцію Вимоги до технічної документації Вимоги до методів вимірювання та розрахунків Вимоги до процедури верифікації Випробування одного зразку кожної моделі Перевірка технічної документації	Середні силові трансформатори (<3 150 кВА) і встановлює вимоги до максимальних втрат у режимі навантаження і у режимі холостого ходу для трансформаторів номінальною потужністю від 25 кВА до 3150 кВА Середні та великі силові трансформатори (>3 150 кВА) і встановлює мінімальне значення пікового КПД, %, для трансформаторів номінальною потужністю від 3 150 кВА до 100 000 кВА
<i>Регламент Комісії (ЄС) №327/2011 щодо екодизайну вентиляторів</i>	
Мінімальні стандарти енергоефективності Вимоги до інформації про продукцію Вимоги до технічної документації (оцінки відповідності) Вимоги до методів вимірювання та розрахунків Вимоги до процедури верифікації Вимоги до випробування одного зразку кожної моделі Орієнтовні критерії для порівняння за визначеною найкращою технологією, доступною на ринку	Типи вентиляторів: осьовий, відцентровий (3 типи), перехресного потоку, змішаного потоку
<i>Регламент Комісії (ЄС) №640/2009 щодо вимог до екодизайну електродвигунів</i>	
Мінімальні стандарти енергоефективності Вимоги до інформації про продукцію Вимоги до технічної документації Вимоги до методів вимірювання та розрахунків Вимоги до процедури верифікації Випробування одного зразку кожної моделі Перевірка технічної документації	Електричні одношвидкісні трифазні, 50 Гц або 50/60 Гц, асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором з 2-6 полюсами, номінальною напругою до 1000 В, номінальною потужністю від 0,75 кВт до 375 кВт, що оцінюється за постійним режимом роботи
<i>Регламент Комісії (ЄС) № 1194/2012 щодо екодизайну ламп спрямованого світла</i>	
Мінімальні стандарти енергоефективності для ламп та пускорегулюючої апаратури Вимоги до функціональності (коефіцієнт виживаності лампи, коефіцієнт зниження світлового потоку, кількість циклів перемикавання, час початку роботи лампи, час розігріву ламп, тощо) Вимоги до інформації про продукт Вимоги до технічної документації	Електроосвітлювальні вироби (у тому числі в разі коли вони вмонтовані в інші продукти): лампи спрямованого випромінювання; світло випромінюючі діодні (світлодіодні) лампи; устаткування, призначене для установки між мережею і лампами, у тому числі пускорегулювальні апарати ламп, регулюючі пристрої та світильники (інші ніж баластний опір та світильники для люмінесцентних ламп і розрядних ламп високої інтенсивності)

1	2
Вимоги до методів вимірювання та розрахунку Вимоги до процедури верифікації Випробування одного зразку кожної моделі відповідно до специфікацій Перевірка технічної документації	
<i>Регламент Комісії (ЄС) №547/2012 щодо екодизайну водяних насосів</i>	
Мінімальні стандарти енергоефективності Вимоги до інформації про продукцію Вимоги до технічної документації Вимоги до методів вимірювання та розрахунку Вимоги до процедури верифікації Випробування одного зразку кожної моделі Перевірка технічної документації	Введення в обіг динамічних водяних насосів для перекачування чистої води, у тому числі вмонтованих в інші продукти: насос із одностороннім всмоктуванням з власними підшипниками (ESOB), модульний насос із одностороннім всмоктуванням (ESCC), прямоточний модульний насос із одностороннім всмоктуванням (ESCCi), вертикальний багатоступінчастий насос (MS-V), заглибний багатоступінчастий насос (MSS)
<i>Регламент Комісії (ЄС) №641/2009 (із змінами та доповненнями, внесеними Регламентом №622/2012) щодо екодизайну циркуляційних насосів</i>	
Мінімальні стандарти енергоефективності Вимоги до інформації про продукцію Вимоги до технічної документації Вимоги до методів вимірювання та розрахунку Вимоги до процедури верифікації Перевірка технічної документації	Беззащільникові автономні циркуляційні насоси та беззащільникові циркуляційні насоси, інтегровані у пристрої

Джерело: узагальнено автором

Виходячи з положень Угоди про асоціацію та Плану заходів щодо її реалізації Кабінет Міністрів постановою № 475 від 14 травня 2015 р., схвалив «План виконання Директиви 2009/125/ЄС, Регламенту Комісії (ЄС) № 278/2009, Регламенту Комісії (ЄС) № 245/2009, Регламенту Комісії (ЄС) № 244/2009, Регламенту Комісії (ЄС) № 107/2009 Регламент Комісії (ЄС) № 1275/2008, встановлюючи рамки і вимоги для екодизайну енергоспоживаючих продуктів».

План призначає Держенергоефективності у якості основного виконавчого агентства з таких заходів: оцінка українського законодавства, що регулює енергозбереження та енергоефективність для виявлення необхідності внесення змін в зв'язку з Рамковою директивою про екодизайн; визначення та законодавче закріплення основних вимог енергоефективності продуктів, що підпадають під дію Директиви про екодизайн; розробка національних стандартів, гармонізованих з європейськими стандартами. Співвиконавцями є Міністерство екології та природних ресурсів, Міністерство регіонального розвитку, Міністерство економічного розвитку і торгівлі і Міністерство охорони здоров'я [339].

³³⁹ Лутц В.Ф. Технічна допомога Держенергоефективності у перенесенні правових актів ЄС з енергетичного маркування та екодизайну в українське законодавство. Підтримка VII Міжнародного

Директива 2009/125/ЕС (відома як «Екодизайн») містить мінімальні вимоги до енергоефективності та впливу на навколишнє середовище для низки категорій енергоспоживчих продуктів, розміщених на ринках країн Європейської економічної зони. Наслідком прийняття і дотримання прописаних в документі вимог повинно стати скорочення споживання електроенергії (на 20 %) та викидів CO₂ (на 20 %) шляхом поетапного підсилення вимог до екодизайну електричних продуктів. Отже, встановлення вимог до екодизайну енергоспоживчих продуктів є заходом, спрямованим на покращення енергетичних та екологічних характеристик продукції, що має за мету поступово витіснити з ринку найбільш енергоємні товари та товари з найбільшим негативним впливом на екологію.

Особливістю Директив ЄС є те, що Україна повинна адаптувати своє законодавство для досягнення цілей, визначених зокрема Директивою про екодизайн, але при цьому сама має визначити методи їх досягнення. Транспонування Директиви про екодизайн в українське законодавство можливе за одним із трьох варіантів:

1. Як Закон України.
2. Як Технічний регламент на основі постанови Кабінету Міністрів України.
3. Як стаття нового закону «Про енергоефективність», яка вимагає транспонування Директиви в якості технічного регламенту постановою Кабінету Міністрів.

Реалізація третього варіанту, на нашу думку, є найбільш прийнятною, оскільки сприятиме своєчасному виконанню Директиви, і в той же час закріпить її в Законі України «Про енергоефективність», надаючи їй юридичну силу і стабільність, що дозволить посилити довіру інвесторів.

За оцінками експертів результати прогнозованого рівня енергозбереження ЄС завдяки впровадженню Технічних регламентів з екодизайну та енергетичного маркування до 2020 року складуть: електродвигунів – 139 ТВтгод; промислових вентиляторів (125 Вт – 500 кВт) – 54 ТВтгод; побутових ламп не спрямованого випромінювання – 39 ТВтгод; безсальникових автономних циркуляційних насосів та безсальникових циркуляційних насосів – 26,6 ТВтгод; ламп спрямованого випромінювання, світлодіодних ламп та пов'язаного обладнання – 24,7 ТВтгод; малих, середніх та великих силових трансформаторів – 16,2 ТВтгод; водяних насосів – 4,6 ТВтгод. Оцінку для України доцільно провести з урахуванням даних стосовно частки ринку, енергоефективності зазначених груп продукції, рівня насичення ринку, ціноутворення та використання продукції у вітчизняних умовах.

За даними дослідників проекту «FINTECC Україна – Політичний діалог»: надання Україні допомоги у питаннях екодизайну» встановлення мінімальних стандартів енергоефективності трансформаторів прогнозний

обсяг збереження електроенергії до 2030 р. складе 1750 ГВтгод, що становить біля 0,1 % від загального обсягу споживання електроенергії в Україні. На кожну 1 грн витрат на запровадження мінімальних стандартів енергоефективності ламп спрямованого світла повернеться від 1,4 до 2,6 грн, при цьому робиться припущення, що витрати виробників будуть покриватися за рахунок споживачів.

Для транспонування та прийняття імплементуючих заходів з екодизайну в Україні Держенергоефективності користується Стратегією розвитку системи технічного регулювання на період до 2020 року. Точкою відліку транспонування імплементуючих заходів з екодизайну в Україні можна буде визнати прийняття Рамкової Директиви. Коли цей процес почнеться, Держенергоефективності буде користуватися порядком пріоритетності, запропонованим у проведеному в рамках Проекту INOGATE дослідженням, який допоможе зорієнтуватися у послідовності транспонування імплементуючих заходів з екодизайну.

Регламенти ЄС з екодизайну підлягають транспонуванню в повному обсязі – включно з усіма енергетичними та неенергетичними вимогами. Відповідно до Закону «Про технічні регламенти та оцінку відповідності», зміст, форма та структура технічного регламенту, розробленого на основі акту законодавства ЄС, повинні повністю та точно відповідати у максимальному обсязі змісту, формі та структурі відповідного акту законодавства ЄС. Це означає необхідність включити не тільки мінімальні вимоги до енергоефективності, але й вимоги, пов'язані з ширшими аспектами впливу на навколишнє середовище [336, с. 62].

Не можна не погодитись з [340, с. 74], що основними напрямками діяльності у сфері підвищення енергоефективності економіки країни є: виконання вимог щодо адаптації вітчизняної нормативно-правової бази та національних стандартів відповідно до вимог законодавства ЄС; розроблення та прийняття Закону України Про енергоефективність; створення Фонду з енергоефективності для сталого фінансування національних програм з підвищення енергоефективності та підтримки енергоефективних проектів суб'єктів господарювання; створення Загальнонаціональної системи моніторингу показників енергоефективності та енергетичного балансу; зниження споживання первинних енергоресурсів на одиницю ВВП на 20 % до 2020 року.

Одним із кроків в цьому напрямі стало прийняття 22 червня 2017 р. Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», який стимулюватиме появу в Україні будинків із нульовим споживанням енергоресурсів, що відповідає вимогам міжнародних стандартів, і сприятиме економії витрат за житлово-комунальні послуги. Головною метою даного закону є визначення правових, економічних та організаційних основ діяльності у сфері забезпечення енергетичної

³⁴⁰ Законодавче та нормативно-правове стимулювання підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у провідних зарубіжних країнах / Відділ інформаційно-аналітичного забезпечення зарубіжною інформацією ВП НТЦЕ ДП «НЕК «Укренерго». – К. : [б. в.], 2016. – 84 с.

ефективності будівель, а також створення умов для раціонального споживання в них енергетичних ресурсів.

Підкреслимо, що імплементуючі заходи ЄС повинні переноситися як технічні регламенти постановами Кабінету Міністрів України. А офіційне призначення органу державного ринкового нагляду України у питаннях екодизайну не може відбутися до транспонування та прийняття необхідних технічних регламентів з екодизайну, коли останні офіційно включаються до переліку технічних регламентів, які входять до сфери відповідальності Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів.

5.8. Характеристика та прогалини законодавства України у сфері альтернативної енергетики

*Молчанова А.В., Галицька М.А., Жорник І.І.
Полтавська державна аграрна академія*

Вчені попереджають про можливе вичерпання відомих і доступних для використання запасів нафти і газу, про виснаження інших найважливіших ресурсів: залізної і мідної руди, нікелю, марганцю, алюмінію, хрому і т.д. За 40 років після другої світової війни було використано стільки мінерального сировини, скільки за всю попередню історію людства. Звичайно, про повне (або абсолютному) вичерпання ресурсів говорити ще рано (в міру розширення пошукових робіт достовірні запаси окремих ресурсів навіть зросли), але це слабка втіха.

Сьогодні енергетика світу базується на невідновлюваних джерелах енергії. В якості головних енергоносіїв виступають нафту, газ і вугілля. Найближчі перспективи розвитку енергетики пов'язані з пошуками кращого співвідношення енергоносіїв і, перш за все з тим, щоб спробувати зменшити частку рідкого палива. Але можна сказати, що людство вже сьогодні вступило в перехідний період – від енергетики, що базується на органічних природних ресурсах, які обмежені до енергетики на практично невичерпній основі.

Великі надії у світі покладаються на так звані альтернативні джерела енергії, перевага яких полягає в їх відновлюваності і в тому, що це екологічно чисті джерела енергії.

Виснаження ресурсів змушує виробляти ресурсозберігаючу політику, широко використовувати вторинну сировину. У багатьох країнах додаються величезні зусилля для економії енергії та сировини. Сьогодні вже близько 1/3 всієї маси використовуваних в світі металів – алюмінію, міді, цинку, свинцю і олова – добувається з відходів та вторинної сировини. У ряді країн прийняті державні програми економії енергії.

Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії останнім часом стали

одним із важливих критеріїв сталого розвитку світової спільноти. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання.

Головними причинами такої уваги є очікуване вичерпання запасів органічних видів палива, різке зростання їх ціни, недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують світову спільноту.

До нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) відносять гідроелектростанції (великі, середні та малі), геотермальну, сонячну, фотоелектричну та теплову енергію, енергії припливів, хвиль океану, вітру, тверду біомасу, гази з біомаси, рідкі біопалива та відновлювані муніципальні відходи, а також теплову енергію, що «створюється» завдяки тепловим насосам, торф, шахтний метан та вторинні джерела енергії, такі як: скидне тепло, промислові відходи, тиск доменного газу та природного газу під час його транспортування.

На сьогодні частка НВДЕ у виробництві енергії у світі ще не є значною, але їх потенціал на кілька порядків перевищує рівень світового споживання паливно-енергетичних ресурсів. Темпи зростання обсягів виробництва енергії НВДЕ також значно перевищують аналогічні для традиційних видів енергії. Так, у найближчі 10 років, прогнозується щорічне зростання світових обсягів виробництва електроенергії традиційної електроенергетики на рівні 2,8 %, а електроенергії НВДЕ – 9,2 %.

В Україні також існує значний потенціал використання НВДЕ. З іншого боку, проблеми ефективності використання традиційних джерел енергії в Україні стоять ще гостріше, ніж у світі чи країнах ЄС. Причинами цього є застарілі технології, вичерпання ресурсів використання основних фондів генерації електроенергії і тепла, що разом з низькою ефективністю використання палива призводить до значних обсягів викидів шкідливих речовин. Значні втрати при транспортуванні, розподілі та використанні електроенергії і тепла, а також монопольна залежність від імпорту енергоносіїв ще більш ускладнюють ситуацію на енергетичних ринках країни.

Таким чином, Україна має нагальну потребу у переході до енергетично ефективних та екологічно чистих технологій, якими є, в тому числі, і НВДЕ. Але, незважаючи на декларативні заяви щодо усвідомлення цієї потреби з боку різних гілок влади та низку нормативно-законодавчих актів, які стосуються розвитку НВДЕ, – реальних кроків щодо впровадження НВДЕ зроблено досить мало. Частка НВДЕ в енергетичному балансі країни становить лише 7,2 % (6,4 % – позабалансові джерела енергії; 0,8 % – відновлювані джерела).

Змінити ситуацію можна шляхом проведення відповідної енергетичної політики, вдосконалення нормативно-правової бази та залучення інвестицій у розвиток НВДЕ. Звісно, що цей процес не є швидким, але задля забезпечення майбутнього економічного процвітання України, її гідного місця у Європейській спільноті потрібно

вже сьогодні активізувати вирішення цієї актуальної проблеми.

Альтернативні джерела енергії – будь-яке джерело енергії, яке є альтернативою викопному паливу.

Альтернативні джерела енергії – невикопні джерела енергії, які постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі. Це поновлювані джерела.

Альтернативна енергетика – сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії.

До альтернативних джерел енергії відносяться наступні відновлювані джерела енергії: енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів.

Альтернативна енергетика – це об'єднання різних способів отримання енергії, в основу яких закладено використання сомовідновлювальних джерел. Вона не так розвинена, як традиційна енергетика, однак, поступове виснаження запасів корисних копалин призведе до неминучого переходу людства до використання альтернативної енергії.

Нормативно-правова база складається з законів, постанов, розпоряджень, наказів та листів-розпоряджень.

Закони України:

1. «Про альтернативні види палива».
2. «Про альтернативні джерела енергії».
3. «Про електроенергетику».
4. «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу».
5. «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива».
6. «Про газ (метан) вугільних родовищ».

Постанови:

1. Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку проведення кваліфікації когенераційної установки» від 29.11.2006 р. № 1670.
2. Кабінету Міністрів України «Про порядок видачі свідоцтва про належність палива до альтернативного» від 05.10.2004 р. № 1307.
3. Кабінету Міністрів України «Питання застосування сертифікатів про походження товарів для підтвердження їх українського походження та визначення питомої ваги сировини, матеріалів, основних засобів, робіт та послуг українського походження у вартості будівництва об'єктів електроенергетики, що виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел енергії» від 24.09.2012 р. № 878.
4. Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку видачі,

використання та припинення дії гарантії походження електричної енергії для суб'єктів господарювання, що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії» від 24.07.2013 р. № 771.

5. НКРЕ «Про затвердження Порядку встановлення, перегляду та припинення дії «зеленого» тарифу для суб'єктів господарської діяльності» від 02.11.2013 р. № 1421.

6. НКРЕ «Про затвердження Порядку визначення питомої ваги сировини, матеріалів, основних засобів, робіт та послуг українського походження у вартості будівництва об'єктів електроенергетики, що виробляють електричну енергію з використання альтернативних джерел енергії» від 15.06.2012 р. № 749.

7. НКРЕКП «Про затвердження Порядку визначення рівня використання обладнання українського виробництва на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексів), що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями), та встановлення відповідної надбавки до «зеленого» тарифу» від 10.12.2015 р. № 2932.

Розпорядження Кабінету Міністрів України:

1. «Про затвердження планів заходів з імплементації Директиви 2001/77/ЄС і Директиви 2003/30/ЄС» від 19.06.2013 р. № 429-р.

2. «Про затвердження плану заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС» від 03.09.2014 р. № 791-р.

3. «Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року» від 01.10.2014 р. № 902-р.

Накази:

1. Держкоменергозбереження «Про затвердження Порядку проведення експертизи для підтвердження належності палива до альтернативного» від 10.12.2004 р. № 183.

2. Міненерговугілля «Про затвердження Правил приєднання вітроелектростанцій до електричних мереж» від 28.10.2009 р. № 570;

3. Мінжитлокомунгоспу «Про затвердження Правил приєднання когенераційних установок до теплових мереж» від 24.07.2009 р. № 223.

Роз'яснення законодавства у сфері відновлюваної енергетики

1. Державної фіскальної служби України (ДФС) щодо переліку податків і зборів, які мають нараховуватись побутовим споживачам - власникам генеруючих установок у разі продажу електропостачальнику такої електроенергії.

2. Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) щодо можливості та порядку приєднання генеруючих установок, які вироблятимуть електричну енергію з енергії сонячного випромінювання на дахах приватних домогосподарств, що на умовах договору оренди надані

суб'єктам господарювання - юридичним особам.

3. Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) щодо розміщення на дахах багатоквартирних будинків об'єктів електроенергетики, які вироблятимуть електричну енергію з енергії сонячного випромінювання та вітру.

4. Мінрегіону щодо порядку отримання права встановлення на дахах багатоквартирних житлових будинків елементів обладнання генеруючих установок, за допомогою яких вироблятиметься електрична енергія з енергії сонячного випромінювання або вітру.

5. Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) щодо можливості розміщення об'єктів електроенергетики (генеруючих установок) на території садового товариства (населеного пункту) та продажу виробленої електричної енергії за «зеленим» тарифом.

Основним законом нормативного регулювання сфери альтернативної енергетики є Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [341]. Закон був прийнятий у 2003 р. і зазнавав змін у 2008, 2013, 2014, 2015, 2016 і 2017 роках. На даний момент чинна редакція Закону від 11.06.2017 р.

Цей Закон визначає правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії та сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі.

За Законом визначення термінів альтернативних джерел енергії та альтернативної енергетики такі:

Альтернативні джерела енергії – відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів; альтернативна енергетика - сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії.

Проте Законом не було ані відмінено терміни «нетрадиційні джерела» і «відновлювальні джерела», ані наведено їх визначення, ані перераховані види енергетичних ресурсів, які до них відносяться. Тому, щоб дослідити природу понять «альтернативні джерела енергії», «нетрадиційні джерела» і «відновлювальні джерела», необхідно проаналізувати види існуючих енергетичних ресурсів. Енергетичні ресурси Землі, які відповідно до даних Світової енергетичної ради класифіковано на 16 видів, можна виділити в окремі групи, взаємопов'язані між собою [342]:

³⁴¹ Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 р. №555-15 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.

³⁴² Шефтер І.Я. Використання енергії вітру : навч. посіб. / І.Я. Шефтер. – М. : Енергія, 1975. – 247 с.

1. За рівнем і масштабами освоєння:

- традиційні;
- нетрадиційні.

2. За природою енергоутворення:

- відновлювані;
- не відновлювані.

Такий поділ енергоресурсів є умовним, не визначеним у законодавстві, а тому різні науковці дотримуються з цього приводу своєї точки зору. Наприклад, М.Д. Рабінович вважає, що на рівні з двома перерахованими групами, існує й третя група енергетичних ресурсів, де їх класифікують за походженням на первинні (природного походження) і вторинні (техногенного походження). Розглянемо третю групу енергетичних ресурсів, оскільки щодо визначення первинних і вторинних джерел енергії ведеться найменше дискусії. Щодо терміна вторинні енергетичні ресурси, то його окреме визначення передбачається в Законі України «Про енергозбереження» та в ДСТУ 2420-94 і Закон України «Про енергозбереження», і ДСТУ 2420-94 дають однакове визначення вторинних енергоресурсів, відповідно до якого, це енергетичний потенціал продукції, відходів, побічних і проміжних продуктів, який утворюється в технологічних агрегатах (установках, процесах) і не використовується в самому агрегаті, але може бути частково або повністю використаний для енергопостачання інших агрегатів (процесів). На думку М.Д. Рабіновича, первинними є енергоресурси природного походження. Це всі види викопного палива (традиційної енергетики) та відновлюваних енергоресурсів; вторинні – енергоресурси техногенного походження. Поняття традиційних джерел енергії хоча і здається зрозумілим, та аж ніяк не є простим. Насамперед, не існує загально визначених факторів традиційності: якщо мати на увазі так звану «історичну традицію», то тоді до традиційних джерел енергії слід віднести деякі види біомаси (дрова, сухий гній, відходи сільськогосподарського виробництва), енергію руху вітру і води (вітряки і млини). Якщо ж «традиційність» – це ступінь сучасного поширення, тоді, на думку М.Д. Рабіновича, в Україні – це велика гідроенергетика. Зважаючи на невизначеність критеріїв класифікації при поділі енергоресурсів на традиційні та нетрадиційні, вчені здебільшого використовують свої, різні за змістом критерії, а це призводить до віднесення різних енергоресурсів до різних класифікаційних груп. Більшість вчених схиляється до думки, що розподіл енергетичних ресурсів у першій групі проведено з огляду на рівень освоєння та розповсюдження енергетичних технологій їх використання. При цьому, до традиційних джерел енергії відносяться вичерпні викопні природні ресурси, перелік яких в науковій літературі, а тим більше в нормативно-правових актах, не визначений.

Енергія, вироблена з альтернативних джерел, – електрична, теплова та механічна енергія, яка виробляється на об'єктах альтернативної

енергетики і може виступати товарною продукцією, призначеною для купівлі-продажу;

Об'єкти альтернативної енергетики – енергогенеруюче та інше обладнання, що виробляє енергію за рахунок використання альтернативних джерел енергії, частка яких становить не менш як 50 % від встановленої потужності всіх задіяних на об'єкті джерел енергії. Сфера альтернативних джерел енергії – галузь діяльності, що пов'язана з використанням альтернативних джерел енергії для виробництва, постачання, транспортування, зберігання, передачі та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел.

Стаття 3 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» визначає основні засади державної політики у сфері альтернативних джерел енергії, якими є:

- нарощування обсягів виробництва та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел, з метою економного витрачання традиційних паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту шляхом реструктуризації виробництва і раціонального споживання енергії за рахунок збільшення частки енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- додержання екологічної безпеки за рахунок зменшення негативного впливу на стан довкілля при створенні та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- додержання безпеки для здоров'я людини на об'єктах альтернативної енергетики на всіх етапах виробництва, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- науково-технічне забезпечення розвитку альтернативної енергетики, популяризація та впровадження науково-технічних досягнень у цій сфері, підготовка відповідних фахівців у вищих та середніх навчальних закладах;

- додержання законодавства всіма суб'єктами відносин, пов'язаних з виробництвом, збереженням, транспортуванням, постачанням, передачею і споживанням енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- додержання умов раціонального споживання та економії енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- залучення вітчизняних та іноземних інвестицій і підтримка підприємництва у сфері альтернативних джерел енергії, в тому числі шляхом розробки і здійснення загальнодержавних і місцевих програм розвитку альтернативної енергетики.

Державне управління у сфері альтернативних джерел енергії закріплено статтями 4 та 5 даного Закону, де вказується, що Верховна Рада України визначає основні напрями державної політики у сфері альтернативних джерел енергії та здійснює законодавче регулювання

відносин у ній. Кабінет Міністрів України та інші уповноважені органи виконавчої влади в межах повноважень, визначених законом, реалізують державну політику в галузі альтернативних джерел енергії та здійснюють управління нею.

Державне управління у сфері альтернативних джерел енергії передбачає:

- розроблення загальнодержавних, галузевих та місцевих програм у сфері альтернативних джерел енергії, а також їх наукове, науково-технічне та фінансово-економічне супроводження, розробку і виконання завдань відповідних загальнодержавних цільових наукових та науково-технічних програм;

- розроблення та прийняття органами виконавчої влади в межах їх компетенції нормативно-правових актів, державних норм, правил і стандартів, методичних документів щодо використання альтернативних джерел енергії;

- координацію та узгодження галузевих і місцевих програм у сфері альтернативних джерел енергії із загальнодержавними програмами;

- здійснення контролю за додержанням вимог законодавства у сфері альтернативних джерел енергії та за виконанням загальнодержавних програм у цій сфері.

Державне регулювання у сфері альтернативних джерел енергії здійснюється шляхом:

- розроблення, затвердження та запровадження норм, правил і стандартів виробництва, передачі, транспортування, постачання, зберігання і споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- нагляду та контролю за безпечним виконанням робіт на об'єктах альтернативної енергетики незалежно від їх форми власності, безпечною експлуатацією енергогенеруючого обладнання та за режимами передачі і споживання енергії;

- нагляду та контролю за додержанням вимог технічної експлуатації на об'єктах альтернативної енергетики незалежно від їх форми власності, технічної експлуатації енергетичного обладнання об'єктів, підключених до об'єднаної енергетичної системи України;

- встановлення тарифів на електричну енергію, вироблену на об'єктах альтернативної енергетики, а також на теплову енергію, видобуту з альтернативних джерел;

- всебічного заохочення і підтримки науково-дослідницьких, дослідно-конструкторських робіт, діяльності винахідників і раціоналізаторів, спрямованих на розвиток виробництва та використання альтернативних джерел енергії.

Монопольна діяльність у сфері альтернативних джерел енергії регулюється відповідно до законодавства.

Замало нормативного регулювання у Законі з приводу міжнародного співробітництва, лише що Україна бере участь у міжнародному співробітництві у сфері виробництва та споживання енергії, виробленої з

альтернативних джерел, відповідно до законодавства України та міжнародних договорів України. Якщо міжнародним договором України, згоду на обов'язковість якого надано Верховною Радою України, встановлено інші правила, ніж ті, що містяться у цьому Законі, застосовуються правила міжнародного договору.

Ще одним заходом стимулювання розвитку галузі альтернативної енергетики є встановлення чинним законодавством податкових пільг для учасників ринку альтернативної енергетики. Зокрема, Податковим кодексом України передбачені пільги при оподаткуванні податком на прибуток та пільги при імпорті.

У відповідності до п. 158.1 ст. 158 Податкового кодексу України звільняється від оподаткування 80 % прибутку підприємств, отриманого від продажу на митній території України товарів власного виробництва. П. 158.2 цієї статті передбачає звільнення від оподаткування податком на прибуток 50 % прибутку, отриманого від здійснення енергоефективних заходів та реалізації енергоефективних проектів підприємств, що включені до Державного реєстру підприємств, установ, організацій, які здійснюють розроблення, впровадження та використання енергоефективних заходів та енергоефективних проектів. До зазначеного реєстру включаються підприємства, установи та організації, включені до галузевих програм із енергоефективності і за результатами проведення експертизи в порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сферах ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, та отримали висновок центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сферах ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження про відповідність енергоефективних заходів та енергоефективних проектів, що вже впроваджені або перебувають на стадії розроблення та впровадження, критеріям енергоефективності та включені до галузевих програм з енергоефективності.

Третьою необхідною складовою належного законодавчого підґрунтя для розвитку галузі альтернативної енергетики є наявність гарантій для іноземних інвесторів щодо захисту інвестицій.

Розділом 2 Закону України «Про режим іноземного інвестування» встановлюються гарантії захисту іноземних інвестицій в Україні, зокрема такі:

1. В разі зміни законодавства України, яке регулює гарантії захисту іноземних інвестицій, протягом десяти років з дня набрання чинності таким законодавством на вимогу іноземного інвестора застосовуються державні гарантії захисту іноземних інвестицій, які встановлені Законом України «Про режим іноземного інвестування». Зазначені гарантії не поширюються на зміни законодавства, що стосуються питань оборони, національної безпеки, забезпечення громадського порядку, охорони довкілля.

2. Іноземні інвестиції в Україні не підлягають націоналізації.

Державні органи не мають права реквізувати іноземні інвестиції, за винятком випадків здійснення рятувних заходів у разі стихійного лиха, аварій, епідемій, епізоотій. Зазначена реквізиція може бути проведена виключно на підставі рішень органів, уповноважених на це Кабінетом Міністрів України та за умови обов'язкової компенсації.

3. Іноземні інвестори мають право на відшкодування збитків, включаючи упущену вигоду і моральну шкоду, завданих їм внаслідок дій, бездіяльності або неналежного виконання державними органами України чи їх посадовими особами передбачених законодавством обов'язків щодо іноземного інвестора або підприємства з іноземними інвестиціями, відповідно до законодавства України.

4. У разі припинення інвестиційної діяльності іноземний інвестор має право на повернення не пізніше шести місяців з дня припинення цієї діяльності своїх інвестицій у натуральній формі або у валюті інвестування в сумі фактичного внеску (з урахуванням можливого зменшення статутного фонду) без сплати мита, а також доходів з цих інвестицій у грошовій чи товарній формі за реальною ринковою вартістю на момент припинення інвестиційної діяльності, якщо інше не встановлено законодавством або міжнародними договорами України.

5. Іноземним інвесторам після сплати податків, зборів та інших обов'язкових платежів гарантується безперешкодний і негайний переказ за кордон їх прибутків, доходів та інших коштів в іноземній валюті, одержаних на законних підставах внаслідок здійснення іноземних інвестицій.

Таким чином, на сьогоднішній день в Україні наявне належне законодавче підґрунтя, необхідне для стабільного розвитку галузі альтернативної енергетики. Проте, існують деякі фактори, що можуть негативно вплинути на її розвиток, зокрема це стосується окремих вимог Закону України щодо місцевої складової, а також зниження коефіцієнту «зеленого» тарифу для деяких категорій об'єктів альтернативної енергетики [343].

У 2015 р. Президент України П. Порошенко підписав Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії». Ним запроваджуються механізми стимулювання виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії. Зокрема, уточнюється обов'язок оптового ринку електричної енергії України щодо купівлі у суб'єктів господарювання, яким встановлено «зелений» тариф, та здійснення повної оплати вартості електричної енергії, виробленої на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії за «зеленим» тарифом, з урахуванням надбавки до «зеленого» тарифу. Побутовому споживачеві надається право на встановлення у своєму приватному домогосподарстві генеруючої установки, призначеної для виробництва електричної енергії з енергії сонячного випромінювання

³⁴³ Альтернативная энергетика 2013. Нормативно-правовое регулирование [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://gc.ua/business-news/6672/>

та/або енергії вітру, величина встановленої потужності якої не перевищує 30 кВт, але не більше потужності, дозволеної до споживання за договором про користування електричною енергією.

Уточнюється, що «зелений» тариф на електричну енергію, вироблену генеруючими установками приватних домогосподарств, встановлюється єдиним для кожного виду альтернативного джерела енергії. Крім того, скасовується використання тарифного коефіцієнта, що застосовується для пікового періоду часу (для тризонної тарифної класифікації), під час формування «зеленого» тарифу для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання, з геотермальної енергії, для приватних домогосподарств, які виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання, з енергії вітру, для суб'єктів господарювання, які експлуатують мікро-, міні- або малі гідроелектростанції.

Диверсифікуються коефіцієнти «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з використанням альтернативних джерел енергії, для об'єктів або його черг пускових комплексів, що будуть введені в експлуатацію в ближчі 4 роки.

До 1 січня 2017 р. для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання наземними об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких перевищує 10 МВт, що були введені в експлуатацію до 1 липня 2015 р., встановлюються окремі коефіцієнти «зеленого» тарифу.

Таким чином, за період 1997–2005 рр. в Україні заміщено понад 84 млн т у.п. традиційних паливно-енергетичних ресурсів, за рахунок використання енергії виробленої на об'єктах альтернативної енергетики. Тобто доцільно продовжити термін дії Програми розвитку нетрадиційних відновлюваних джерел енергії до 2030 року.

В цілому виконання програм з енергозбереження, в тому числі програм зі створення об'єктів альтернативної енергетики (Програма НВДЕ), в перспективі може забезпечити для України наступне:

- зміцнення державності України за рахунок підвищення енергетичної та економічної незалежності;
- зниження енергоємності внутрішнього валового продукту;
- досягнення світового рівня ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів;
- зменшення обсягів імпорту паливно-енергетичних ресурсів;
- створення ринку енергозберігаючого та науково обладнання, відповідної техніки та технологій;
- технічне та технологічне переоснащення енергоємного виробництва;
- конкурентоздатність вітчизняних товарів;
- підвищення добробуту громадян;
- підвищення рівня зайнятості населення;
- підвищення рівня зайнятості населення;

- підвищення рівня безпеки праці та культури виробництва;
- покращення стану здоров'я людей;
- зменшення обсягів шкідливих викидів у довкілля;
- відтворення природних ресурсів;
- виконання міждержавних угод щодо підвищення рівня екологічної безпеки.

Обнадійливим є також і зростаюче усвідомлення підприємствами нагальної потреби підвищення енергоефективності виробництва у комплексі з екологічною безпекою, отримання енергоносіїв та використання з цієї метою альтернативних джерел, горючих відходів згубних для довкілля, які підлягають знешкодженню, викидів як додаткового джерела енергоресурсів [344 , с. 26]. Альтернативна енергетика останні роки розвивається в Україні набагато інтенсивніше ніж традиційна, що цілком відповідає загальним світовим тенденціям. Станом на кінець 2012 р. загальна встановлена потужність сонячних електростанцій в Україні складала 317,8 МВт (на 130,3 МВт більше у порівнянні з 2011 р.), а вітрових електростанцій – 262,8 МВт (на 141,5 МВт більше у порівнянні з 2011 р.). Тільки за 6 місяців 2013 р. загальна встановлена потужність українських сонячних електростанцій збільшилася до 494 МВт, також введено в експлуатацію 18,32 МВт нових вітроенергетичних потужностей. На сьогодні Україна посідає друге місце в світі за темпами розвитку вітроенергетичної галузі. Нагадаємо, що в 2011 р. Україна вперше була включена до рейтингу найбільш привабливих країн для розвитку альтернативної енергетики, посівши в ньому 32 місце, а в 2012 р. Україна посідала в цьому рейтингу вже 29 місце.

Найважливішими передумовами для розвитку галузі альтернативної енергетики в Україні є природні фактори та належне законодавче підґрунтя («зелений» тариф, податкові пільги, гарантії захисту іноземних інвестицій). Як бачимо в майбутньому, коли природні ресурси, що використовуються в традиційній енергетиці, вичерпаються, є чим заповнити їх нестачу.

5.9. Потенціал рослинних решток сільськогосподарських і фітомаси енергетичних культур

Онопрієнко О.В., Тулиця А.М. , Рожко І.І.*
Полтавська державна аграрна академія*

У зв'язку з подорожанням вичерпних ресурсів, скороченням їх обсягів та задля зменшення енергетичної залежності України важливе значення має розвиток і використання на біопаливо відновлюваних джерел енергії, особливо рослинної фітомаси польових та енергетичних культур. Адже

³⁴⁴ Рожко А.О. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні / А.О. Рожко // Энергосбережение. – 2007. – №2. – С. 25–28.

невпинне виснаження непоновлюваних ресурсів вимагає залучення альтернативи для все більшого зростання потреб людства в енергії [345, 346].

На сьогодні, за обсягами виробництва, рослинна біомаса на паливо займає четверте місце в Світі, а її частка в загальному виробництві первинної енергії досягає 10 %, в Україні – близько 2 % [347]. Саме тому, для широкого впровадження відновлюваних джерел енергії необхідно всебічно вивчати потенціал рослинного ресурсу та можливості його використання для отримання дешевого біопалива.

Наша країна має значний потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання [348], та практично усі передумови для більш повного використання рослинних решток на біопаливо. Енергетична стратегія України до 2030 року [349] передбачає динамічне зростання обсягів використання енергії біомаси в 2015 р. до 5 млн т умовного палива (т у. п.), або це 2,5 % від загального енергоспоживання, а в 2030 році – до 20 млн т у. п. або до 10 % [350].

З-поміж сільськогосподарських культур пшениця озима, кукурудза, соняшник та соя за урожайністю та посівними площами займають перші місця як в умовах Полтавської області, так і по Україні [351]. З цих культур отримують основну продукцію, з якої виробляють: хлібобулочні вироби, крупу, олію та використовують на корм тваринам [352]. Побічна продукція – солома, стебла, стрижні, лушпиння, стулки бобів зазвичай залишаються на полі та в незначній кількості використовується для потреб тваринництва.

Найгіршим способом застосування соломистих решток є їх спалювання на полях після збирання врожаю основної продукції, що заборонено законодавством України. При згоранні соломи на поверхні ґрунту температура може сягати 350 °С, на глибині 5 см – до 50 °С. За цих умов гумус вигорає у шарі 0–3 см, а зневоднення відбувається до глибини 10 см. Також на значний термін різко знижується біологічна активність ґрунту, погіршуються його водно-фізичні властивості, зменшується на 3–6% водостійкість. Водночас втрачається спалений вуглець і азот, а їх втрати з кожної тонни ґрунту становлять відповідно 400 і 5 кг [353].

³⁴⁵ Блюм Я.Б. Новітні технології біоенергоконверсії / [Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та ін.]. – К. : «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.

³⁴⁶ Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та економічна безпека України : монограф. / Г.М. Калетнік. – К. : «Хай-Тек Прес». – 2010. – 516 с.

³⁴⁷ Титко Р. Відновлювальні джерела Енергії (Досвід Польщі для України) / Р. Титко, В. Калініченко. – Варшава : QWG, 2010. – 15 с.

³⁴⁸ Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. – К., 2016. – 54 с.

* *Науковий керівник:* Кулик М. І., к. с.-г. н., доцент Полтавської державної аграрної академії.

³⁴⁹ Гелетука Г.Г. Анализ основных положений «Энергетической стратегии Украины на период до 2030 года» / Г.Г. Гелетука, Т.А. Железня // Промышленная техника, 2006. – №5. – Т. 28. – С. 82–92.

³⁵⁰ Енергетична стратегія України на період до 2030 року // Інформаційно-аналітичний бюлетень «Відомості Міністерства палива та енергетики України». Спеціальний випуск. – 2006. – 113 с.

³⁵¹ Рынок зерна Украины 2016 года [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://propozitsiya.com/rynok-zerna-ugrozha-2016-goda>.

³⁵² Мотрук Б.Н. Рослинництво / Б.Н. Мотрук. – К. : Урожай, 1999. – 462 с.

³⁵³ Рекомендації щодо використання соломи, пожнивних решток і культиватія сидеральних культур для підвищення та збереження родючості ґрунтів / [В.П. Ситник, М.Д. Безуглий, В.В. Адамчук та ін.]. – К. : ННЦ

На противагу цьому, автори [354] стверджують, що для збільшення енергетичної незалежності нашої країни, як аграрної держави ефективним є виробництво етанолу на основі зерна, пожнивних решток і зеленої маси рослин із застосуванням спирту для біопалива, переробки гною на біогаз, целюлозних відходів для виготовлення брикетів.

Аналіз стану виробництва сільськогосподарських культур в господарствах України та області показує [355], що вони формують середній та високий рівень врожайності, мають високі економічні показники при реалізації основної продукції, а вивчення можливості використання рослинних решток та побічної продукції рослинництва на даний час здійснено не в повній мірі.

Поряд із ресурсом рослинних решток та пожнивних залишків польових культур на енергетичні цілі, в нашій країні інтенсивно вивчають можливість вирощування фітомаси енергетичних культур на маргінальних землях.

Енергетичні культури – це трав'янисті рослини, чагарники, швидкоростучі дерева, або інші види рослин, фітомаса яких може використовуватися як сировина для біопалива [356].

На даний час, більшість енергетичних культур вже вивчено в плані можливості використання їхнього енергетичного потенціалу, але з них лише невелику кількість вирощують в промислових масштабах. Найбільш поширеними є представники родів *Miscanthus* (міскантус гігантський), *Salix* (верба енергетична) та *Panicum* (просо прутоподібне). Ці рослини культивують на одному місці від 10 до 30 років, вони невибагливими до умов вирощування і здатні продукувати велику кількість біомаси на одиницю площі [357]. Саме тому, вітчизняні вчені значну увагу приділяють всебічному вивченню енергетичних культур: Д.Б. Рахметов, В.Л. Курило, М.В. Роїк, М.Я. Гументик, В.О. Зінченко, М.І. Кулик та ін.

Визначено, що за природно-економічними чинниками Україна належить до країн з сприятливими умовами для забезпечення продовольчої безпеки, має високий потенціал створення стабільного ринку енергетичних культур та використання їхньої сировини в біопаливній промисловості [358].

У зв'язку з вищевикладеним, визначення потенціалу

«ІМЕСГ», 2010. – 36 с.

³⁵⁴ Дегодюк С. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні / [С. Дегодюк, Е. Дегодюк, О. Літвінова, та ін.] // Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер : Агрономія. – 2013. – № 17(1). – С. 205–211.

³⁵⁵ Врожай зернових у 2016 році сягнув рекордних 66 мільйонів тонн [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2157010-vrozaj-zernovih-u-2016-roci-sagnuv-rekordnih-66-miljoniv-tonn-minagro.html>

³⁵⁶ Кулик М.І. Довідник: ботаніко-біологічна характеристика, особливості вирощування та використання енергетичних культур. Частина перша: світчграс (просо лозоподібне) / М.І. Кулик. – Полтава, 2014. – 130 с.

³⁵⁷ Кулик М.І. Фітоенергетичні культури : навч. посіб. / М.І. Кулик, О.В. Калініченко, М.А. Галицька, І.О. Яснолоб. – Полтава, 2017. – 150 с.

³⁵⁸ Курило В.Л. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / В.Л. Курило, М.В. Роїк, О.М. Ганженко // Біоенергетика. – 2013. – Вип. № 1. – С. 5–10.

продуктивності побічної продукції і рослинних решток сільськогосподарських та фітомаси енергетичних культур для виробництва біопалива є актуальним питанням сьогодення.

Дослідження, що проведено в умовах Лісостепу України поєднували вивчення енергетично-доступного потенціалу наступних рослин: пшениці озимої, ячменю, сої, кукурудзи, соняшнику (польові культури) та проса прутоподібного, міскантусу гігантського, верби енергетичної, сіди багаторічної, біг блуестему (енергетичні культури).

Закладку дослідів, вирощування енергетичних культур проводили згідно методичних рекомендацій В. Л. Курила та ін. вчених [359, 360]. Облік врожаю вегетативної надземної маси рослин проводили за методикою А.О. Бабича [361]. Енергетичну ефективність оцінювали за методикою Р.В. Морозова та Є.М. Федорчука [362].

За проведення досліджень застосовували як загальноприйняті [363, 364] так і спеціальні методи [365, 366]. Урожайність основної продукції визначали шляхом перерахунку врожайності кожної культури на стандартну вологість і чистоту. Вихід побічної продукції встановлювали із використанням узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси [367].

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень виконували за допомогою методів дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу з використанням ліцензійної комп'ютерної програми Statistica–6.0.

За результатами проведених досліджень визначено урожайність та вихід побічної продукції польових культур (табл. 1–2).

Залежно від умов вегетаційних років дослідження, в умовах 2015–2016 рр. порівняно на високому рівні урожайність зерна була у кукурудзи, відповідно 6,5 та 6,6 т/га та пшениці озимої – 4,9 та 4,8 т/га, суттєво меншою у соняшнику (3,7 та 3,8 т/га), ячменю (3,2 та 3,4 т/га) і сої (2,1 та 2,3 т/га).

³⁵⁹ Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітку ґрунту і сівби проса лозовидного / [В.Л. Курило, М.Я. Гументик, Г.С. Гончарук та ін.]. – К. : Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, 2012. – 26 с.

³⁶⁰ Купцов Н. С. Энергоплантации. Справочное пособие по использованию энергетических растений / Н. С. Купцов, Е. Г. Попов. – Мн.: Техналогия. – 2015. – 128 с.

³⁶¹ Методика проведення дослідів по кормовиробництву / під ред. А.О. Бабича. – Вінниця : [б. в.], 1994. – 88 с.

³⁶² Морозов Р.В. Оцінка біоенергетичного потенціалу рослинних відходів та енергетичних культур у сільському господарстві / Р.В. Морозов, Є.М. Федорчук // Науковий вісник Херсонського державного університету, 2015. – Випуск 10. – Частина 3. – С. 111–117.

³⁶³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

³⁶⁴ Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії / [В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко та ін.]. – К. : Дія, 2005. – 288 с.

³⁶⁵ Таргоня В. Визначення реального потенціалу сільськогосподарської біомаси, придатної для використання на енергетичні потреби / В. Таргоня // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. / ДНУ (УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого). – Дослідницьке, 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2. – С. 360–371.

³⁶⁶ Kulyk M. Methods of calculation productivity phytomass switchgrass in Ukraine / M. Kulyk, W. Elbersen. – Poltava, 2012. – 10 p.

³⁶⁷ Методика узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси / [В.О. Дубровін, Г.А. Голуб, С.В. Драгнев та ін.]. – К. : ТОВ «Віолпринт», 2013. – 25 с.

1. Урожайність польових культур, т/га (2015–2016 рр.)

Культура	Роки		+/- до попереднього року	Середнє за роки
	2015	2016		
Пшениця зима	4,9	4,8	– 0,1	4,9
Ячмінь	3,2	3,4	+ 0,2	3,3
Соя	2,1	2,3	+ 0,2	2,2
Кукурудза	6,5	6,6	+ 0,1	6,6
Соняшник	3,7	3,8	– 0,1	3,8
НІР ₀₅	1,2	1,1	–	–

Джерело: авторські розрахунки

Частину рослинних решток із усього загалу (30 %), що не використовується для тваринництва та внесення в ґрунт, доцільно залучити як сировину для виробництва біопалива. Потенціал рослинних решток польових культур (табл. 2) визначали згідно перевідних коефіцієнтів, та урожайності основної продукції.

2. Потенціал рослинних решток польових культур для використання на біопаливо, т/га (2015–2016 рр.)

Культура	Кое-фіцієнт	Роки		Разом за два роки	Середнє за роки
		2015	2016		
Пшениця зима	1,0	4,9	4,8	9,7	4,9
Ячмінь	1,2	3,8	4,1	7,9	4,0
Соя	1,5	3,2	3,5	6,7	3,3
Кукурудза	1,3	8,5	8,6	17,1	8,5
Соняшник	2,2	8,1	8,4	16,5	8,3
Всього		28,5	29,3	57,8	28,9

Джерело: авторські розрахунки

У середньому за два роки найбільшу кількість рослинних решток мають соняшник та кукурудза: (8,5 і 8,3 т/га), істотно менше – пшениця озима (4,9 т/га) та ячмінь (4,0 т/га), найменше – соя (3,3 т/га), див. рис. 1. Це відобразилось на загальній кількості рослинних решток, що отримали за 2015–2016 рр.: найбільше їх виявилось у соняшнику та кукурудзи – 17,1 і 16,5 т/га, значно менше – у інших культур поставлених на вивчення.

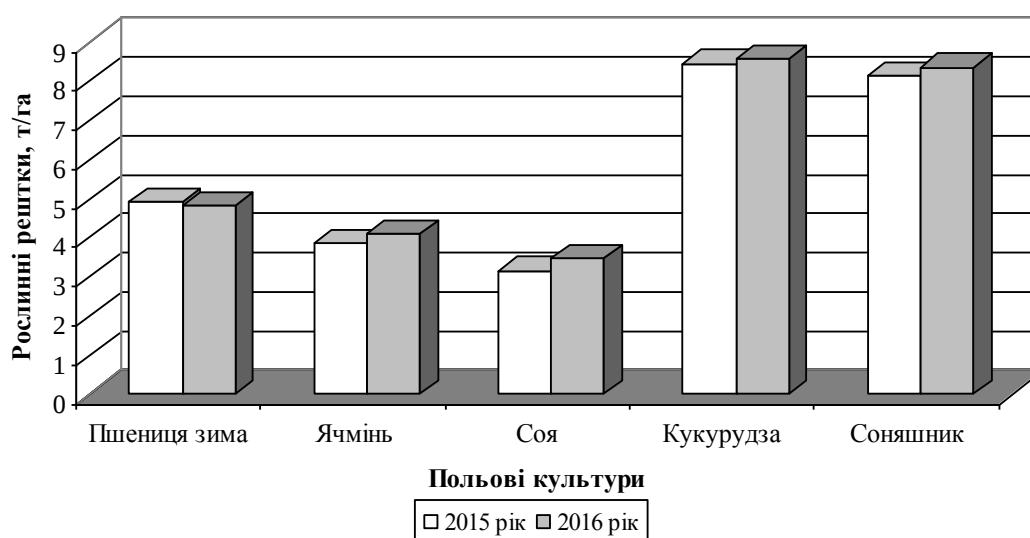


Рис. 1. Потенціал рослинних решток польових культур, 2015-2016 рр.

Джерело: авторські розрахунки

Результати обрахунку енергетичного потенціалу рослинних решток сільськогосподарських культур, згідно енергоємності сировини (17 МДж/кг), наводимо у табл. 3.

3. Енергетичний потенціал рослинних решток польових культур, т ум. п./га (2015–2016 рр.)

Культура	Роки		Разом за два роки	Середнє за роки
	2015	2016		
Пшениця зима	2,8	2,8	5,6	2,8
Ячмінь	2,2	2,4	4,6	2,3
Соя	1,8	2,0	3,8	1,9
Кукурудза	4,9	5,0	9,9	4,9
Соняшник	4,7	4,9	9,6	4,8
Всього	16,5	17,0	33,5	16,8

Джерело: авторські розрахунки

У середньому за два роки енергетичний потенціал рослинних решток сільськогосподарських культур виявився найбільшим у кукурудзи (4,9 т ум. п.) та соняшнику (4,8 т ум. п.), менше – у пшениці озимої (2,8 т ум. п.), найменше у ячменю (2,3 т ум. п.) та сої (1,9 т. ум. п.). Всього енергетичний потенціал рослинних решток сільськогосподарських культур за 2015 р. становив 16,5 т ум. п., за 2016 р. – 17,0 т ум. п., а за два роки – 33,5 т ум. п.

За результатами проведеного експерименту було визначено урожайність сухої фітомаси енергетичних культур, що варіювала у широких межах – від 1,3 до 16,8 т/га (табл. 4).

Суттєве зростання урожайності енергетичних культур зафіксовано з третього по п'ятий рік вегетації у наступних культур: верба енергетична (від 12,9 до 16,8 т/га), міскантус гігантський (від 11,6 до 15,5 т/га) та

просо прутоподібне (від 11,3 до 14,1 т/га), суттєво менше – у сіди багаторічної (від 8,9 до 12,3 т/га) та біг блуестему (від 9,4 до 9,7 т/га).

4. Урожайність сухої фітомаси енергетичних культур, т/га (2012–2016 рр.)

Варіанти	Роки					Середнє за роки
	2012	2013	2014	2015	2016	
Просо прутоподібне	1,3	3,8	11,3	13,7	14,1	8,8
Міскантус гігантський	2,9	5,6	11,6	15,0	15,5	10,1
Верба енергетична	3,6	7,4	12,9	14,6	16,8	11,1
Сіда багаторічна	2,3	6,2	8,9	11,5	12,3	8,2
Біг блуестем	1,9	4,2	9,4	10,2	9,7	7,1
Середнє значення	2,4	5,4	10,8	13,0	13,7	9,1
НІР ₀₅	1,07	0,52	0,44	1,25	1,47	0,41

Джерело: авторські розрахунки

Графічне відображення урожайності сухої фітомаси енергетичних культур третього-п'ятого років вегетації наведено на рис. 2.

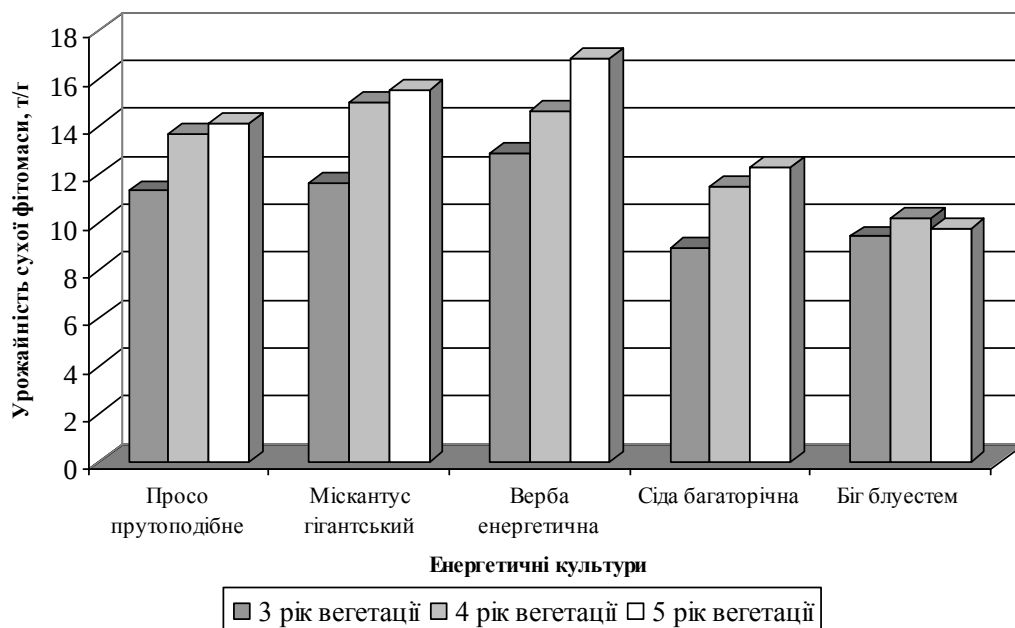


Рис. 2. Урожайність фітомаси енергетичних культур третього-п'ятого років вегетації, 2014–2016 рр.

Джерело: авторські розрахунки

В середньому за роки дослідження, в розрізі енергетичних культур поставлених на вивчення, високу і стабільну врожайність сухої фітомаси забезпечували наступні рослини: верба енергетична (11,1 т/га), міскантус гігантський (10,1 т/га), просо прутоподібне (8,8 т/га), суттєво нижчу продуктивність зафіксовано у сіди багаторічної (8,2 т/га) та біг блуестему (7,1 т/га).

Результати обрахунку енергетичного потенціалу фітомаси досліджуваних енергетичних культур свідчить, що їхня надземна вегетативна маса мала різну енергоємність (18–19 МДж/кг), що в першу чергу залежала від вмісту вологи в сировині на час збирання та видових особливостей рослин (табл. 5).

**5. Енергетичний потенціал фітомаси енергетичних культур,
т ум. п./ га (2015–2016 рр.)**

Культура	Роки		Разом за два роки	Середнє за роки
	2015	2016		
Просо прутоподібне	8,4	8,7	17,1	8,5
Міскантус гігантський	9,2	9,5	18,7	9,4
Верба енергетична	9,0	10,3	19,3	9,6
Сіда багаторічна	7,1	7,6	14,7	7,3
Біг блуестем	6,3	6,0	12,3	6,1
Всього	39,9	42,0	82,0	41,0

Джерело: авторські розрахунки

У середньому за два роки енергетичний потенціал фітомаси енергетичних культур виявився найбільшим у верби енергетичної та міскантусу гігантського (відповідно 9,6 та 9,4 т ум. п./га), середнім – у проса прутоподібного та сіди багаторічної (відповідно 8,5 та 7,3 т ум. п./га), найменшим – у біг блуестему (6,1 т ум. п./га). Разом за два роки високий енергетичний потенціал мали: верба, міскантус та просо прутоподібне (відповідно 19,3; 18,7 та 17,1 т ум. п./га), найменшим – сіда багаторічна та біг блуестем (відповідно 14,7 та 12,3 т ум. п./га).

Порівняння енергетичного потенціалу рослинної сировини свідчить, що за роки дослідження вихід умовного палива на гектар був значно більшим у енергетичних культур, порівняно з рослинними рештками польових культур (рис. 3).

Польові культури забезпечили низький вихід альтернативного палива (т ум. п./га): пшениця озима – на рівні 2,8; ячмінь – від 2,2 до 2,4; соя – від 1,8 до 2,0; кукурудза – від 4,9 до 5,0 та соняшник – від 4,7 до 4,9.

З-поміж енергетичних культур, найбільшу енергоємність сировини та значний вихід біопалива забезпечила верба (від 9,0 до 10,3 т ум. п./га), міскантус гігантський (від 9,2 до 9,5 т ум. п./га) та просо прутоподібне (від 8,4 до 8,7 т ум. п./га), інші (сіда багаторічна та біг блуестем) – менше 7,0 т ум. п./га.

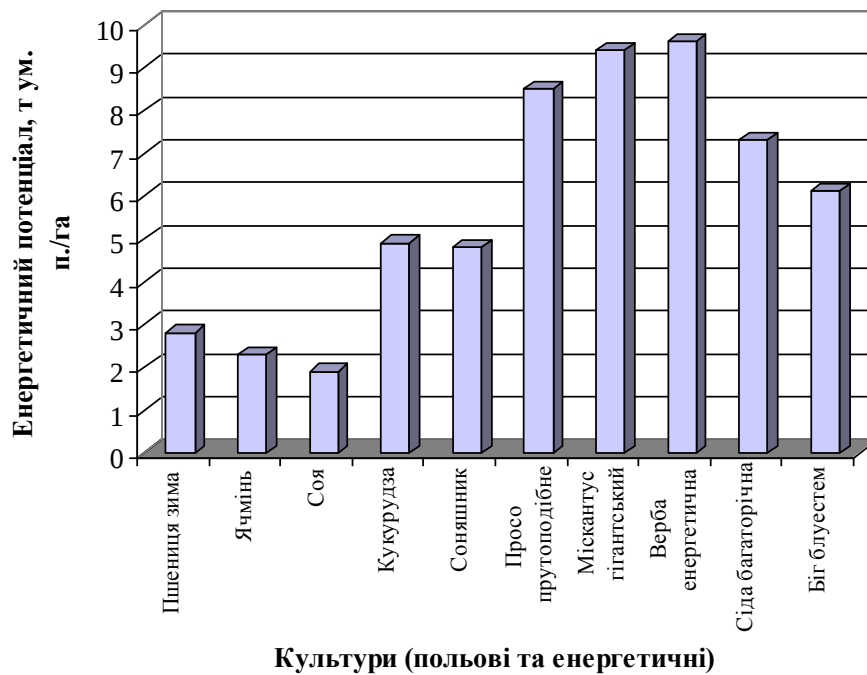


Рис. 3. Енергетичний потенціал рослинних решток польових та фітомаси енергетичних культур т ум. п./ га (середнє за 2015–2016 рр.)

Джерело: авторські розрахунки

Висновки: 1. Україна має значний потенціал рослинних ресурсів для задоволення власних потреб та забезпечення зовнішнього ринку альтернативним біопаливом. Значні площі маргінальних земель доцільно використати для вирощування енергетичних культур з метою отримання сировини для виробництва біопалива.

2. Найбільшу кількість та енергетичний потенціал рослинних решток польових культур забезпечують соняшник та кукурудза, значно менше – пшениця озима, ячмінь та соя. З-поміж енергетичних культур найбільшу урожайність фітомаси та енергетичний потенціал мають: верба, міскантус гігантський та просо прутоподібне, найменший – сіда багаторічна та біг блуестем.

3. За енергетичним потенціалом, порівняно із рослинними рештками польових культур (1,8–5,0 т ум. п./га), найбільший вихід умовного палива на гектар (в межах 8,4–10,3 т ум. п./га) забезпечує верба енергетична, міскантус гігантський та просо прутоподібне.

5.10. Енергетичні культури як альтернатива традиційним видам палива

Пузир Т.М.

ВП НУБіП України «Боярський коледж екології і природних ресурсів»

Сербенюк Г.А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Споживання енергії є обов'язковою передумовою існування людства. Наявність доступної для споживання енергії завжди було необхідною умовою для задоволення потреб людини, збільшення тривалості та поліпшення умов її життя. Тому останнім часом все більш пильну увагу світової спільноти привертають питання, які пов'язані з перспективами використання альтернативних джерел енергії.

Одним із найперспективніших, альтернативних та відновлювальних джерел енергії на сьогодні є тверда біомаса (біопаливо) органічного походження, в тому числі і рослинного, яка є екологічно чистим відновлювальним джерелом енергії.

Джерелом енергетичної сировини (біопалива) можуть бути як побічні продукти рослинного походження (солома, соняшникове лушпиння, стебла кукурудзи тощо), щорічні відходи яких становлять до 50 млн т, так і спеціально призначені для цього т. з. енергетичні рослини, які є головним абсорбентом вуглекислого газу, зменшуючи його кількість в атмосфері. Вони утворюють високі врожаї біомаси, яку можна було б використати на енергетичні цілі для виробництва біопалива.

З-поміж усіх джерел відновлювальної енергії, особливе місце належить саме біоенергії з її застосуванням у багатьох сферах нашого життя. Порівняно з іншими джерелами відновлювальної енергії, саме біоенергія, отримана з біомаси, має численні переваги: низькі витрати на виробництво, широку сферу використання, децентралізоване виробництво, а також постійне постачання екологічно безпечної сировини. Для аграріїв вона є новим і альтернативним джерелом доходу, що сприяє створенню нових робочих місць, а також підвищує значимість сільської місцевості. Всі відомі енергоносії – електрика, тепло та паливо – можна отримати з біомаси.

На сьогодні у країнах Євросоюзу 13,2 млн га земель є доступними для вирощування енергокультур; до 2020 р. цей показник може вирости до 20,5 млн га, а до 2030 р. – до 26,2 млн га. За оцінкою Європейської Комісії, під енергетичні культури необхідно задіяти близько 10 % всіх використовуваних сільськогосподарських земель. Майже всі європейські енергетичні програми передбачають збільшення частки відновлювальних джерел енергії [368].

³⁶⁸ Блюм Я.Б. Новітні технології біоенергоконверсії / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та ін. – К. : «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.

Для України біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, враховуючи високу залежність країни від імпортованих енергоносіїв, в першу чергу, природного газу, і великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. На жаль, темпи розвитку біоенергетики в Україні досі істотно відстають від європейських. На сьогоднішній день частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні становить 1,78 %. Щорічно в Україні для виробництва енергії використовується близько 2 млн т у.п./рік біомаси різних видів. На деревину припадає найвищий відсоток використання економічно доцільного потенціалу – 80 %, тоді як для інших видів біомаси (за винятком лушпиння соняшника) цей показник на порядок нижче. Найменш активно (на рівні 1 %) реалізується енергетичний потенціал соломи зернових культур та ріпаку.

На сьогоднішній день досліджується більше 20 видів швидкоростучих енергетичних культур, які доцільно вирощувати для отримання рослинної біомаси. До енергетичних культур належать швидкоростучі дерева різних видів верби і тополі, однорічні та багаторічні трав'янисті рослини, наприклад сорго, цукровий очерет, міскантус, амарант, гірчак гострокінцевий, горець сахалінський, мальва пенсильванська, румекс, просо лозове, гібридний тютюн.

До енергетичних рослин також належать традиційні сільськогосподарські культури, що вирощуються з метою виробництва біодизельного пального (ріпак, соняшник), біоетанолу (кукурудза, пшениця) та біогазу (кукурудза). Одним із напрямків використання біомаси є її переробка у рідке біопаливо: біодизель та біоетанол. Зібрана біомаса використовується для виробництва теплової та електричної енергії, може бути сировиною для виробництва твердого біопалива, як паливні гранули та брикети. Кліматичний пояс, у якому розміщена Україна, придатний для вирощування багатьох енергетичних культур [369, 370].

В Україні налічується близько 3,5 млн га земель, виведених із сівозмін через їх низьку родючість, схильність до ерозії тощо. Вирощування швидкоростучих високоврожайних енергетичних культур на даних землях збереже ґрунти від ерозії, збільшить потужність гумусного шару і загалом покращить екологічний та енергетичний стан країни. найбільш енергетично ефективними є три види енергетичних культур: швидкоростуча верба прутовидна (*Salix viminalis*), міскантус (*Miscanthus*), тополя (*Populus spp.*)

На сьогодні в Україні є кілька компаній, що займаються вирощуванням енергетичних культур на комерційному рівні. Ще ряд компаній планують найближчим часом вийти на цей ринок.

Компанія «Salix Energy», яка була заснована в 2010 р., має найбільші в

³⁶⁹ Гументик М.Я. Атлас високопродуктивних біоенергетичних культур / М.Я. Гументик // Біоенергетика. – №2. – 2013. – С. 6-7.

³⁷⁰ Гелетука Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. / Г.Г. Гелетука, Т.А. Железна, П.П. Кучерук, Є.М. Олійник // Аналітична записка БАУ. – 2014. – №9. – С. 9–10.

Україні плантації енергетичної верби (*Salix Viminalis*), розташовані у Волинській та Львівській областях (>1500 га). Розводяться 6 сортів верби, в тому числі польські, шведські. В 2013 р. компанія зареєструвала свій власний сорт «Марцияна» (єдиний офіційно зареєстрований в Україні). «Salix Energy» планує збирати тріску з енергетичної верби для виробництва теплової та електричної енергії на території України [371].

ТОВ «Аграрна Співдружність» у 2011 р. розпочало реалізацію проекту з вирощування енергетичної верби (*Salix Viminalis*) і виробництва паливних гранул з неї. Земельний фонд проекту – 2000 га, розрахункова виробнича потужність заводу – 24 тис. т/рік [372].

За даними фахівців Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України для умов України перспективною є верба – *Salix*, яка дає можливість створення сортів і гібридів для різних напрямів використання. Для енергетичних цілей використовують вербу виду *Salix Viminalis* (верба прутopodobна) та її похідні [373]. Також в Україні ведеться широка науко-дослідна робота зі створення нових сортів верби, які придатні для промислового вирощування. Зараз проводиться апробація відомих європейських сортів таких, як: Sven, Klara, Inger, Tora та інші.

Серед деревних рослин, саме верба сьогодні використовується у світі в якості основної енергетичної культури, що дозволяє створювати високопродуктивні плантації з тривалим терміном існування.

Енергетична верба – кущ або кущоподібне дерево висотою до 6–8 м, має велику кількість пагонів, якими досить легко розмножується. Культура характеризується високими показниками приросту по довжині – до 3–5 см на день, в середньому 1,5 м в рік. Деревина верби у порівнянні з більшістю інших деревних порід відносно легка.

Насадження верби залишаються продуктивними протягом 20–30 років, а врожай цього періоду можна збирати кожні 2–3 роки. Середній врожай верби становить 10–12 т сухої маси з га за рік [370]. Найбільший врожай отримують на 4–5 рік вирощування – 16–20 сух. т/га/рік. За даними деяких авторів, при особливо сприятливих умовах врожай може досягати 30–40 сух. т/га/рік [374].

Позитивною особливістю верби є стійкість до морозів, шкідників, хвороб. Вона може рости на ґрунтах різного типу, на заболочених і непродуктивних землях. Насадження верби широко використовують для закріплення берегів, балок, ярів, а завдяки високій транспіраційній здатності можна вирішити проблему осушення ґрунтів з великим обсягом підземних вод або захистити землю від заболочування. У той же час опале листя та вербові корені допомагають збагатити ґрунт

³⁷¹ Веб-сайт компанії «Salix Energy» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.salix-energy.com/>

³⁷² ТОВ «Аграрна Співдружність» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.n-tech.com.ua/pages/rus-info-agrarное-sodruzhestvo.html>

³⁷³ Роїк М.В. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива / М.В. Роїк, М.Я. Гументик, В.В. Мамайсур // Біоенергетика. – 2013. – № 2. – С. 18–19

³⁷⁴ Енергетична верба [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://bioenergy.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=836:2011-12-21-21-08-52&catid=34:2009-08-22-12-03-35&Itemid=98.

мінералами та поживними речовинами. Вкорінені гілки ефективно захищають верхній шар ґрунту від ерозії та зсувів.

Енергетична верба, як і інші енергетичні культури, може вирощуватися на схилах, деградованих землях, запобігаючи подальшій деградації та сприяючи довгостроковому відновленню. Більш масштабне збирання біомаси дозволить зберегти ліси та відновити деградовані землі, а також забезпечить дешевшу та більш екологічну альтернативу природному газу.

Сировина, яка вирощена на вербових плантаціях, забезпечує як енергетичні цілі так і може використовуватися у целюлозно-паперовій і хімічній промисловості, для виготовлення плетених виробів. Це може стати додатковим джерелом прибутку.

Тополя (*Populus spp.*) як і верба відноситься до багаторічних деревоподібних енергетичних культур. Вона вирощується у подібних з вербою умовах та за схожими технологіями. Тополя стійка до шкідників, може рости на бідних ґрунтах і забруднених землях, проте вона менш морозостійка, ніж верба, тому, як правило, не вирощується в північноєвропейських країнах. Культура практично не вимагає застосування пестицидів і добрив. З плантації енергетичної тополі можна отримувати біомасу в обсязі 8–15 сух. т/га в рік, а на хороших ґрунтах нові клони можуть давати до 16–20 сух. т/га в рік.

Енергетичну тополь можна вирощувати за трьома технологіями: плантації з (I) дуже швидким, (II) швидким і (III) середнім оборотом. Вони різняться кількістю насаджень на гектар і частотою збору врожаю. Термін існування плантації енергетичної тополі – 15–20 років. При 3–річному циклі вирощування за цей період можна зібрати 5–7 врожаїв [375].

Існують різні види тополі, серед яких для умов України фахівці рекомендують тополь Торопогрицького (гібрид тополі євроамериканської I-214 і пірамідальної), яка характеризується високою продуктивністю та стійкістю до несприятливих умов. У звичайних умовах середній приріст тополі Торопогрицького становить 14 м³/га на рік, а при високій зволоженості і трофності ґрунту цей показник може вирости майже до 37 м³/га на рік [376].

Міскантус (*Miscanthus*) являє собою багаторічну кореневищну траву, яку вирощують на території Південно-Східної Азії та центральних районів США для потреб опалення. До Європи міскантус потрапив у 16 столітті.

Вперше міскантус почали вирощувати на Поліссі у місті Житомирі. Міскантус – одна із енергетичних культур європейської кліматичної зони. Рослина невибаглива до ґрунту, росте 30 і більше років, але найбільші врожаї дає перші 25 років. Висота стебла може сягати 4,5

³⁷⁵ Енергетична тополя [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://bioenergy.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=8382011-12-21-21-36-30&catid=34:2009-08-22-12-0335&Itemid=98

³⁷⁶ Фучило Я.Д. Досвід та перспективи вирощування тополі (*POPULUS SP.L.*) в південному степу України / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, О.Я. Фучило, В.М. Літвін // Наукові праці Лісової академії наук України: збірник наукових праць. – 2009. – Вип. 7. – С. 66–69.

метрів. Після одноразової посадки культуру можна збирати щорічно протягом 15 і більше років з середньою врожайністю порядку 10 сух. т/га. Міскантус має добре розвинену кореневу систему (2,5 м углиб), характеризується швидким ростом, стійкістю до низьких температур. Така коренева система сприяє дуже доброму використанню елементів живлення і води. Культура має відносно невелику потребу у воді, відповідну річній кількості опадів на рівні 600–700 мм. Для вирощування підходять ґрунти середньої щільності з низьким рівнем ґрунтових вод. Міскантус ідеально підходить для вирощування на забруднених радіонуклідами і пестицидами малопродуктивних землях. За рахунок високої врожайності сухої біомаси (до 20 т/га), високої теплотворної здатності (5 кВт/год/кг або 18 МДж/кг), низької природної вологості стебел на час збирання (до 15 %) міскантус, порівняно з іншими культурами, є найефективнішою рослиною для виробництва біопалива. Стебла міскантусу ростуть заввишки до 4 м і містять 65–75 % целюлози, що обумовлює його високу енергетичну цінність. Під час згорання біомаси виділяється менша кількість вуглекислого газу, ніж було його абсорбовано рослинами у процесі фотосинтезу, тому використання біопалива з міскантусу не сприятиме розвитку парникового ефекту. Крім того, вирощування міскантусу позитивно впливає на родючість ґрунту, оскільки впродовж чотирьох років вирощування у ґрунті накопичується 15–20 т/га кореневищ, що еквівалентно 7–10 т/га органічних добрив [370].

Вирощування всіх енергетичних культур можна умовно розбити на 3 етапи: 1) підготовка ґрунту; 2) безпосередньо вирощування (посадка, догляд за плантацією); 3) збір врожаю (заключною операцією є ліквідація плантації після закінчення строку її існування). В залежності від виду енергетичної культури процес вирощування має свої характерні особливості. Так, наприклад, міскантус висаджується кореневищами, тополя і верба – саджанцями.

Отже, більшість енергетичних рослин цінні великим урожаєм і невибагливістю до вирощування, формують потужну вегетативну масу за відносно короткий період часу, що інтенсивно фотосинтезує, зменшуючи надлишок вуглекислоти в атмосфері та наслідки «парникового ефекту» антропогенного походження. Коренева система за довготривалого вирощування культури на одному місці збагачує вміст органічної речовини в ґрунті, тим самим підвищуючи його родючість.

Фітомаса енергетичних культур використовується не лише як сировина для виробництва біопалива, але й має широкий спектр застосування. Біомасу переробляють на різноманітні енергоносії: тверде паливо, біодизель та біоетанол, а також біогаз. Також, з отриманої сировини можна отримувати складові для хімічної промисловості (біополіетилен, біопластмаси, різні композиції побутової хімії) та продукти більш глибокого хімічного синтезу (фармацевтичні препарати, фарби та лаки та ін.).

5.11. Оцінка фосинтетичної продуктивності ярого ячменю в умовах змін клімату в Житомирській області

Барсукова О.А., Колун А.О.

Одеський державний екологічний університет

Ячмінь в Україні та інших державах СНД та Європи завжди був провідною зернофуражною культурою. Собівартість його виробництва нижча, ніж усіх інших зернових культур, а зерно є найзбалансованішим за амінокислотним складом. В Україні вирощують щорічно 3,0–4,0 млн. га ячменю ярого. У роки масового пересіву загиблої озимини площі під ярим ячменем можуть подвоюватись, а в південних регіонах – зростати навіть у 5–7 разів.

Селекція робить значний внесок у підвищення продуктивності і якості сільськогосподарських культур. Спеціальними дослідженнями встановлено, що внесок селекції у досягнуте, в останні роки зростання урожайності ячменю ярого становить більше 55 %. Проте характерною рисою виробництва зерна ячменю в Україні завжди були несталість врожаїв і валових зборів зерна через нестабільність умов вирощування.

Ячмінь ярий впродовж вегетаційного періоду проходить відповідні фази розвитку, пов'язані з утворенням нових органів, або їх формуванням. Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність рослин перебуває в певній залежності від умов вирощування. Найкраще розвиваються рослини при оптимальному забезпеченні необхідними чинниками життя і високоякісному виконанні всіх агротехнічних заходів.

Урожайність ярого ячменю залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є світло, тепло, волога, мінеральне живлення тощо. Зміни клімату, які особливо відчутні в останнє десятиліття, спричиняють зміну агрокліматичних умов вирощування ярого ячменю, які, в свою чергу, спричиняють зміну темпів розвитку культури, показників формування її продуктивності, яка значною мірою визначає рівень врожайності [377].

Фотосинтетична діяльність рослин залежить головним чином від надходження сонячної радіації, як первинного джерела усіх біологічних і фізичних процесів, які відбуваються в рослинах. За даними [378, 379] роль сонячної радіації в житті рослин багатостороння і визначається вона не тільки закономірностями зміни елементів фотосинтетичної діяльності рослин в залежності один від одного, але і під впливом змін агрокліматичних та агротехнічних заходів, густоти рослин, норм і термінів зрошення та норм і термінів живлення. Тому головною метою

³⁷⁷ Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія / А.М. Польовий. – Одеса : «ТЕС», 2012. – 612 с.

³⁷⁸ Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов / А.Н. Полевой. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 318 с.

³⁷⁹ Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая / Х.Г. Тооминг. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.

даного дослідження було дослідити вплив зміни кліматичних умов майбутнього на фотосинтетичну продуктивність посівів ярого ячменю, основними показниками якої є розміри асимілюючої поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів, кількісні показники приростів рослинної біомаси на одиницю площі, чиста продуктивність фотосинтезу та урожай зерна. Детальний аналіз динаміки показників фотосинтетичної продуктивності посівів ярого ячменю виконувався на матеріалах середніх багаторічних спостережень за період з 1986 по 2005 рр. у відповідності з агрокліматичним довідником України на прикладі Житомирської області [380]. По цій же області виконувались розрахунки показників фотосинтетичної продуктивності ячменю за моделлю, розробленою А.М. Польовим. Для оцінки можливих змін клімату було використано сценарій *A1B* – «помірний», який передбачає рівновагу між усіма джерелами енергії [381]. Розрахунки виконувались за два проміжки часу з 2011 по 2030 рр. (перший розрахунковий період) та 2031–2050 рр. (другий розрахунковий період).

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними величинами за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1986 по 2005 рр.

Слід зазначити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності ярого ячменю розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на формування продуктивності ярого ячменю на фоні зміни кліматичних умов нами розглядались такі варіанти:

- базовий (середні багаторічні);
- кліматичні умови періоду;
- кліматичні умови періоду + збільшення CO_2 в атмосфері до 470 ppm.

Важливу роль у формуванні урожаїв сільськогосподарських культур відіграє максимальна площа листя та тривалість її роботи. Одним із показників фотосинтетичної діяльності є розмір асимілюючої площі, який виражається в $\text{м}^2/\text{м}^2$. На величину фотосинтетичної роботи листя впливають агрометеорологічні умови вегетації, густота посівів, своєчасність внесення добрив, надходження сумарної радіації. За високої агротехніки вирощування рослин розміри асимілюючої поверхні в значній мірі залежать переважно від надходження сонячної енергії, термічного режиму повітря і ґрунту, мінерального живлення.

Показники фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю розраховані за сценарієм *A1B* для Житомирської області наведені табл. 1. За умов реалізації сценарію зміни клімату *A1B* за період 2011–2030 рр.

³⁸⁰ Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбиди, А.Л. Прокопенко. – Кам'янець-Подільськ, 2011. – 107 с.

³⁸¹ Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. – Одеса : Екологія, 2011. – 694 с.

площа листя ярого ячменю в період максимального розвитку збільшиться в Житомирській області – на $0,05 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в порівнянні з базовим періодом (табл. 1, рис. 1). В умовах збільшення CO_2 площа листя ярого ячменю зросте лише на 5 %.

1. Порівняння показників фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю за середньо багаторічними даними (1986–2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату A1B (2011–2030 рр.) і (2031–2050 рр.)

Період	Варіант	Площа листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$	Чиста продуктивність фотосинтезу, $\text{г}/\text{м}^2 \text{ дек}$	Суха біомаса, $\text{г}/\text{м}^2$	Фотосинтетичний потенціал, $\text{м}^2/\text{м}^2$	Урожай, ц/га
Житомирська область						
1986-2005	Базовий	1,87	71	451	87	25
2011-2030	Клімат	1,82	73	465	83	26
	Клімат + CO_2	1,97	75	516	90	29
2031-2050	Клімат	2,02	69	508	95	27
	Клімат + CO_2	2,21	71	566	103	30

Джерело: авторські дослідження

В другий період (2031–2050 рр.) площа листя ярого ячменю збільшиться на $0,15 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

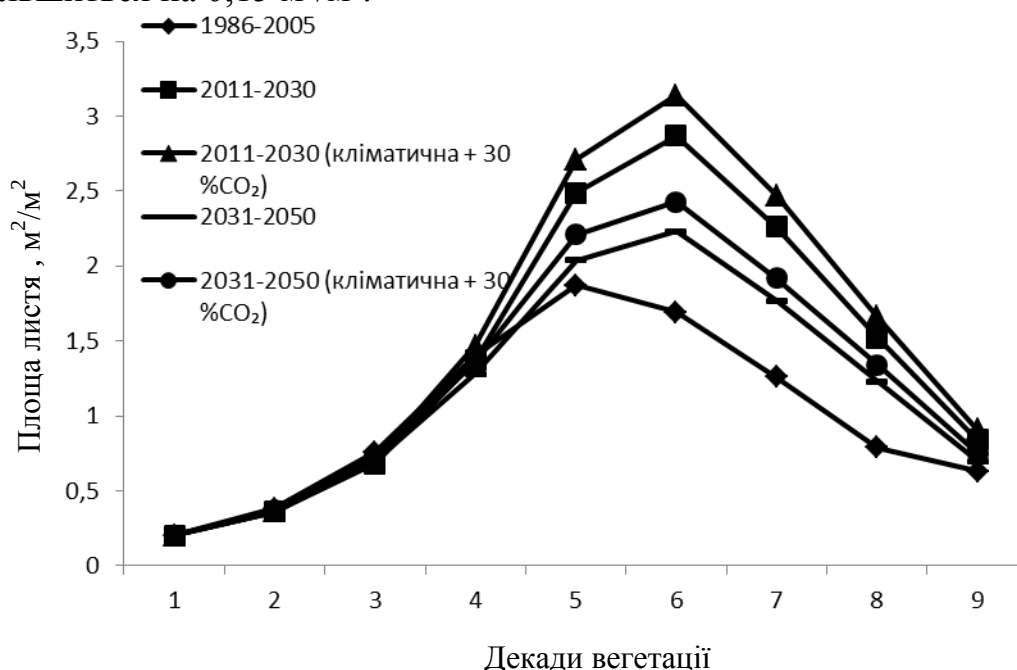


Рис. 1. Динаміка площі листя ярого ячменю в Житомирській області за середньо багаторічними даними (1986–2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату A1B (2011–2030 рр.) і (2031–2050 рр.)

Джерело: авторські дослідження

В умовах збільшення CO_2 в другий період площа листя ярого ячменю зросте в порівнянні з базовим на $8 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Як видно із табл. 1

найбільший приріст площі листя в другий період спостерігатиметься у варіанті зі збільшенням CO_2 і складатиме $2,21 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Фотосинтетичний потенціал ярого ячменю за сценарієм зміни клімату *A1B* (2011–2030 рр.) становитиме $83 \text{ м}^2/\text{м}^2$, що на $4 \text{ м}^2/\text{м}^2$ менше порівняно з базовим періодом. В умовах збільшення CO_2 фотосинтетичний потенціал ярого ячменю в порівнянні з базовим зросте на $3 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Фотосинтетичний потенціал ярого ячменю за сценарієм зміни клімату *A1B* (2031–2050 рр.) в Житомирській області становитиме $95 \text{ м}^2/\text{м}^2$, що на $8 \text{ м}^2/\text{м}^2$ більше порівняно з базовим періодом. В умовах збільшення CO_2 фотосинтетичний потенціал ярого ячменю зросте в порівнянні з базовим на 18%.

В залежності від збільшення показників фотосинтетичної продуктивності зросте і суха біомаса цілої рослини ярого ячменю. За сценарієм *A1B* в перший період вона збільшиться незначно, всього на 3 %. При збільшенні CO_2 – на 14 % в порівнянні з базовим періодом.

Урожай ярого ячменю за сценарієм зміни клімату *A1B* в перший період (2011–2030 рр.) очікуватиметься до 26 ц/га, тобто майже на рівні середніх багаторічних значень.

Збільшення вмісту CO_2 в атмосфері з 380 до 470 ppm в перший період суттєво підвищить рівень показників фотосинтетичної діяльності посівів, що спричинить підвищення врожаї зерна. Очікуваний урожай ярого ячменю за сценарієм *A1B* становитиме 29 ц/га.

В другий розрахунковий період в Житомирській області урожай ярого ячменю за сценарієм (2031–2050 рр.) становитиме 27 ц/га, що на 2 ц/га більше ніж в базовий період.

Збільшення вмісту CO_2 в атмосфері з 380 до 470 ppm в другий період підвищить рівень врожайності. Очікуваний урожай ярого ячменю становитиме 30 ц/га.

Розглянемо як змінюватимуться показники фотосинтетичної продуктивності за сценарієм зміни клімату *A1B*.

В Житомирській області площа листя ярого ячменю як в базовий період, так і в обидва розрахункові періоди за сценарієм зміни клімату *A1B* зростатиме до шостої декади досягне максимального значення і становитиме від $1,87$ до $2,21 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (рис. 1). В перший період у порівнянні з середньою багаторічною величиною вона зменшиться на 3%, в другий – збільшиться на $0,15 \text{ м}^2/\text{м}^2$. В умовах підвищення CO_2 , в Житомирській області площа листя ярого ячменю зростатиме також до шостої декади, в перший період $1,82 \text{ м}^2/\text{м}^2$. В другий період підвищення CO_2 сприятиме збільшенню площі листя на $0,34 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в порівнянні з площею базового періоду.

В Житомирській області в базовий період чиста продуктивність фотосинтезу збільшувалась з першої по п'яту декади вегетації досягла рівня $71 \text{ г}/\text{м}^2$ потім почала знижуватися (рис. 2). В обидва розрахункові періоди за сценарієм *A1B* чиста продуктивність фотосинтезу набуде максимального значення у п'яту декаду вегетації і становитиме $73 \text{ г}/\text{м}^2$

та 69 г/м^2 відповідно. В умовах збільшення CO_2 динаміка чистої продуктивності фотосинтезу повторить хід за кліматичними сценаріями. За умов збільшення CO_2 досягне в п'яту декаду вегетації значень 75 г/м^2 та 71 г/м^2 відповідно.

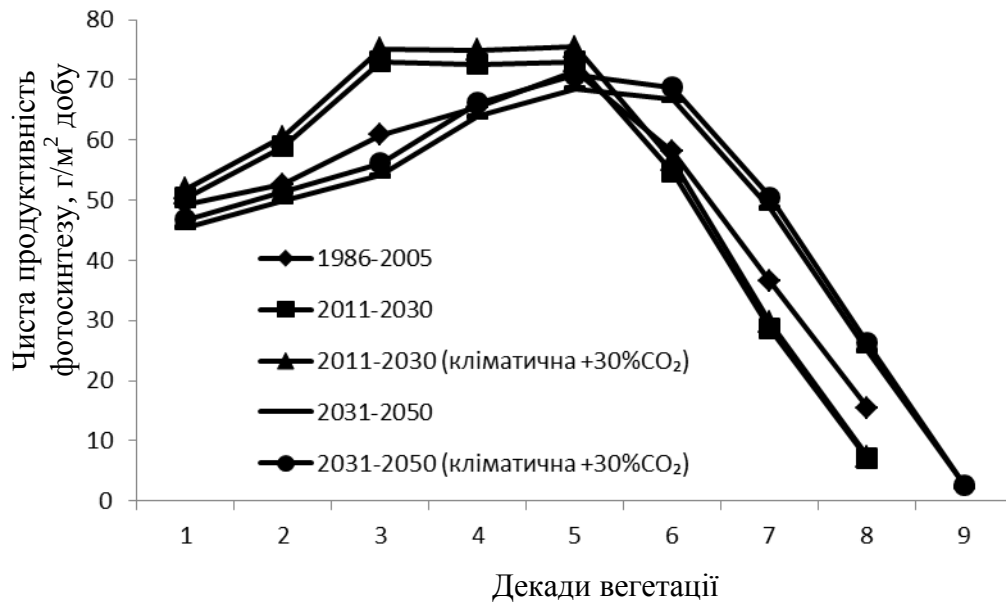


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу ярого ячменю в Житомирській області за середньобаторічними даними (1986–2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату A1B (2011–2030 рр.) і (2031–2050 рр.)

Джерело: авторські дослідження

Суша маса ярого ячменю в Житомирській області за середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.), почала зростати з п'ятої декади вегетації і це зростання тривало до дев'ятої і становила 288 г/м^2 (рис. 3). За сценарієм зміни клімату в перший період (2011–2030 рр.), суха маса ярого ячменю почне збільшуватись з п'ятої до дев'ятої декади вегетації і досягне рівня 301 г/м^2 . В період максимального розвитку в умовах збільшення CO_2 суха маса матиме вищі показники і в дев'яту декаду буде 336 г/м^2 (рис. 3).

В другий розрахунковий період (2031–2050 рр.) в Житомирській області суха маса ярого ячменю почне зростати з п'ятої декади і триватиме до десятої декади вегетації, і в десяту декаду становитиме 317 г/м^2 . За умови підвищення CO_2 суха маса в десяту декаду становитиме 356 г/м^2 (рис. 3).

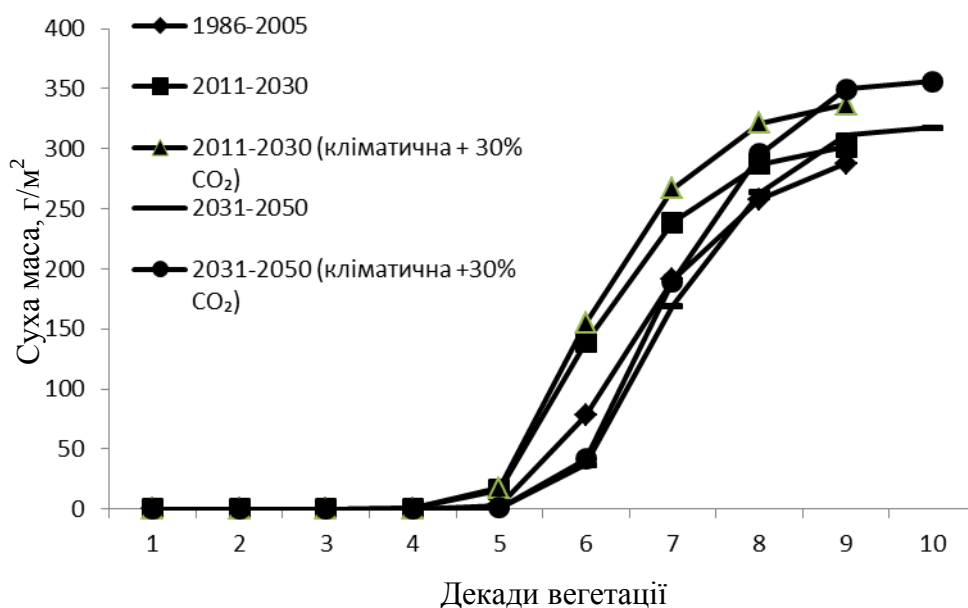


Рис. 3. Суха маса ярого ячменю в Житомирській області за середньо багаторічними даними (1986–2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату A1B (2011–2030 рр.) і (2031–2050 рр.)

Джерело: авторські дослідження

Порівняння показників фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю, розрахованими за сценаріями змін клімату показало, що зміни фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю відрізнятимуться за сценаріями. За розрахунками за сценарієм *A1B* очікувані умови будуть більш сприятливі в другий розрахунковий період для формування фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю і, отже, для формування більш високих врожаїв зерна.

5.12. Оцінка впливу змін клімату на продуктивність ярого ячменю в Кіровоградській області за сценарієм A2

Барсукова О.А., Недострелова Л.В, Гоман А.С.

Одеський державний екологічний університет

Для отримання високих і стабільних урожаїв зернових культур важливо ефективно використовувати умови оптимальної забезпеченості їх теплом і вологою. З метою поліпшення використання біологічного потенціалу рослин ячменю ярого виникає потреба у вивченні впливу агротехнічних заходів на формування врожаю, що дасть змогу розробити оптимальні варіанти технологій вирощування, спрямованих на максимальну віддачу потенціалу сортів культури.

Проблема стабільності виробництва зерна в Україні була і є актуальною. Нестабільне валове виробництво зерна зумовлюється значним коливанням урожайності зернових культур за роками. На думку

багатьох учених це пояснюється, насамперед, несприятливими погодними умовами. У ХХ ст. наступило глобальне потепління, визнане вченими світу, як безпрецедентне за останні 100 років.

Географічне положення України формує значну чутливість до зміни глобального клімату.

За оцінками національних експертів потепління клімату може мати неоднозначні наслідки для погодозалежних галузей, до яких відноситься і сільське господарство. Зниження врожайності основних сільськогосподарських культур через несприятливі погодні умови може сягати 50–60 %, а в окремі роки і більше [382].

Зміни погодних умов та умов росту рослин у зв'язку з потеплінням істотно змінюють середовище їх існування, що вимагає коригування окремих елементів технології.

Відомо, що підвищення середньої річної температури на 1°C призводить до збільшення тривалості вегетаційного періоду близько на 10 днів і зростання його теплозабезпечення.

В першу чергу, це відноситься до строків сівби ярого ячменю, які істотно впливають на урожайність та якість продукції.

Урожайність ярого ячменю залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є світло, тепло, волога, мінеральне живлення та ін. [383]. Зміни клімату, які особливо відчутні в останнє десятиліття спричиняють зміну агрокліматичних умов вирощування ярого ячменю.

Зміна агрокліматичних умов вирощування ярого ячменю спричиняє зміну темпів розвитку культури, показників фотосинтетичної продуктивності і, як наслідок, урожаю зерна. Було розглянуто вплив змін клімату на вирощування ярого ячменю на території Кіровоградської області.

Слід зазначити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності ярого ячменю розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на темпи розвитку та формування продуктивності ярого ячменю на фоні зміни кліматичних умов нами розглядались такі варіанти:

- базовий;
- кліматичні умови періоду;
- кліматичні умови періоду + збільшення CO₂ в атмосфері.

Детальний аналіз динаміки росту, розвитку та показників фотосинтетичної продуктивності посівів ярого ячменю в умовах зміни клімату проводилось на прикладі Кіровоградської області за періоди: 1986–2005 рр. (прийнятий як базовий період), за періоди 2011–2030 рр. (перший розрахунковий період) та за період 2031–2050 рр. (другий розрахунковий період). Для оцінки можливих змін клімату було використано сценарій A2 – «жорсткий» який передбачає невизначеності стосовно визначальних факторів і базується на

³⁸² Адаменко, Т. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату / Т. Адаменко // Агроном. – 2007. – №1. – С. 8–11.

³⁸³ Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія / А.М. Польовий. – Одеса. «ТЕС», 2012. – 612 с.

використанні різних концепцій моделювання, які застосовують аналогічні припущення стосовно визначальних факторів [384].

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1986 по 2005 рр. у відповідності з агрокліматичним довідником України.

Коли розглядаються зміни клімату, то як критерії таких змін найчастіше використовуються тренди глобальних температур і опадів.

Аналіз тенденції впливу зміни клімату на темпи розвитку ярого ячменю в Кіровоградській області виконано шляхом порівняння показників за базовий період (1986–2005 рр.) і розрахованих за кліматичним сценарієм А2 показників за два періоди: 2011–2030 рр. – перший період, 2031–2050 рр. – другий період.

За умов реалізації сценарію зміни клімату А2, терміни сівби ярого ячменю в Кіровоградській області в середньому багаторічному спостерігались на початку квітня (5.IV). Терміни сівби ярого ячменю і в перший і другий періоди змістяться на більш ранні строки. Термін сівби ярого ячменю в перший розрахунковий період зміститься на 2 днів раніше в порівнянні з середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.) (табл. 1). А в другий розрахунковий період терміни сівби змістяться на 4 днів раніше в порівнянні з середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.).

1. Фази розвитку ярого ячменю за середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.) та за сценарієм зміни клімату А2 в періоди (2011–2030 рр.) і (2031–2050 рр.)

Період	Посів	Сходи	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість вегетаційного періоду, дні
Кіровоградська область					
1986-2005	5.IV	20.IV	9.VI	10.VII	96
2011-2030	9.IV	20.IV	11.VI	15.VII	128
Різниця	-2	-	+2	+5	+32
2031–2050	1.IV	13.IV	6.VI	9.VII	99
Різниця	-4	-7	-3	-1	+3

Джерело: авторські дослідження

Сходи ярого ячменю за середньо багаторічними даними спостерігались 20.IV, колосіння – наприкінці першої декади червня, воскова стиглість – наприкінці першої декади липня.

Розрахунки очікуваних дат настання фаз розвитку за сценарієм А2 показують, що сходи в перший розрахунковий період наставатимуть в терміни, близькі до середніх багаторічних. Настання наступних фаз розвитку ярого ячменю в перший період буде запізнюватись в порівнянні з середніми багаторічними термінами на 2–5 днів. В період з

³⁸⁴ Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. – Одеса : Екологія, 2011. – 694 с.

2031 по 2050 рр. сходи з'являться на 7 днів раніше середніх багаторічних, колосіння настане на три дні раніше, ніж в базовий період, а дата воскової стиглості буде близькою до середньої багаторічної.

Тривалість вегетаційного періоду в Кіровоградській області за середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.) становила 96 днів, а за сценарієм зміни клімату в період 2011–2030 рр. вона зросте до 128 днів, що на 32 дні більше середньої тривалості базового періоду. В період з 2031 по 2050 рр. тривалість вегетаційного періоду становитиме 99 днів, тобто буде майже на рівні середньої багаторічної тривалості вегетаційного періоду (всього на 3 дні більше).

За умов реалізації сценарію зміни клімату *A2* в перший період (2011–2030 рр.) середня температура в період від сходів до колосіння становитиме 14,3°C в Кіровоградській області, що буде майже на рівні середніх багаторічних значень базового періоду (табл. 2).

В другий розрахунковий період (2031–2050 рр.) середня температура буде близькою до середніх багаторічних значень і складатиме 14,1°C (табл. 2).

2. Агрокліматичні умови вирощування ярого ячменю за середньо багаторічними даними (1986–2005 рр.) та за сценарієм зміни клімату *A2* (2011–2030 рр.) і (2031–2050 рр.)

Період	Сходи – колосіння				
	середня температура, °C	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	випаровуваність, мм	вологозабезпеченність, відн. од
Кіровоградська область					
1986–2005	14,2	60	75	216	0,47
2011–2030	14,3	112	103	260	0,53
Різниця	+0,1	+87%	+37%	+20%	+13%
2031–2050	14,1	125	120	294	0,54
Різниця	-0,1	108%	60%	36%	15%

Продовження табл. 2

Період	Колосіння – воскова стиглість					Вегетаційний період	
	середня температура, °C	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	випаровуваність, мм	вологозабезпеченність, відн. од	сума опадів, мм	вологозабезпеченність, відн. од
Кіровоградська область							
1986–2005	19,4	98	80	220	0,48	158	0,47
2011–2030	19,1	84	70	177	0,54	196	0,53
Різниця	-0,3	-14%	-13%	-20%	+12%	+24%	+13%
2031–2050	19,2	73	57	140	0,54	198	0,54
Різниця	-0,2	-25%	-29%	-36%	12%	25%	15%

Джерело: авторські дослідження

Кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату *A2* в перший період від сходів до колосіння збільшиться на 87 %. В другий розрахунковий період опади теж будуть збільшуватись – на 108 %.

Зміни в тривалості вегетаційного періоду ярого ячменю, в сумах опадів за сценаріями сприятимуть зміні величин випаровуваності. Випаровуваність за середніми багаторічними значеннями складала 216 мм за період від сходів до колосіння. Як показують розрахунки за сценарієм *A2* в перший період випаровуваність від сходів до колосіння становила 260 мм, що на 20 % вище, ніж в базовий період. В другий розрахунковий період випаровуваність збільшиться в Кіровоградській області до 294 мм, що на 36 % вище, ніж в базовий період.

За умов реалізації сценарію зміни клімату *A2* в перший період (2011–2030 рр.) середня температура в період від колосіння до воскової стиглості становитиме 19,1°C в Кіровоградській області. В другий розрахунковий період (2031–2050 рр.) середня температура буде меншою від середніх багаторічних значень на 0,2 і складатиме 19,2 °C (табл. 2).

Кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату *A2* в перший період від колосіння до воскової стиглості зменшиться на 14 %. В другий розрахунковий період опади будуть зменшені від середньо багаторічних значень на 25 %.

В базовий період сумарне випарування в період від колосіння до воскової стиглості складало 98 мм. Сумарне випарування в перший розрахунковий період від колосіння до воскової стиглості зменшиться і становитиме в Кіровоградській області до 70 мм, що на 13 % нижче, ніж в базовий період. В другий розрахунковий період сумарне випарування зменшиться на 29 % в порівнянні з базовим періодом і складатиме 57 мм.

Зміни значень випаровування і випаровуваності за сценаріями сприятимуть і зміні вологозабезпеченості посівів, яка розраховується як відношення сумарного випаровування до випаровуваності.

Вологозабезпеченість за середніми багаторічними даними в період від колосіння до воскової стиглості складала 0,48 відн.од. В перший та другий розрахункові періоди від колосіння до воскової стиглості в Кіровоградській області вологозабезпеченість складатиме 0,54 відн.од., що на 12 % більше в порівнянні з базовим періодом.

Сума опадів за середньо багаторічними даними за вегетаційний період складала 158 мм. За умов реалізації сценарію зміни клімату *A2* в перший та другий розрахункові періоди сума опадів за вегетаційний період зросте на 24–25 % в порівнянні з середньо багаторічними значеннями.

Вологозабезпеченість за вегетаційний період за середньо багаторічними даними складала 0,47 відн. од. Вологозабезпеченість, як в перший, так і в другий розрахункові періоди за вегетацію в Кіровоградській області зросла на 13–15 % в порівнянні з базовим періодом і коливалася від 0,53 до 0,54 відн. од.

Зміна агрокліматичних умов вирощування ярого ячменю спричинить не тільки зміни в темпах розвитку рослин, а й приведе до

зміни показників фотосинтетичної продуктивності і, як наслідок, урожаю зерна. На фоні зміни кліматичних умов у перший (2011–2030 рр.) та другий (2031–2050 рр.) періоди були розглянуті ті ж варіанти:

- базовий період (1986–2005 рр.)
- кліматичні умови періоду;
- кліматичні умови періоду + збільшення CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm.

Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур: модель формування продуктивності агроєкосистеми [385] та модель фотосинтезу зеленого листка рослини при зміні концентрації CO₂ в атмосфері [386].

Показники фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю розраховані за сценарієм A2 для всіх варіантів в Кіровоградській області наведені табл. 3.

3. Порівняння показників фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю за середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату A2 (2011–2030 рр.) і (2031–2050 рр.)

Період	Варіант	Площа листа, м ² /м ²	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² дек	Суха біомаса , г/м ²	Фотосинте- тичний потенціал, м ² /м ²	Урожай, ц/га
Кіровоградська область						
1986- 2005	Базовий	1,7	80	434	74	25
2011- 2030	Клімат	2,63	83	741	122	42
	Клімат + CO ₂	2,86	85	824	131	46
2031- 2050	Клімат	3,17	81	843	140	47
	Клімат + CO ₂	3,48	83	941	152	53

Джерело: авторські дослідження

Площа листя ярого ячменю в Кіровоградській області в період максимального розвитку в перший період (2011–2030 рр.) зросте до 0,93 м²/м², тобто буде вищою, ніж в базовий період і складатиме 2,63 м²/м². При збільшенні CO₂ до 470 ppm площа листя ярого ячменю зросте ще більше і становитиме 2,86 м²/м², тобто в порівнянні зі середнім багаторічним в буде вище на 62 %.

В другий період (2031–2050 рр.) збільшення площі листя буде продовжуватись в порівнянні з базовим періодом і в порівнянні з першим

³⁸⁵ Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур / А.Н. Полевой. – Л. : Гидрометеоиздат, 1983. – 175 с.

³⁸⁶ А.М. Моделирование влияния повышения концентрации CO₂ в атмосфере на фотосинтез зеленого листка / А.М. Польовий // Український гідрометеорологічний журнал. – 2009. – №4. – С. 46–56.

періодом та становитиме в Кіровоградській області – 3,17 та 3,48 м²/м², що більше на 86 та 104 % відповідно в порівнянні з базовим періодом.

Збільшення показників фотосинтетичної продуктивності посівів сприятиме збільшенню врожаю зерна.

Середній урожай в базовому періоді становив 25 ц/га. За сценарієм зміни клімату *A2* в перший період врожай зросте в Кіровоградській області – до 42 ц/га. Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm суттєво підвищить рівень показників фотосинтетичної діяльності посівів і, як результат, збільшення показників фотосинтетичної продуктивності. Очікуваний урожай ярого ячменю становитиме 46 ц/га, що на 11 ц/га більше порівняно з базовим періодом (табл. 3). В другий період (2031–2050 рр.) збільшення врожаю продовжиться до 47 ц/га, що на 22 ц/га більше середнього багаторічного.

Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm в другий період спричинить підвищення врожаю зерна в Кіровоградській області – до 53 ц/га, що на 29 ц/га вище середнього багаторічного і на 7 ц/га вище такого ж варіанту в першому періоді.

Потепління клімату спричинить значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності ярого ячменю в Кіровоградській області. Оцінка агрокліматичних умови вирощування та коливання урожайності ярого ячменю показала, що при зміні клімату за сценарієм *A2* складуться сприятливі умови для вирощування ярого ячменю.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Баган Надія Валеріївна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bahan.pdaa@gmail.com.

Бараболя Ольга Валеріївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри рослинництва, Полтавської державної аграрної академії, e-mail: olga.barabolia@ukr.net.

Барсукова Олена Анатоліївна, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів, Одеський державний екологічний університет, e-mail: misha8549@mail.ru.

Бездудний Григорій Іванович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bizooooon@i.ua.

Безсонова Валентина Олександрівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: grinval27@ukr.net.

Білявська Людмила Григорівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри селекції, насінництва та генетики Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bilyavska@ukr.net.

Білявський Юрій Вікторович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, фахівець II категорії лабораторії селекції, насінництва та сортової агротехніки Полтавської державної аграрної академії, e-mail: belyavskiyuv@ukr.net.

Богданов Олександр Олександрович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: oleksandr.bohdanov@pdaa.edu.ua.

Бурцева Тетяна Іванівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та маркетингу Черкаського державного технологічного університету, e-mail: kbti@ukr.net.

Вакуленко Юлія Валентинівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри Економічної кібернетики та інформаційних технологій Полтавської державної аграрної академії, e-mail: iuliia.vakulenko@pdaa.edu.ua.

Велит Ірина Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Експлуатації машин та обладнання Полтавської державної аграрної академії, e-mail: Velit_Ira@ukr.net.

Галицька Марина Анатоліївна, асистент кафедри загальної та біологічної хімії, науковий співробітник науково-дослідної частини Полтавської державної аграрної академії, e-mail: maryna.galytska@pdaa.edu.ua.

Гоман Андрій Сергійович, магістр кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів, Одеський державний екологічний університет, e-mail: nedostrelova@ukr.net.

Горб Олег Олександрович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування, проректор з науково-педагогічної, наукової роботи, заступник голови вченої ради Полтавської державної аграрної академії, e-mail: gorb@pdaa.edu.ua.

Горяна Ірина Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та маркетингу Черкаського державного технологічного університету, e-mail: kbti@ukr.net.

Даценко Вікторія Віталіївна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: vyktoryya.datsenko@pdaa.edu.ua.

Дорошенко Сергій Володимирович, старший викладач кафедри експлуатація машин та обладнання Полтавської державної аграрної академії, e-mail: ser.dor79@gmail.com.

Дрожжана Ольга Урешівна, старший викладач кафедри безпеки життєдіяльності Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bielovol_sa@ukr.net.

Жорник Ірина Іванівна, старший викладач кафедри іноземних мов та українознавства Полтавської державної аграрної академії, e-mail: maryna.galytska@pdaa.edu.ua.

Калантиря Юлія Сергіївна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: yulia2205@ukr.net.

Калініченко Антоніна Володимирівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор Опольського університету (Польща), професор кафедри машиновикористання і виробничого навчання, професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій Полтавської державної аграрної академії, e-mail: kalinichenko_a@ukr.net.

Калініченко Володимир Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри експлуатації машин та обладнання Полтавської державної аграрної академії, e-mail: kalinichenkov@ukr.net.

Калініченко Олександр Володимирович, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки підприємства Полтавської державної аграрної академії, e-mail: kalinichenko.oleksandr.v@gmail.com.

Калюжна Юлія Петрівна, кандидат економічних наук, доцент кафедри маркетингу Полтавської державної аграрної академії, e-mail: iuliia.kaliuzhna@pdaa.edu.ua.

Капасєва Людмила Миколаївна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фінансів і кредиту Полтавської державної аграрної академії, e-mail: klm@pdaa.edu.ua.

Кобзиста Інна Леонідівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: innesa_21@ukr.net

Коломицева Олена Віталіївна, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики та маркетингу Черкаського державного технологічного університету, e-mail: kbt@ukr.net.

Колун Андрій Олександрович, магістр кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів, Одеський державний екологічний університет, e-mail: misha8549@mail.ru.

Кошова Лариса Михайлівна, асистент кафедри маркетингу Полтавської державної аграрної академії, e-mail: koshoviy2012@yandex.ru.

Кравченко Оксана Іванівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри технології переробки продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: oksana.kravchenko@pdaa.edu.ua.

Кузьменко Лариса Михайлівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології переробки продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: lm_kuzmenko@ukr.net.

Кулик Максим Іванович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри селекції, насінництва і генетики, старший науковий співробітник науково-дослідної частини Полтавської державної аграрної академії, e-mail: kulykmaksym@ukr.net.

Курило Василь Леонідович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, заступник академіка-секретаря Відділення землеробства, меліорації та механізації Національної академії аграрних наук України, e-mail: kurilo_v@ukr.net.

Лапенко Тарас Григорович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bielovol_sa@ukr.net.

Левченко Аліна Анатоліївна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: alaylevchenko@gmail.com.

Левченко Лариса Миколаївна, науковий співробітник, завідувач сектора землеробства та агрохімічних досліджень у зоні Східного Лісостепу України Веселоподільської дослідно-селекційної станції, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків.

Ляшенко Сергій Васильович, кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації машин та обладнання Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sergii.liashenko@pdaa.edu.ua.

Льовин Анжеліка Сергіївна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: levyn.lika@gmail.com.

Махмудов Ханлар Зейналович, д.е.н., професор, завідувач кафедри підприємництва і права Полтавської державної аграрної академії, e-mail: makhmudov_pdaa@mail.ru.

Махмудова Ілона Володимирівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: makhmudov_pdaa@mail.ru.

Мацаков Андрій Віталійович, магістр Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bielovol_sa@ukr.net.

Мирна Ольга Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри публічного управління та адміністрування Полтавської державної аграрної академії, e-mail: mova1978@ukr.net.

Мінькова Ольга Григорівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій Полтавської державної аграрної академії, e-mail: minkova@pdaa.edu.ua.

Міщенко Сергій Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу селекції і насінництва конопель Інституту луб'яних культур НААН, e-mail: serhii-mishchenko@ukr.net.

Молчанова Анна Вікторівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: anna_bliznec@ukr.net.

Невідничий Олег Станіславович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sveta_usenko@ukr.net.

Недострелова Лариса Василівна, кандидат географічних наук, доцент кафедри метеорології та кліматології, Одеський державний екологічний університет, e-mail: nedostrelova@ukr.net.

Оглобля Вікторія Вікторівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: vika.ohloblia@gmail.com.

Онопрієнко Олександр Володимирович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: cana200693@ukr.net.

Павлова Інга Володимирівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sveta_usenko@ukr.net.

Пальонна Тетяна Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та маркетингу Черкаського державного технологічного університету, e-mail: kbtі@ukr.net.

Писаренко Віктор Володимирович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри маркетингу Полтавської державної аграрної академії, e-mail: volodymyr.pysarenko@pdaa.edu.ua.

Писаренко Павло Вікторович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент ІАУ, перший проректор, професор кафедри землеробства і агрохімії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: pysarena@mail.ru.

Поліщук Анатолій Анатолійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, декан факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, професор кафедри годівлі і зоогієни сільськогосподарських тварин Полтавської державної аграрної академії, e-mail: lm_kuzmenko@ukr.net.

Пономаренко Сергій Володимирович, старший викладач кафедри екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування Полтавської державної аграрної академії, e-mail: cluboz_poltava@i.ua.

Прасолов Євген Якович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bielovol_sa@ukr.net.

Процюк Наталія Юрівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: natali2014spring@mail.ru.

Пузир Таїсія Миколаївна, кандидат педагогічних наук, викладач циклової комісії лісгосподарських та садово-паркових дисциплін ВП НУБіП України «Боярський коледж екології і природних ресурсів», e-mail: netisa@ukr.net.

Радіонова Яна Вікторівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: yana_radionova89@ukr.net.

Рожко Ілона Іванівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: ilona.rozhko1@ukr.net.

Руденко Ольга Миколаївна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: olgarudenkopoltava@ukr.net.

Сакало Віктор Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри машиновикористання і виробничого навчання Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sakalo73@mail.ru.

Самойлик Юлія Василівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки підприємства Полтавської державної аграрної академії, e-mail: uliia.samoilyk@gmail.com.

Семенов Сергій Олексійович, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії годівлі Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, e-mail: lm_kuzmenko@ukr.net.

Сербенюк Ганна Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач кафедри екології агросфери та екологічного контролю Національного університету біоресурсів і природокористування України, e-mail: bojruw@ukr.net.

Слинько Віктор Григорович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sveta_usenko@ukr.net.

Солоп Володимир Ярославович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: slencer@rambler.ru.

Татарко Юлія Валентинівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: tatarko05@ukr.net.

Тупиця Андрій Михайлович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: andrey.tupitsa@bayer.com.

Усенко Світлана Олексіївна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sveta_usenko@ukr.net.

Устік Тетяна Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент докторант Полтавської державної аграрної академії, e-mail: Tanya_ustik@ukr.net.

Фещенко Любов Олександрівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: feschenko.lubow@gmail.com.

Цибенко Володимир Григорович, кандидат сільськогосподарських наук, директор ДП «Дослідне господарство ім. Декабристів» ІС і АПВ НААН, e-mail: sveta_usenko@ukr.net.

Чайка Тетяна Олександрівна, кандидат економічних наук, доцент кафедри землеробства і агрохімії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: chayka_ta@ukr.net.

Черненко Богдан Сергійович, магістр Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bielovol_sa@ukr.net.

Шандиба Валентина Олегівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: tatarko05@ukr.net.

Шостя Анатолій Михайлович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sveta_usenko@ukr.net.

Яснолоб Ілона Олександрівна, кандидат економічних наук, старший викладач кафедри підприємництва і права, начальник науково-дослідної частини Полтавської державної аграрної академії, e-mail: 1-ka@ukr.net.

Наукове видання

**РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ З
УРАХУВАННЯМ НАЯВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Колективна монографія

**За редакцією О.А. Горба,
Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб**

Комп'ютерна верстка – Я.В. Радіонова

Рекомендовано до друку Вченою радою
Полтавської державної аграрної академії

Підписано до друку 28.11.17 р.
Формат 60х84/8. Папір офсетний.
Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк 18,95. Наклад 300 прим.
Замовлення № 335 від 4.12.2017 р.

Видавець ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс»
36039, м. Полтава-39, вул. Пушкіна, 103, к. 102
Тел./факс (0532) 50-80-61. E-mail: ups@ukrpost.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ПЛ № 9 від 20.06.2001

Надруковано ФОП Крюков Ю.С.,
36000, Полтавська обл.,
м. Полтава, вул. Ковпака, 31б, к7.
Тел: (0532) 69 11 52