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., завідуюча кафедрою Полтавського університету економіки і торгівлі
В.І. Перебійніс, 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 *(Н.В. Баган)* 9

1.2. Біоенергетика в Україні: природні матеріали для економічно-вигідної ситуації та фактори для отримання великих об'ємів сировини *(О.В. Бараболя, Ю.В. Татарко, В.О. Шандиба)* 16

1.3. Пріоритетні напрями енергозбереження, потенціал розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії *(С.В. Дорошенко)* 22

1.4. Застосування альтернативних джерел енергоресурсів у сільському господарстві *(Ю.С. Калантиря)* 30

1.5. Перспективи розподіленої енергетики в Україні *(В.М. Калініченко, Т.В. Устік)* 36

1.6. Джерела енергозбереження у аграрному секторі України та країн світу *(Ю.П. Калюжна, Н.Ю. Процюк, Я.В. Радіонова)* 46

1.7. Відходи сільського господарства, як одне з джерел альтернативної енергетики України *(Л.М. Капаєва, В.В. Даценко)* 55

1.8. Альтернативні джерела енергії у свинарстві *(В.В. Оглобля, О.І. Кравченко)* 65

1.9. Пріоритети розвитку альтернативної енергетики в Україні в контексті світових тенденцій *(Ю.В. Самойлик)* 71

1.10. Особливості державної політики в стимулюванні використання відновлювальних джерел енергії в Україні *(Т.В. Сердюк, С.Ю. Франишина)* 79

1.11. Енерго-економічні перспективи розвитку біоенергетики в Україні *(Т.О. Чайка, І.О. Яснолоб)* 86

1.12. Майбутнє галузі свинини за використанням матеріало- та енергоощадних технологій *(А.М. Шостя, С.О. Усенко, І.В. Павлова, В.Г. Цибенко, В.Г. Слинько, О.С. Невідничий)* 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 *(І.А. Велит, С.В. Ляшенко, А.В. Калініченко)* 101

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, грунтуючись на екологічних, економічних та політичних чинниках.

В першу чергу, рослинна біомаса є екологічно чистим поновлювальним джерелом енергії, яке забезпечує нульовий баланс викидів CO_2 – 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 конкурентноздатності економіки, Національний план дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 р. передбачає, що біомаса має заміщати до 7,2 млрд $м^3$ природного газу на рік, з них 6,25 млрд $м^3$ – 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 швидкорослих 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., Слинько 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 заплавних луків, де поголів'я влітку утримується в невеличких хопах, 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 свинарства, а також зниженню її собівартості. В цих умовах етологічна поведінка тварин характеризується рівномірною руховою активність 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 матеріалоємким.

Пропонована модель виробництва продукції свинарства 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 ощадних 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]

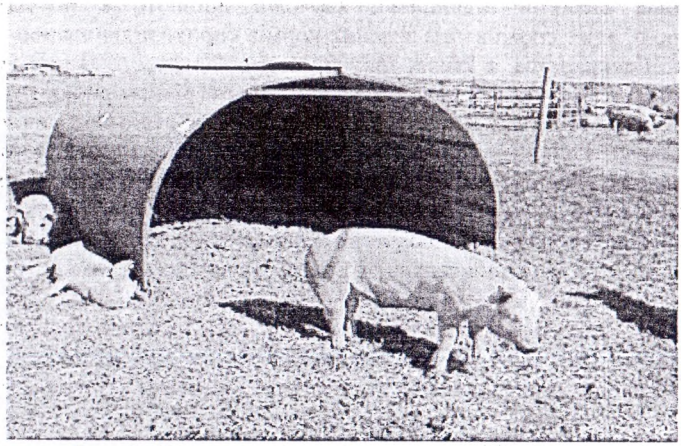

Рис. 3. Хопи для відгодівельного молодняку

Джерело: дані [104]

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

Рис. 4. Утримання молодняку свиней у соломяних 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.

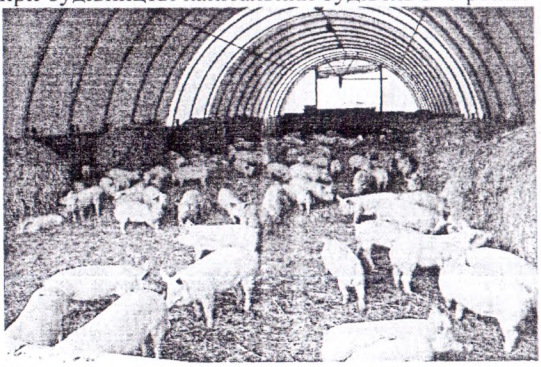

Рис. 5. Ангари для утримання поросят на відгодівлі в умовах Холдинг «Агро-Союз»

Джерело: дані [105]

[105] Свиноводство в «Агро-Союзе» [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.agrosoyuz.com/modelagro/svinovodstvo/

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.

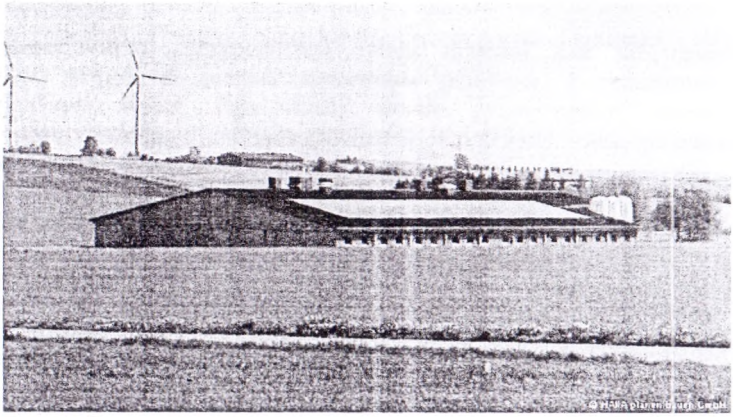

Рис. 6. Вигляд свинарника, спорудженого компанією «HAKA» у Німеччині

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 примішень свинокомплексу 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. Черняського 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 $м^3$ біогазу отримують одночасно 2,2 кВтг електроенергії та 2,3 кВтг теплової енергії.

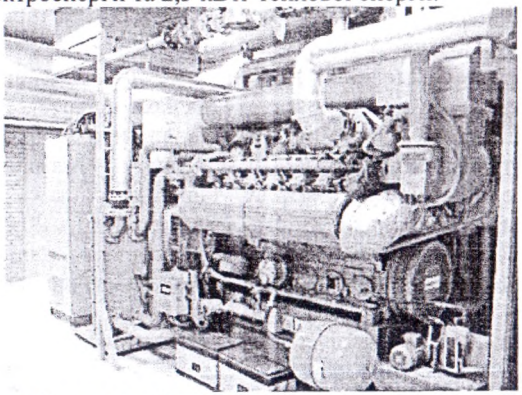

Рис. 8. Когенераційна станція компанії «Зорг Біогаз»
Джерело: дані [113]

[111] Козир В. С. Особливості використання різної сировини при виробництві біогазу / В.С. Козир, О.В. Сокрут, С.Є. 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 грунту

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

Підвищення продуктивності овочів в умовах закритого грунту одна з головних задач виробництва сільськогосподарської продукції. Одним з напрямків підвищення врожайності томатів при знижені 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 вирошувані 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 тестовом (кратковременным) и длительным воздействием света / А.А. Тихомиров // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 26. – №4. – С. 352–359.