



Екологічні інновації у
підвищенні економічної та
продовольчої безпеки України

Полтава 2020

Полтавська державна аграрна академія

**ЕКОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ У ПІДВИЩЕННІ
ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ
БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ**

Колективна монографія

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

Полтава – 2020

Рецензенти:

П. В. Писаренко, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Інженерної академії України, професор кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова, професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної аграрної академії
М. Я. Шевніков, доктор сільськогосподарських наук, професор, директор ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж Полтавської державної аграрної академії»
О. В. Климчук, доктор економічних наук, доцент, учений секретар науково-дослідної частини, професор кафедри менеджменту та поведінкової економіки Донецького національного університету імені Василя Стуса

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 2 від 13.10.2020 р.)

Е 45 Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України : колективна монографія ; за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : Видавництво ПП «Астроя», 2020. 216 с.

ISBN 978-617-7915-00-2

У колективній монографії викладено результати досліджень значення та перспектив розвитку екологічних інновацій у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України. Розглянуто інноваційний розвиток в контексті економічної та продовольчої безпеки України. Наведено економічні, екологічні й правові чинники попередження загроз економічної та продовольчої безпеки. Розкрито напрями і перспективи забезпечення економічної та продовольчої безпеки України за допомогою розвитку екологічних інновацій. Визначено особливості впровадження екологічних інновацій у сільськогосподарському виробництві. Досліджено сучасні аспекти управління екологічними інноваціями у сільськогосподарському виробництві: вітчизняний та іноземний досвід.

Колективна монографія є частиною науково-дослідних тем Полтавської державної аграрної академії «Формування стратегії еко-інноваційного розвитку виробництва органічної продукції як складової економічної та продовольчої безпеки України» Полтавської державної аграрної академії (номер державної реєстрації 0119U103942 від 13.12.2019 р.).

Розраховано на науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців агроформувань, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями еко-інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва.

УДК 502/504:330.341.1:338.439-049.5(477)

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

ISBN 978-617-7915-00-2

© Колектив авторів, 2020.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК В КОНТЕКСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ	9
1.1. Екологічні інновації Львова (<i>Бернацька Н. Л., Тупіло І. В.</i>)	9
1.2. Перспективи використання рослинної сировини в вітчизняних м'ясопродуктах (<i>Галенко О. О., Шевченко А. О., Гасюк О. Б.</i>)	15
1.3. Перспективи розвитку агропродовольчого ринку в умовах глобалізації: зміни споживчих переваг та ресурсозбереження (<i>Зось-Кіор М. В., Співак Є. М., Діжєвська А. А., Гордієнко Я. Ю., Ілюхіна І. А.</i>)	24
1.4. Використання методів машинного навчання для прогнозування показників економічної ефективності сільськогосподарського виробництва (<i>Коваленко С. М., Коваленко С. В., Малько М. М.</i>)	32
1.5. Принципи організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України (<i>Кулаков О. О.</i>)	44
1.6. Нішева інноватизація сільського господарства в контексті продовольчої безпеки країни (<i>Черевко І. В.</i>)	51
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ Й ПРАВОВІ ЧИННИКИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗАГРОЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ	61
2.1. Залежність якості хлібопекарських властивостей від сортових особливостей зерна пшениці озимої (<i>Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В., Доронін С. М.</i>)	61
2.2. Азотні добрива в системі удобрення сої (<i>Бараболя О. В., Кононенко С. М., Ляшенко Є. С.</i>)	68
2.3. Інтегральний показник екологічних ризиків застосування пестицидів (<i>Калініченко В. М., Міщенко О. В., Колєснікова Л. А.</i>)	77
2.4. Вплив різних норм мінеральних добрив і способів сівби на врожайність та посівні якості насіння сої (<i>Лотии І. І., Шевніков М. Я., Чайка Т. О., Крикунова В. Ю.</i>)	86

2.5. Шкідлива ентомофауна лікарських рослин родини Глухокропівові (<i>Lamiaceae</i>) (<i>Поспєлов С. В., Нечипоренко Н. І., Поспєлова Г. Д., Коваленко Н. П.</i>)	93
2.6. Еколого-економічні проблеми та пріоритети імплементації стратегії розвитку сонячної енергетики в межах сільських територій (<i>Самойлик Ю. В.</i>)	101
2.7. Вплив глобального потепління на вирощування пшениці м'якої озимої (<i>Тищенко В. М., Кобилинська О. М., Кобилинський І. В., Макаова Б. Є., Кукіш М. А.</i>)	111

РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ 118

3.1. Строки сівби як основний чинник формування агроекологічних умов вирощування кукурудзи (<i>Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Подоляк В. А.</i>)	118
3.2. Механізм біотичної саморегуляції та його роль при функціонуванні природно-антропогенних систем як індикатора сталості їх розвитку (<i>Жукова О. Г., Гончаренко А. В.</i>)	126
3.3. Розвиток аграрного сектору за допомогою впровадження екологічних інновацій (<i>Калюжна Ю. П., Козаченко Ю. А., Терещенко І. О., Черненко К. В., Яснолоб І. О.</i>)	135

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ 143

4.1. Вплив сортових властивостей та стимуляторів росту рослин на урожайність побічної продукції ячменю ярого (<i>Горобець М. В., Писаренко П. В., Міщенко О. В., Гангур В. В.</i>)	143
4.2. Біоконверсія як засіб зниження негативного впливу сільськогосподарського виробництва на екологічний стан довкілля (<i>Климчик О. М.</i>)	150
4.3. Основні складові інтенсифікації біологічного агровиробництва (<i>Новохацький М. Л., Таргоня В. С., Бондаренко О. А., Крутякова В. І., Бельченко В. М.</i>)	158
4.4. Екологічно безпечні кормові добавки – запорука збереження довкілля (<i>Сябро А. С., Павлова І. В., Усенко О. О., Березницький В. І., Мороз О. Г., Чухліб Є. В.</i>)	166

4.5. Агрокологічне обґрунтування вирощування енергетичних культур (<i>Тараненко А. О., Кулик М. І., Попов С. І.</i>)	177
4.6. Екологічні інновації у дезінфекції та стерилізації (<i>Титаренко О. В., Киричко О. Б.</i>)	185

РОЗДІЛ 5. СУЧАСНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ІННОВАЦІЯМИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА ІНОЗЕМНИЙ ДОСВІД	193
---	-----

5.1. Європейський зелений курс: реальність та перспективи для об'єднаних територіальних громад України (<i>Бойко С. І.</i>)	193
---	-----

5.2. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови перезимівлі озимої пшениці в Поліссі (<i>Польовий А. М., Барсукова О. А., Божко Л. Ю.</i>)	202
--	-----

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	209
-----------------------	-----

ПЕРЕДМОВА

У системі сталого розвитку аграрний сектор економіки виступає важливим фактором, що здійснює безпосередній вплив на продовольчу безпеку країни, виробничі відносини, соціальний розвиток суспільства, стан довкілля тощо. Обмеженість природних ресурсів вимагає їх раціонального використання шляхом впровадження еко-інновацій, які забезпечать не лише їх оцінювання у статусі фактору продовольчої безпеки та врахування при формуванні національних та підприємницьких стратегій. Запровадження еко-інновацій, які зменшують вплив на навколишнє середовище у довготривалій перспективі дістала широкого поширення у наукових працях. Разом з тим рушійною силою будь-якого процесу виступає стратегічне бачення, що вибудовує систему цілей та розробляє конкретні заходи, спрямовані на подолання проблемних ділянок у траєкторії досягнення результативних рішень.

Формування стратегії еко-інноваційного розвитку виробництва органічної продукції у контексті зміцнення продовольчої безпеки держави буде розроблятися відповідно до Законів України: «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» від 03.09.2013 р. №425-VII, «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» від 10.07.2018 р. № 2496-VIII, «Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 р. № 2697-VIII, «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» від 23.12.1997 р. № 771/97-ВР, «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин» від 18.05.2017 р. № 2042-VIII, Постановами Кабінетів Міністрів України: «Детальні правила виробництва органічної продукції (сировини) рослинного походження» від 31.08.2016 р. № 587, «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017-2021 роки» від 28.12.2016 р. № 1056; «Концепцією розвитку сільських територій» від 23.09.2015 р. № 995-р.

Прикладны дослідження з теми спрямовані на вирішення завдань Державної цільової програми розвитку аграрного сектора економіки на період до 2022 року затвердженої Кабінетом Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1437-р, в частині: стимулювання

сільськогосподарських виробників до вирощування органічної сільськогосподарської продукції; сприяння створенню нових потужностей з виробництва та глибокої переробки сільськогосподарської продукції та модернізації існуючих, зокрема у сфері виробництва органічної продукції; розширення площі виробництва органічної продукції та сировини, збільшення площі спеціальних сировинних зон. Також апробація сформованих теорій і пропозицій може бути спрямована на реалізацію стратегії сталого розвитку «Україна – 2030».

В свою чергу, формування стратегії еко-інноваційного розвитку виробництва органічної продукції у контексті зміцнення продовольчої безпеки держави включатиме в себе комплексний підхід до стимулювання раціонального ресурсовикористання, енергозбереження, скорочення антропогенного навантаження на навколишнє середовище, сприятиме виробництву органічної продукції та її споживання населенням України. Розвиток цих позитивних змін і стане вихідною точкою незворотного процесу – зміцнення конкурентоспроможності національної економіки та продовольчої безпеки держави, що в свою чергу, сприятиме зростанню добробуту населення й іміджу України в умовах гармонійного розвитку сільських територій. Тому тема колективної монографії є досить актуальною як з теоретичної, так і з практичної точок зору.

Колективна монографія містить й узагальнює результати дослідження авторів з різних наукових установ і навчальних закладів України, що відображають сучасні досягнення вітчизняної науки в дослідженні порушеної проблеми. Звичайно, що однією з особливостей цієї праці є багатоманіття поглядів, які об'єднує в єдине ціле спільна ідея – значення та перспективи розвитку екологічних інновацій у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України. Автори розміщених у колективній монографії матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з науковою позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.

Колективна монографія містить п'ять розділів. У першому розділі висвітлено питання щодо інноваційного розвитку в контексті економічної та продовольчої безпеки України; у другому розділі наведені економічні, екологічні й правові чинники попередження загроз економічної та продовольчої безпеки; третій розділ розкриває напрями і перспективи забезпечення економічної та продовольчої безпеки України за допомогою розвитку екологічних інновацій; четвертий розділ досліджує особливості впровадження екологічних інновацій у сільськогосподарському виробництві; п'ятий розділ присвячено сучасним аспектам управління

екологічними інноваціями у сільськогосподарському виробництві: вітчизняний та іноземний досвід.

Ми переконані, що саме спільні зусилля учених різних наукових поглядів допоможуть розвитку екологічних інновацій у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України. Впевнені, що подальша творча співпраця між дослідниками буде сприяти продукуванню перспективних концептуальних підходів до вирішення наукової проблеми та еко-інноваційного розвитку виробництва органічної продукції як складової економічної та продовольчої безпеки України.

Дана колективна монографія, з огляду на глибинність і різнобічність проблеми розвитку екологічних інновацій в аграрному секторі, 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 різних галузей, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями розвитку екологічних інновацій в аграрному секторі.

РОЗДІЛ 1

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК В КОНТЕКСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

1.1. Екологічні інновації Львова

Бернацька Н. Л., Тупіло І. В.

Національний університет «Львівська політехніка»

Сучасну екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, що формувалася протягом тривалого періоду. І досі, не набули необхідного розвитку механізми впливу субсидування на формування екологічної інфраструктури, «зеленої» індустрії, національного ринку екологічних послуг та відсутній механізм кредитування природоохоронних заходів, тощо [1].

Передумовою виходу з еколого-економічної кризи в Україні є розробка і впровадження інновацій з високим ступенем екологічності та економічної ефективності (екологічні інновації). Розвиток економіки України та розв'язання існуючих еколого-економічних проблем має ґрунтуватися на екологічно орієнтованій інноваційній діяльності [1, 2].

Ринок екологічних інновацій є сегментом загального ринку інновацій. Важливими для формування ринку саме екологічних інновацій є екологічні інтереси (загальнонаціональні, регіональні, локальні та особисті). Часткове уявлення про інтереси споживачів дає ставлення населення до екологічних проблем – чим вища занепокоєність споживачів екологічними проблемами, тим вищою є їх зацікавленість в екологічних інноваціях [2].

Інноваційна діяльність спрямована насамперед на задоволення екологічних потреб: виробництво та застосування засобів захисту довкілля від забруднення; заміна екологічно несприятливих виробів і послуг екологічно більш досконалыми чи такими, що сприяють зниженню матеріало- та енергоємності систем. Інноваційно-інвестиційний розвиток економіки потребує системно-екологічного обґрунтування, тобто врахування вимог екологічного менеджменту. Інноваційна діяльність безпосередньо пов'язана з темпами розвитку

¹ Шамота Г. М. Еколого-інноваційний розвиток України. *Економічні проблеми сталого розвитку* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2013. Т. 1. С. 282–284.

² Бичковська А. Екологічні інновації як основа забезпечення сталого розвитку. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи* : І Міжнародна науково-практична конференція. 2020. С. 156–157.

науково-технічного прогресу і економіки, рівнем життя населення. Інновація є одним з основних засобів адаптації підприємств, організацій до змінюваних умов зовнішнього середовища [2, 3].

Незважаючи на різні підходи до трактування екологічних інновацій, всі визначення об'єднують позиція, згідно з якою еко-інновації спрямовані на зменшення екодеструктивного впливу [3].

За визначенням Європейської комісії екологоорієнтовані інновації є еколого-орієнтованими технологіями, що є менш шкідливими для навколишнього середовища, ніж інші. До них можна віднести технології контролю за забрудненням (контроль за забрудненням повітря, управління відходами), вироблення товарів та надання послуг, що не супроводжуються масштабними витратами ресурсів і забрудненням навколишнього середовища, а також управління ефективним використанням ресурсів (водопостачання, енергозбереження тощо) [2, 4].

Екологічні технології у всьому світі є галуззю, що швидко зростає. Стаючи все важливішим економічним фактором, екологічні технології постають перед завданням інноваційного розвитку у промислових масштабах [5, 6].

На сьогоднішній день сегмент світового ринку екологічних технологій складає близько 1000 млрд євро в рік, являючись вже сьогодні важливим чинником розвитку світової економіки. 45 % цього сегменту займають технологічні рішення в галузі енергозбереження. Економічне зростання сегменту ринку екологічних технологій складає близько 5,4 % в рік [6].

На сьогоднішній день найбільш перспективними можна назвати такі технологічні напрямки, як: сонячні електростанції, сонячне охолодження, мембранні технології у водному господарстві, біопластмаси та полімери, децентралізоване водопостачання, синтетичне біопаливо та ін. [7]. Зокрема, в Україні запустили виробництво смарт-будинків на сонячних батареях, компанія збирається випускати п'ять-шість таких будинків на місяць. Такий будинок споживає майже в 20 разів менше енергії, ніж звичайний і споживає тільки сонячну енергію. У

³ Сотник І. М., Чумакова М. М. Інноваційні процеси в економіці. *Механізм регулювання економіки*. 2013. № 3. С. 38–48.

⁴ Мартієнко А. І., Бондаренко С. А. Екологічні інновації в регіональній інноваційній системі. *Ефективна економіка*. 2015. № 8. С. 1–5.

⁵ Обиход Г. О., Омельченко А. А., Бойко В. В. Екоінновації як основа екологізації економічного розвитку: проблематика та шляхи впровадження в західних регіонах України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2015. № 17. С. 7–11.

⁶ Козакова О. М. Інновації як основа сталого розвитку. *Управління інноваційним розвитком на макро-, мезо-, та мікрорівнях* : III міжнародна науково-практична конференція. 2017. С. 127–129.

⁷ Зайцева В. М., Гурова Д. Д., Корнієнко О. М., Кукліна Т. С., Журавльова С. М. Використання інноваційних технологій в галузі туризму : монографія. Запоріжжя : Дике Поле, 2015. 144 с.

будинку є меблі, укомплектована кухня з вбудованою енергоощадною побутовою технікою, система вентиляції, тепловий насос, камера і термостат [8].

Також він оснащений проектором зі 100-дюймовим екраном, акустичною системою, інтернетом і розумним замком зі сканером відбитків пальців. Завдяки простоті монтажу будинок не вимагає спеціального фундаменту і може бути встановлений на будь-яку рівну поверхню. У ньому працюють 24 інтелектуальні інженерні системи, серед яких: контроль якості повітря, вмісту кисню і вуглекислого газу і т. п. Також можливе управління будинком через мобільний додаток. Площа будинку – 36 квадратних метрів. На даху панельного будинку – сонячні панелі, які виробляють енергію навіть у дощову погоду. Є додаткове живлення від акумуляторів будинку у разі безсонячних днів – їх вистачить до двох тижнів. Опалення, водопостачання та каналізація – також цілком автономні. Фундаменту не потребує, а у складеному вигляді за пару годин його можна перенести. Головна ідея, такого дому, кажуть засновники – можливість екологічного життя де завгодно: від берегу моря до гірських вершин [8].

Екологічні технології не лише зберігають навколишнє середовище життя людини, але й є конкурентоздатною галуззю економіки, являючись одним із найважливіших напрямків зростання економіки у XXI ст. Вони кардинально відрізняються від традиційних галузей, що часто перебувають у стані стагнації та повного насичення ринку. Дослідження, розвиток та державна підтримка даного ринку є важливим викликом, що постає сьогодні перед нашою країною [9]. Спрямовані на зменшення шкідливого впливу людини на довкілля, п'ять українських еко-проектів перемогли на всесвітніх конкурсах та отримали визнання не тільки української, а і всесвітньої аудиторії.

Неmpire UA – український стартап, що будує споруди з матеріалу, в основі якого – вапно і коноплі. Як зазначають на сайті стартапу, у суміші подвійне призначення – бути утеплювачем і будівельним матеріалом. Цією кашеподібною сумішшю можна утеплити будь-які поверхні і навіть будувати стіни – ну, за наявності каркаса, звісно [10].

Попит на таку суміш є не тільки в Україні, а й у США та низці країн Європи. Виробництво суміші – це усього лише 5 хвилин: спеціальним

⁸ В Україні запустили виробництво смарт-будинків на сонячних батареях. URL : <https://shotam.info/v-ukraini-zapustily-vyrobnytstvo-smart-budynkiv-na-soniachnykh-batareiakh>.

⁹ *Фостолович В. А.* Екологічні інновації – джерело ефективного управління підприємством. *Облік і фінанси АПК*. 2009. № 3. С. 176–179.

¹⁰ П'ять українських екологічних стартапів, про які заговорив увесь світ. URL : <https://shotam.info/p-iat-ukrains-kykh-ekolohichnykh-startapiv-pro-iaki-zahovoryv-uves-svit>.

міксером на будівельному майданчику вапно перемішується з конопляною кострою. Вона дорожча за стандартні утеплювачі типу скловати, проте не потребує додаткових елементів для монтажу [10].

Ще один популярний український стартап – безшумний вітрогенератор.

Зазвичай вітрогенератори – це доволі галасливий спосіб видобутку «зеленої» енергії. Київська компанія Sirocco Energy спроектувала компактний вітровий генератор, який за просто зможе працювати, приміром, на даху багатоповерхівки. Ця модель не має лопатей і може працювати від вітру меншої швидкості, ніж стандартний вітрогенератор. Потужність — до 30 кВт. У планах – вихід на ринки ЄС [10]. Екологічна зубна щітка Effa з уже вбудованою зубною пастою – серед топ-5 найкращих стартапів світу в сфері клімату. Щітка одноразова і виготовлена з переробленого паперу та екологічних матеріалів на кшталт органічного пластику, навіть якщо таку щітку просто викинути, вона стане добривом для ґрунту і розкладеться у ньому повністю. Винахідники націлені, у першу чергу на ринок Європи, бо, за їх словами, український ринок поки не дуже приваблюють еко-ідеї. Стартап вже відібрали до бізнес-програми одного з найбільших виробників паперу – Stora Enso [10].

Для Львова збереження екології – це надзвичайно важливе завдання. Щороку на підприємствах у Львівській області впроваджують декілька десятків нових технологічних процесів, освоюють більше сотні інноваційних видів продукції, разом із тим питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової залишається низькою, на рівні 1,5–4 %. Інноваційна активність промислових підприємств є одним із розділів статистичної інформації, що збирається на рівні обласного управління статистики на щорічній основі. До окремих показників належать питома вага підприємств, що займалися інноваціями, загальна сума витрат на інноваційну діяльність, у тому числі на дослідження і розробки, внутрішні й зовнішні НДР, придбання нових технологій, підготовку виробництва для впровадження інновацій, а також витрати на придбання машин та обладнання пов'язані з упровадженням інновацій [11].

Місто Львів отримало золоту медаль за найкращі екологічні та соціальні реалізовані проекти та ті, що перебувають у реалізації від Європейського банку реконструкції та розвитку. Львів розробив вісім муніципальних проектів із ЄБРР у таких сферах комунальних послуг: громадський транспорт, електронні квитки, тверді відходи, очищення

¹¹ Одинацька Г. В., Параняк Р. П., Чемерис В. А., Петрунів В. В. Особливості екологічних інновацій в умовах Львівської області. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. 2017. № 79. Т. 19. С. 178–182.

стічних вод, виробництво біогазу, центральне опалення, відновлення доріг [12].

Львів став одним з перших муніципалітетів в Україні, який взяв на себе зобов'язання з добровільного скорочення викидів CO₂, згідно з Пактом мерів ЄС.

У рамках співпраці з банком Львів послідовно робив екологічні та соціальні інновації пріоритетними: місто започаткувало в Україні програму ЄБРР «Зелені міста» (GCAP), одним із перших у країні взяло на себе зобов'язання добровільного скорочення викидів двоокису вуглецю в рамках європейської Угоди мерів, і розробило низку екологічних проєктів [12]. Очікується, що муніципальні проєкти лише з ЄБРР приведуть (після впровадження) до скорочення викидів двоокису вуглецю на 360 тисяч тон щорічно, що дорівнює висадженню 5,9 мільйонів дерев або зменшенню на дорогах 76 000 автомобілів. Завдяки новим ініціативам та проєктам з ЄБРР місто Львів постійно досягає значного демонстраційного ефекту як в Україні, так і в цілому в регіоні [13].

Ще однією екоініціативою в нашому місті є побудова неподалік Львова інноваційного поселення для 50-ти сімей. Воно відповідатиме принципам сталого розвитку ООН, житиметься з альтернативних джерел енергії та матиме нульовий негативний вплив на довкілля. Архітектура поселення буде інтегрованою в природне середовище [14].

У планах також є побудова цілої екосистеми зі спільних об'єктів: зали для подій, коворкінгу, хостелу, бані, кінотеатру, антикафе, кухні, вегетарій, майстерні та автомийки. Серед іншого, також є намір запустити регулярний трансфер до Львова та заснувати альтернативні школу і дитячий садок. Згідно з принципами шерінгової економіки, у колективній власності учасників знаходитимуться земля, інфраструктура та спільні об'єкти [14].

Поселення існуватиме та розвиватиметься завдяки самоуправлінню. Мешканці колективно прийматимуть рішення та фінансуватимуть проєкт спільнокоштом. Серед цілей – прагнення вийти на повне самозабезпечення [14]. Питну воду планують брати зі свердловини, для технічних потреб, акумулювати дощову і талу воду. Овочі, зелень та фрукти вирощуватимуть у вегетарії цілий рік, органічні відходи компостуватимуть, вторсировину сортуватимуть та централізовано

¹² Львів отримав Золоту медаль від ЄБРР за екологічні та соціальні проєкти. URL : <http://lviv1256.com/news/l-viv-otrymav-zolotu-medal-vid-yebrr-za-ekolohichni-ta-sotsial-ni-proekty/>

¹³ Львів переміг у конкурсі сталого розвитку від ЄБРР. URL : <https://hmarochos.kiev.ua/2020/06/10/lviv-peremig-u-konkursi-stalogo-rozvytku-vid-yebrr/>

¹⁴ Біля Львова збудують інноваційне енергонебезпечне поселення. URL : <https://shotam.info/bilia-l-vova-zbuduiut-innovatsiynе-enerhonebezpezhne-poselennia/>

відправлятимуть на переробку, а нечистоти безпечно утилізуватиме екологічний септик. Задля збереження екології та в боротьбі зі змінами клімату мешканці відмовляться від неекологічних побутових засобів, свідомо підходитимуть до процесів споживання та раціонально використовуватимуть природні ресурси [14].

Сьогодні екологічне підприємництво розвивається, в основному, за такими напрямками: виготовлення, установка й експлуатація природоохоронних (очисних) засобів; розробка та впровадження екологічно чистих технологій; виробництво екологічно чистих продуктів; переробка, транспортування та ліквідація відходів; торгівля екологічними технологіями, продуктами й відходами; енергозбереження, збереження земельних ресурсів; водний, повітряний контроль, екоаудит і екоекспертиза; екотуризм, екологічна медицина та професійна безпека; інформаційні технології. Робота на ринку звичайно ускладнюється і водночас стимулюється конкурентною боротьбою. Особливо це стосується ринку екологічних товарів [15].

Практична реалізація інноваційно орієнтованого природокористування в різних сферах економіки об'єктивно потребує проведення еколого-економічного аналізу виробничо-господарської діяльності. Застосування підприємствами сучасних технологій найчастіше загострює екологічні ситуації через їх зростаючі енерго- і матеріаломісткість, а також збільшення обсягів промислових викидів (скидів) внаслідок їхньої експлуатації, що також може негативно впливати на конкурентоспроможні позиції підприємств. З іншого боку, лише на основі інноваційного розвитку за впровадження екологічних інновацій можна досягти гармонії в системі «людина – технологічна система – навколишнє природне середовище» [9]. Екологічний фактор необхідно доцільно використовувати в оцінках і механізмах підвищення конкурентоспроможності підприємств-природокористувачів на інноваційній основі [16]. Вимоги щодо екологічності продукції врахувала відома львівська компанія «Ензим» – український національний виробник дріжджів. У планах компанії – розширення виробництва та виготовлення інноваційної продукції. На етапі проектування розробниками докладено усіх зусиль, щоб створити сучасний, екологічний та комфортний об'єкт. Було проведено оцінку

¹⁵ Мішеніна Н. В., Дутченко О. М., Мішеніна Г. А. Еколого-економічна оцінка інноваційно орієнтованого виробництва в системі формування конкурентних переваг підприємств-природокористувачів. *Екологічний менеджмент*. 2015. №2. С. 40–46.

¹⁶ Компанія Ензим планує розширити виробництво та виготовляти інноваційні продукти. URL : <https://enzym.com.ua/663-kompaniya-enzym-planuye-rozshyryty-vyrobnyctvo-ta-vygotovlyaty-innovacijni-produkty>.

впливу на довкілля і отримано висновок від державних органів про безпечність об'єкту. Компанія облаштує тротуари, проїзди, гостьову автостоянку і зупинку громадського транспорту, а також, спільно з громадськими активістами, сквер для мешканців. Задля цього ініційовано розробку детального плану розвитку території, який в свою чергу допоможе розвантажити перехрестя Пасічна-Личаківська.

Отже, екологічні інновації є інструментом вирішення як екологічних, так і економічних проблем, переорієнтувати суспільство та економіки різних країн на довготривалі цикли ощадливого розвитку. Такі інновації здатні забезпечити сталий розвиток, вирішити питання обмеженості ресурсів та їх високу вартість, забезпечити довготривале існування природних багатств, підвищити зацікавленість суспільства у збереженні навколишнього середовища.

1.2. Перспективи використання рослинної сировини в вітчизняних м'ясопродуктах

*Галенко О. О., Шевченко А. О., Гасюк О. Б.
Національний університет харчових технологій*

Вступ. У наш час для виготовлення м'ясопродуктів все більшого поширення набуває використання у якості додаткових інгредієнтів рослинної сировини та продуктів її переробки. Перспективність застосування зокрема олійного насіння для розробки нових рецептур м'ясних продуктів визначається його хімічним складом. Одним із джерел такої сировини є гарбуз.

Гарбуз (*Cucurbita*) – баштанна культура роду одно- і багаторічних перехреснозапилюваних трав'янистих рослин сімейства Гарбузових. Батьківщиною є Північна й Південна Америка, де її вирощують з 3-го тис. до н.е. Це теплолюбна, засухостійка, порівняно тіньовитривала рослина. Плід гарбуза – соковитий багатонасінний, з жовтою або жовтогарячою м'якоттю, діаметр плоду – від 15 до 40 см. Маса насіння становить 0,75–5 % маси плоду. Насіння пласке, еліптичне, довжиною 10–12 мм, трохи звужене з одного боку, потовщене з краю, з зовнішньою і внутрішньою оболонками: зовнішня – щільна, дерев'яниста, жовтуватобіла, внутрішня – плівчаста, зеленувато-сіра. Насіння без ендосперму, зародок з великими широкими сім'ядолями, запах відсутній. Смак сім'ядоль приємний, маслянистий, солодкуватий. Насінна оболонка

становить в середньому 20–32 % маси насіння. Маса 1000 сухих насінин – 140–350 г [17].

Для харчових цілей в основному обробляють гарбуз трьох різновидів: великоплідний, твердокорий і мускатний.

Великоплідний гарбуз холодостійкий, але більш пізньостиглий, ніж твердокорий. Його плоди відрізняються великим розміром, високими смаковими якостями й багатонасінністю (100–300 г). Насіння велике (дрібне буває зрідка), молочно-біле або коричневе, залежно від сорту, гладке, з нечітким ободком по краях.

Твердокорий гарбуз добре пристосований до різких коливань температури. Плоди дрібні з дерев'янистою корою й колючим шиловидним опушенням. Насіння зазвичай середньої величини або дрібне, зрідка велике, ясно-жовтого або жовтуватого кольору з ободком [17].

Мускатний гарбуз найбільш теплолюбний і пізньостиглий. Плоди дрібні й середні витягнутої форми, звужені посередині. М'якоть жовтогаряча, з мускатним ароматом. Насіння подовжене, середнє або дрібне, кремового або сірого кольору, із крученим або ворсистим ободком, колір якого темніше забарвлення насіння. Найчастіше виражений рубчик [17].

В Україні найбільші посівні площі під вирощування гарбуза для технічних цілей займає сорт великоплідної ягоди «Волзький сірий 92». Також значні площі займають сорти великоплідних гарбузів «Стофунтовий», «Український багатоплідний», «Великоплідний 1», «Альтаір». Дедалі більшого поширення набуває голонасінний твердокорий гарбуз сорту «Південний». Насіння даного гарбуза має темне забарвлення (від темно-зеленого до чорного), що обумовлено високим рівнем вмісту хлорофілу.

На відміну від інших сільськогосподарських культур, баштанні, зокрема гарбуз, характеризуються універсальним застосуванням. Вони переробляються на консервних підприємствах, застосовуються в медицині та фармакології.

Завдяки високому вмісту цукрів і біологічно активних речовин, гарним смаковим характеристикам, легкій засвоюваності м'якоть гарбуза володіє високими харчовими та лікувальними властивостями. М'якоть плодів складається з 70–94 % води та 6–30 % сухих речовин, до яких входять 1,5–15 % цукрів; 4–23 % клітковини та геміцелюлози; до 24 % крохмалю; від 0,3 до 1,5 % пектинів; 1–3 % азотистих речовин; 0,5–0,7 %

¹⁷ Краєвська, С. П., Стеценко, Н. О. (2013). *Аналіз хімічного складу насіння гарбуза, кунжуту та льону як перспективних джерел для виробництва біологічно активних добавок до їжі*, Стратегія качества в промышленности и образовании : IX Междунар. конф. Варна.

сирого жиру; 0,1 % кислот; 0,4–1,4 % золи; 25–40 мг% аскорбінової кислоти; 2–28 мг% β -каротину [18].

М'якоть і сік гарбуза поліпшують сольовий обмін в організмі, сприяють жовчовиділенню, їх рекомендують вживати при серцево-судинних захворюваннях, подагрі, захворюваннях печінки й нирок, шлунково-кишкового тракту.

Для переробних підприємств гарбуз зручний у використанні, адже завдяки наявності щільної м'якоті та біохімічних особливостей, він здатен зберігатися без погіршення якості протягом 3–6 місяців. Це дозволяє скоротити сезонність роботи підприємств і завантажити виробництво в осінньо-зимовий період. У період зберігання гарбуз дозріває, при цьому відбувається гідроліз крохмалю, збільшується вміст цукрів, поліпшуються його смакові й поживні властивості.

Гарбуз переробляють для отримання пюреподібних консервів для дитячого харчування, виробляють напівфабрикати з гарбуза, що представляють собою уварене пюре, використовують для виробництва соку, гарбузових напоїв, купажованих з абрикосовим, яблучним соками, ароматизованих апельсиновою олією і т. д. Гарбуз є сировиною для виробництва пектину [19, 20].

Побічним продуктом при виробництві вище перерахованої продукції є насіння гарбуза, яке може використовуватись як корм для худоби. Разом з тим, насіння гарбуза має унікальний хімічний склад і фармакологічні властивості, які їм надає олія, яка міститься у насінні. Гарбузову олію в 30-ті роки було визнано столовим продуктом, що має промислове значення [17].

Багатьма науковцями досліджувався хімічний склад насіння гарбуза.

Результати та обговорення. Хімічний склад олієвмісного насіння, подрібненого до пастоподібного стану, наведено в табл. 1. Для порівняння представлено вміст нутрієнтів в різних видах олієвмісної рослинної сировини: насінні гарбуза, соняшника та кунжуту. Встановлено, що за вмістом білка насіння олійних культур не поступається м'ясній сировині, і його можна розглядати як додаткове джерело рослинного білка (19,4–34,2 %).

¹⁸ Košťálová, Z., Hromádková, Z., Ebringerová, A. (2010). Isolation and characterization of pectin polysaccharides from the seeded fruit of oil pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*), *Industrial Crops and Products*, 31 (2), 370–377.

¹⁹ Veličković, D. T., Ristić, M. S., Karabegović, I. T. (2015). Volatiles and fatty oil of *Cucurbita maxima*, *Advanced technologies*, 4 (2), 43–48.

²⁰ Васильева, А. Г., Круглова, И. А. (2007). Химический состав и потенциальная биологическая ценность семян тыквы различных сортов, *Известие вузов. Пищевая технология*, 3, 30–33.

Насіння кунжуту, соняшника та гарбуза містить значну кількість жиру рослинного походження (31,4–52,9 %), що є сприятливим для розробки нових виробів (збільшення вмісту масової частки жиру в сировині спричиняє зниження вмісту вологи в готовому продукті, що є позитивним фактором для його внесення в рецептуру м'ясних виробів).

1. Хімічний склад олієвмісного насіння

Показник	Масова частка в насінні, %		
	Кунжуту	Соняшника	Гарбуза
Волога	9,0	8,0	5,2
Білки	19,4	20,7	34,2
Жири	48,7	52,9	31,4
Вуглеводи	12,2	10,5	17,6
Клітковина	5,5	5,1	6,2
Зола	5,1	2,7	4,7

Джерело: дані [21].

Насіння олійних культур є джерелом вуглеводів, загальний вміст яких (крохмаль, моно- і дисахариди) становить 10,5–17,6 %. При цьому в рослинній сировині також містяться харчові волокна (до 6,2 %). Дані компоненти відсутні в складі м'ясної сировини, крім того, вони можуть сприяти поліпшенню функціонально-технологічних показників м'ясних виробів.

Біологічна цінність насіння кунжуту, соняшника та гарбуза обумовлена наявністю значної кількості незамінних амінокислот (табл. 2) і цінним жирнокислотним складом (табл. 3) [17, 22].

Аналіз амінокислотного складу білків олієвмісного насіння, результати якого представлені в табл. 2, показав, що в їхньому складі виявлені всі незамінні амінокислоти, але є незначні розходження в кількісному вмісті. У насінні олійних культур переважаючою амінокислотою є лейцин (у насінні кунжуту), лейцин і валін (у насінні соняшника), фенілаланін (у насінні гарбуза). Крім того, відзначено високий вміст амінокислот лізину та треоніну. Рослинна сировина має цінний амінокислотний склад, що не поступається за набором НАК м'ясному.

Згідно даних табл. 3. визначено, що в насінні олійних культур переважають ненасичені жирні кислоти (олеїнова й лінолева), які беруть участь в утворенні клітинних мембран і оболонок нервових волокон.

²¹ Dhiman, K., Gupta, A., Sharma, D. (2012). A review on the medicinally important plants of the family Cucurbitaceae, *Asian J. Clinic. Nutr.*, 4 (1), 16–26.

²² Шешницян, И. Н. Шабурова, Г. В. (2012). Жирнокислотный состав масла семян тыквы, *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*, 4, 103–106.

2. Вміст незамінних амінокислот у насінні рослинної сировини

Незамінна амінокислота (НАК)	Вміст, мг/100 г продукту		
	Кунжуту	Соняшника	Гарбуза
Ізолейцин	783,0	694,0	656,7
Лейцин	2338,0	1343,0	1792,0
Лізин	1074,0	710,0	624,6
Метіонін	559,0	690,0	824,0
Треонін	1468,0	885,0	1601,0
Фенілаланін	1785,0	1149,0	2045,0
Валін	1296,0	1471,0	752,5
Триптофан	590,0	348,0	389,2
Σ НАК	9893,0	7290,0	8685,0

Джерело: авторські дослідження.

3. Жирнокислотний склад насіння рослинної сировини

Жирні кислоти	Вміст, % до загального вмісту жирних кислот		
	Кунжуту	Соняшника	Гарбуза
Насичені			
Пальмітинова (C _{16:0})	4,20	3,22	10,51
Стеаринова (C _{18:0})	2,20	3,90	5,37
Мононенасичені			
Міристолеїнова (C _{14:1})	0,44	0,52	0,35
Пальмітолеїнова (C _{16:1})	0,10	0,20	0,10
Олеїнова (C _{18:1})	25,40	17,60	44,69
Поліненасичені			
Лінолева (C _{18:2})	19,61	42,83	35,10
Ліноленова (C _{18:3})	0,13	0,20	0,15
Арахідонова (C _{20:4})	0,7	0,90	1,30

Джерело: авторські дослідження.

Крім того, олієвмісне насіння має цінний мінеральний і вітамінний склад: насіння кунжуту містить велику кількість кальцію, магнію й фосфору, вітамінів РР, В₂; насіння соняшника багате селеном і вітамінами Е та В₁; насіння гарбуза містить у значній кількості калій, цинк, фосфор і залізо. Маючи багатий амінокислотний, жирнокислотний і мінеральний склад, обрану рослинну сировину можна розглядати як додаткове джерело функціональних компонентів з поліпшеними технологічними характеристиками [23, 24, 25].

Насіння гарбуза є джерелом цінних біологічно активних речовин.

²³ Ханфар, Р., Щербаков, В. (2005). Тыквенные семена – перспективный источник пищевого белка. *Пищевая технология*, 5–6, 44–46.

²⁴ Lim, T. K. (2012). Edible medicinal and non-medicinal plants, *Fruits*, 2, 266–280.

²⁵ Шеманская, Е. И., Осейко, Н. И. (2012). Фосфолипидные жировые продукты функционального назначения. *Харчова наука і технологія*, 1 (18), 28–31.

Висушені ядра насіння гарбуза містять воду (5,23 г), білок (30,23 г), ліпіди (49,05 г), золу (4,88 г), вуглеводи (10,71 г), з них цукри (1,4 г) [18], харчові волокна (3,60 %), ефірну олію, фітостерин кукурбітол, кукурбітин, фітин, вітаміни, органічні кислоти – саліцилову, яблучну [19, 20].

В насінні гарбуза близько 80 % жирів та білків, також воно багате на мінеральні речовини, особливо калій, фосфор та магній, воно поєднує в собі властивості зернових, олійних та бобових культур [18].

Сортові ознаки, вологість насіння та місце вирощування також впливають на його хімічний склад, так для насіння гарбуза різних сортів він може відрізнятись суттєво (табл. 4).

4. Хімічний склад насіння гарбуза різних сортів

Показник	Сорт гарбуза		
	«Столовий зимовий»	«Вітамінний»	«Голонасінний»
Вода	6,36	6,45	6,82
Жири	28,42	29,19	31,79
Білки	31,36	34,03	35,26
Вуглеводи, в тому числі:	30,82	26,19	21,39
цукри	13,57	6,37	17,17
клітковина	17,25	19,82	4,22
Мінеральні речовини, мг			
- Na	14,96	14,21	16,03
- K	536,74	675,95	924,15
- Ca	289,44	346,98	380,48
- Mg	345,34	350,78	507,64
- P	1388,26	1946,65	2292,15
- Fe	62,10	65,40	82,20

Джерело: дані [18].

Насіння гарбуза багате на жирну олію (до 58 % маси ядра без оболонки). Особливий інтерес для отримання олії представляє насіння без оболонок у сортів так званих голонасінних гарбузів, вміст олії в яких досягає 48 %; насіння з одного плоду складають 1,1–3,8 %, а загальний вихід олії з 15–20 т плодів (урожай з 1 га) – 150–250 кг. Сьогодні селекціонери виводять сорти зі збільшеною олійністю насіння голонасінних гарбузів. До складу жирної олії входять переважно гліцериди пальмітинової (13,5 %), стеаринової (6,3%), олеїнової (25 %) та лінолевої кислот (55,2 %) [19, 23].

Вміст олії в ядрі (у лущеному насінні без оболонки) 47,43–54,56 %.

В олії виявлений фітостерин кукурбітол $C_{27}H_{46}O$, вуглеводень мелен $C_{30}H_{62}$ і оксистертинова кислота $C_{26}H_{52}O_3$ [26].

Олія відрізняється високим вмістом біологічно активних речовин, у ній містяться 53 мікро- і макроелемента, каротини (провітамін А), токоферолі (вітамін Е), вітаміни групи В, РР і Р [26].

Жирнокислотний склад триацилгліцеролів гарбузової олії представлено в табл. 5.

5. Жирнокислотний склад триацилгліцеролів гарбузової олії

№ з/п	Склад	Вміст, (% від суми жирних кислот)
1	Пальмітинова $C_{16:0}$	6,0–12,5
2	Пальмітолеїнова $C_{16:1}$	0,5–0,6
3	Стеаринова $C_{18:0}$	5,86–7,50
4	Ейкозанова (арахінова) $C_{20:0}$	0,003
5	Олеїнова $C_{18:1}$	26,0–36,0
6	Лінолева $C_{18:2}$	40,0–55,0
7	Докозанова (бегенова) $C_{22:0}$	0,2–0,25

Джерело: дані [26].

Вітамін Е представлений сумішшю моно- та поліненасичених жирних кислот – олеїнової, лінолевої і ліноленової, вміст яких становить до 70 %. Провітамін А в олії представлений у вигляді суми різних каротиноїдів, вміст яких становить від 10 до 15 мг%. Вітаміну Е в олії насіння гарбуза міститься 94 мг% і представлений він в основному α -токоферолом (76%). Вітамін Е є одним з природних антиоксидантів, який має важливе значення для організму й забезпечує високу біологічну активність і досить гарну стійкість олії до окиснення при зберіганні [26].

У насінні гарбуза звичайного міститься 65,37 мг/100 г каротину [27]. Насіння гарбуза мускатного містить вітаміни: С (1,9 мг), тіамін (0,273 мг), рибофлавін (0,153 мг), ніацин (4,987 мг), В6 (0,143 мг), А (0,005 мг), пантотенову кислоту (0,75 мг), фолати (58 мкг), холін (63 мг), токоферол (35,57 мг), К (7,3 мкг) [28].

Наявні в літературі дані свідчать про високий вміст білків в гарбузовому насінні, при цьому серед білків переважають глобуліни,

²⁶ Sharma, A., Sharma, A., Chand, T. (2013). Preliminary phytochemical evaluation of seed extracts of *Cucurbita maxima* Duchesne/ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2 (3), 62–65.

²⁷ Дахно, І. С., Дахно, Г. П. (2010). Лікарські рослини у ветеринарній медицині. *Вісник Сумського національного аграрного ун-ту*, 3 (26), 39–41.

²⁸ Teugwa, C. M., Boudjeko, T., Tchinda, B.T. (2013). Anti-hyperglycaemic globulins from selected *Cucurbitaceae* seeds used as antidiabetic medicinal plants in Africa. *BMC Complement Altern. Med*, 13, 63–69.

досить високий вміст альбумінів, незначна кількість лужнорозчинних білків (табл. 6) [29].

6. Вміст білків у гарбузовому насінні

Фракційний склад розчинних білків	Білкова фракція (% на суху речовину знежиреного насіння)
Альбуміни	11,4
Глобуліни	22,4
Глютеліни	2,8
Сума розчинних фракцій	36,6

Джерело: дані [29].

Водорозчинна фракція (кукурбін) насіння гарбуза складається з амінокислот і низькомолекулярних пептидів [30]. У насінні присутні такі амінокислоти (в перерахунку на 100 г сировини): триптофан (0,57 г), лізин (1,236 г), серин (1,673 г), тирозин (1,093 г), гістидин (0,78 г), треонін (0,998 г), аргінін (5,353 г), аланін (1,485 г), гліцин (1,843 г), пролін (1,316 г), цистин (0,332 г), валін (1,579 г), метіонін (0,603 г), ізолейцин (1,281 г), лейцин (2,419 г), фенілаланін (1,733 г), глютамінова (6,188 г) та аспарагінова (2,960 г) кислоти.

Вміст кукурбітину становить 3–7 % [24, 31].

Зі зрілого насіння *C. moschata* був виділений білок, названий мошатин (Moschatin). Це рННК-N-глікозидаза, що значно блокує синтез білка в кролика, хворого на меланому [32]. В м'якоті і насінні гарбуза, зокрема гарбуза мускатного, міститься кукурмозин (Cucurmosin) – білок, що інактивує рибосому [33].

Насіння гарбуза містить багато макро- і мікроелементів: кальцій (46 мг), калій (809 мг), магній (595 мг), фосфор (1,233 мг), натрій (7 мг), силіцій (9,4мкг), залізо (8,82 мг), цинк (7,81 мг), мідь (1,343 мг), марганець (4,543 мг) [23, 32].

У 2005 році японськими вченими методом спектрального аналізу були виділені із насіння *C. moschata* 5 нових фенольних глікозидів: кукурбітозиди А-Е: 2-(4-гідрокси)-фенілетанол-4-О-(5-О-бензол)-β-D-апіофуранозил-(1→2)-β-D-глюкопіранозид; 2-(4-гідроксифеніл)етанол-4-

²⁹ Mihranian, V. H., Abou-Chaar, Ch. I. (1968). Extraction, detection, and estimation of cucurbitin in Cu-curbita seeds. *Lloydia*, 31 (1), 23–29.

³⁰ Perez Gutierrez, R. M. (2016). Review of Cucurbita pepo (Pumpkin) its Phytochemistry and Pharmacology. *Med chem*, 6, 12–21.

³¹ Xia, H. C., Li, F., Li, Z. (2003). Purification and characterization of Moschatin, a novel type I ribosome – inactivating protein from the mature seeds of pumpkin (*Cucurbita moschata*), and preparation of its immunotoxin against human melanoma cells. *Cell Research*, 13, 369–374.

³² Malesevic, V. K., Popovic, S. M., Vastag, Z. (2011). Phenolic acids in Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 925–932.

³³ Melnyk, O., Radzievska, I., Galenko, O., Peshuk, L. (2018). Investigation of vegetable oils to oxidative degradation of varying degrees of saturation with tocopherol. *Carpathian journal of food science and technology*, 10 (3), 164–171.

О-[5-О-(4-гідрокси)-бензол]-β-D-апіфураноза-(1→2)-β-D-глюкопіранозид; 4-гідроксибензоловий спирт 4-О-(5-О-бензол)-β-D-апіфуранозіл-(1→2)-β-D-глюкопіранозид; 4-гідроксибензоловий спирт 4-О-[5-О-(4-гідрокси)бензол]-β-D-апіфуранозіл-(1→2)-β-D-глюкопіранозид; 4-гідроксифеніл-5-О-бензол-β-D-апіфуранозіл-(1→2)-β-D-глюкопіранозид [34, 35].

В 2009 році китайські хіміки виділили із насіння гарбуза мускатного два нових фенольних глікозиди: (2-гідрокси)-фенілкарбініл-5-О-бензол-β-D-апіофуранозіл-(1→2)-β-D-глюкопиранозид і 4-β-D-(глюкопіранозил гідрокси-метил)-феніл-5-О-бензол-β-D-апіофуранозіл-(1→2)-β-D-глюкопіранозид [34].

Олія гарбуза звичайного та водний екстракт з насіння містять таніни, флавоноїди, сапоніни, ціаноглікозиди, кардіоглікозиди [23, 34, 35].

Спектрофотометрично встановлено, що вміст каротиноїдів у гарбузовій олії – 0,7–1,0 мг/100 г, вміст хлорофілів – 1,6–5,0 мг/100 г. Високий вміст хлорофілів в гарбузовій олії зумовлює її зеленуватий відтінок, а також впливає на стійкість олії до окиснення (значення пероксидного числа в гарбузовій олії через 1 год прискореного окиснення становило 6,5 мМольО/кг, через 2 години – 16,7 мМольО/кг).

Гарбузова олія містить фенольні сполуки (66,27 мг/кг), токоферолі (882,65 мг/кг), стерини (1,86 %) і віск (1,58 %). В олії знайдені такі стерини, як β-ситостерин, Δ-5,24-стигма-стадієнол, Δ-7-арвенастерин та інші.

Особливої уваги заслуговують такі біологічно активні речовини, як стерини й сквален.

Сквален – ненасичений вуглеводень із групи ациклічних тритерпенів. Біологічне значення має циклізація сквалену в циклоартенол, з якого надалі утворюються стероїди: стерини, стероїдні гормони, вітамін D. Основний напрямок біохімічної еволюції стероїдів – їх властивості, як біологічних регуляторів.

Стерини – тетрациклічні спирти класу тритерпеноїдів. Основна біохімічна роль стеринів полягає в участі їх в утворенні клітинних мембран і перетворенні в різні біорегулятори (статеві гормони, прогестини, кортикостероїди, вітаміни групи D), які регулюють процеси життєдіяльності організму людини й тварин.

На сьогодні встановлено, що стероїдні гормони можуть справляти позитивну дію не тільки при порушенні функцій організму, але й при

³⁴ Yang, X., Zhao, Y. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of an acidic poly-saccharide extracted from *Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir. *J Agric Food Chem*, 55 (12), 4684–4690.

³⁵ Li, F. S., Dou, D. Q., Xu, L. (2009). New phenolic glycosides from the seeds of *Cucurbita moschata*. *J. Asian Nat Prod Res*, 11 (7), 639–642.

лікуванні деяких форм раку (передміхурової залози, молочної залози), а також для лікування запальних процесів, бронхіальної астми та ревматоїдних артритів. При цьому необхідно відзначити, що дія зазначених біологічно активних речовин не викликає побічних негативних ефектів, на відміну від тваринних стероїдів.

Висновки.

1. Визначено, що борошно з насіння гарбуза та його м'якоть використовуються у виробництві сосисок та посічених напівфабрикатів.

2. Наведено характеристику сировини для виробництва варено-копчених шинок, а саме борошно з насіння гарбуза.

3. Розглянуто хімічний, амінокислотний та жирнокислотний склад, вміст вітамінів, мікро- та макроелементів перспективної рослинної сировини для виготовлення м'ясопродуктів.

1.3. Перспективи розвитку агропродовольчого ринку в умовах глобалізації: зміни споживчих переваг та ресурсозбереження

*Зось-Кіор М. В.¹, Співак Є. М.², Діжевська А. А.¹, Гордієнко Я. Ю.¹,
Ілюхіна І. А.¹*

¹Полтавська державна аграрна академія

²Луганський національний аграрний університет (м. Старобільськ)

Паралельно з тим як крива захворюваності на Covid-19 починає стабілізуватися, багато урядів з обережністю говорять про плани щодо відновлення своєї економіки. Рітейлери роблять прогнози у новій реальності щодо того, як може виглядати життя після першої гострої фази цієї пандемії. Картина далека від зрозумілої.

Певною мірою це пов'язано з тим, що поки вакцина або терапія не буде розроблена і розповсюджена, будь-які зусилля, спрямовані на відновлення економіки, швидше за все, будуть повільними, непослідовними і локалізованими. Уряди повинні будуть знайти баланс між бажанням забезпечити відновлення економіки і реальним потенціалом відновлення активності або «другою хвилею» інфекції. Більшість з них діятимуть з найбільшою обережністю і найменшими ризиками. Картина також прихована через зміни в поведінці споживачів, спричинені вірусом і пов'язані з суворою ізоляцією. Багато споживачів не вважають, що їм буде комфортно повернутися в магазини в

найближчому майбутньому, деякі поки не знають, коли вони почнуть відвідувати знову.

Дослідження споживчого ринку в умовах трансформації економіки та динамічних глобалізаційних процесів є надзвичайно актуальним завданням сучасності. Це зумовлено тим, що на споживчому ринку переплітаються ключові інтереси населення і виробників кінцевої продукції. За своїм призначенням споживчий ринок виконує багатогранні функції життєзабезпечення населення. Він є механізмом інтенсивного зворотного стимулюючого впливу споживчого виробництва на весь комплекс галузей економіки й на соціально-економічну ситуацію в суспільстві. Його випереджаючий розвиток є передумовою прискорення темпів економічного зростання. Неефективне ж функціонування споживчого ринку спричиняє макроекономічні диспропорції та структурні деформації соціально-економічного розвитку, призводить до зниження конкурентоспроможності національної економіки та добробуту населення. Саме тому виникає об'єктивна необхідність розробки теоретико-методичних концепцій щодо вдосконалення механізму його функціонування у транзитивній економіці.

Протягом останніх років творчий внесок у дослідження механізму функціонування споживчого ринку та його ролі в забезпеченні розширеного суспільного відтворення зробили українські вчені – І. Крючкова, В. Лагутін, Л. Лігоненко, І. Лошенко та А. Мазаракі. Проте теорія і практика підприємництва еволюціонують, а тому з часом виникають все нові проблеми, що потребують розв'язання, і необхідність у безперервному оновленні знань з питань функціонування та розвитку споживчого ринку. Адже сучасна трансформація української економіки гостро поставили питання теоретико-економічного осмислення ролі й місця споживчого ринку в формуванні людського капіталу та забезпечення економічного зростання.

Споживчий ринок є одним із найвагоміших сегментів національного ринку, він характеризує відносини, які складаються у процесі виробництва, обміну й споживання кінцевих товарів і послуг. Зважаючи на його соціальну роль і важливе місце в життєзабезпеченні населення (а саме – задоволення найнеобхідніших потреб людини), споживчий ринок можна вважати підсистемою соціально-економічної системи країни з притаманними їй особливостями та завданнями функціонування.

У науковій літературі споживчий ринок часто ототожнюється з ринком споживчих товарів, що є науково некоректним. Ми

погоджуємося з думкою, що ринок споживчих товарів – ще не споживчий ринок в його широкому соціально-економічному сенсі.

Ринок споживчих товарів і споживчий ринок мають спільні ознаки, але між ними існують і суттєві відмінності. Спільним між цими ринками є те, що на них переплітаються інтереси виробників і споживачів, продуктам праці надається суспільна оцінка, завершується економічний рух кінцевої продукції. Проте ці ринки відрізняються за об'єктами економічних відносин [36]. Ринок споживчих товарів – це сукупність соціально-економічних відносин між виробниками, посередниками та споживачами, які виникають у процесі купівлі–продажу споживчих товарів.

Отже, основна функція ринку споживчих товарів полягає в реалізації таких товарів для задоволення споживчих потреб усіх суб'єктів економічної системи. Проте споживчий ринок є ширшим поняттям, оскільки крім ринку споживчих товарів включає ринок споживчих послуг. Це сприяє більш повному задоволенню потреб населення, а отже й відтворенню робочої сили. Саме тому синонімом поняття «споживчий ринок» може бути «ринок споживчих товарів і послуг».

Під споживчим ринком ми розуміємо систему соціально-економічних відносин між його суб'єктами, яка формується та розвивається в процесі опосередкованого грошовою формою обміну товарів і послуг, призначених для задоволення особистих потреб та інтересів споживачів. Ця система спрямована на забезпечення цілісності та безперервності процесу суспільного відтворення, зокрема людського капіталу [37].

Аргументовано, що споживчий ринок безпосередньо впливає на процес соціалізації економіки і суспільства. Це з одного боку. Однак, з іншого боку, функціонування споживчого ринку істотною мірою залежать від рівня соціалізації економіки країни і розвитку суспільних відносин, основу яких становлять виробничі зв'язки, відносини власності, економічна свобода суб'єктів споживчого ринку, баланс між ринковою ефективністю та соціальною справедливістю. Ця залежність виражається через соціальну орієнтацію споживчого ринку, ознаками якої виступають якісні параметри розвитку його суб'єктів, відносини між ними, результати їх взаємодії, ефективність функціонування, гуманістичне спрямування. Соціалізація споживчого ринку реалізується

³⁶ Samoilyk I., Zos-Kior M., Illin V., Illina O. The globalization trends of the agrarian sector development. *Advances in Economics, Business and Management Research*, volume 95. Proceedings of the 6th International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019). ULR: <https://www.atlantis-presse.com/proceedings/smtesm-19/125917610>. <https://doi.org/10.2991/smtesm-19.2019.2>.

³⁷ Кубатко О. В., Іскаков А. А. Концепція ресурсозбереження у контексті забезпечення еколого-економічної безпеки національної економіки. *Механізм регулювання економіки*. 2017. № 4. С. 29–38.

шляхом: збільшення обсягів національного виробництва споживчих товарів і послуг як передумови соціального розвитку населення; забезпечення соціально-економічної стабільності – підтримки стабільного рівня цін і тарифів, підвищення рівня зайнятості, збалансованості обсягів попиту і пропозиції на споживчі товари і послуги; досягнення соціальної справедливості – справедливого розподілу доходів, забезпечення за прийнятними цінами споживчою продукцією відповідної якості соціально незахищеного населення; дотримання на всіх стадіях суспільного відтворення соціальних норм і нормативів, екологічних стандартів, стандартів якості продукції; забезпечення повної та достовірної інформованості споживачів про якість продукції, що забезпечить їм свободу вибору; створення сприятливих умов для задоволення працівників, зайнятих у виробництві споживчої продукції, своєю працею.

В умовах будь-якої кризи, люди, зазвичай, починають споживати дешевші продукти, відмовляючись від тих, що не є критичними для них. Треба тільки згадати, як вплинуло падіння цін на нафту на ринок яблука або ринок молочних продуктів. Попит різко впав, бо країни, що заробляли на нафті, знизили споживання не критичних для них продуктів. В українському агросекторі ж, через Covid-19 [38], найбільше ж страждають експортоорієнтовані галузі з високою доданою вартістю – плодоовочева, кондитерська, молочна та м'ясна. Це ті галузі, що дають найбільше робочих місць, і зниження виробництва в цих галузях буде дуже відчутним не стільки для експорту, як для доходів мешканців маленьких містечок та сільських територій України.

Цукрова галузь також страждає, бо знизилась ціна на нафту, а це означає, що Бразилії буде вигідніше переробляти цукрову тростину на цукор, а не на біоетанол. Отже, світовий ринок наповниться дешевим тростинним цукром і наші українські заводи, які є найменш ефективними в Європі та світі (за поодинокими виключеннями), просто не зможуть заплатити за буряк. Взагалі коливання цін будуть непрогнозованими і найбільшими по тих продуктах, по яких ми або залежимо від експорту найбільше або від імпорту.

Повертаючись до агросектору, можна сказати, що виграє зернова галузь та олійножирова. Зернові та олія – це базові та дешеві продукти, які потрібні за будь-яких умов. Попит на них зростає за рахунок падіння попиту на продукти з високою доданою вартістю. Відповідно, внаслідок

³⁸ COVID-19: вплив запровадження карантину на ринок агропродовольчих товарів в Україні – Інститут аграрної економіки. URL : <http://www.iae.org.ua/presscentre/presrelease/2832-covid-19-vplyv-zaprovadzhennya-karantynu-na-rynok-ahroprodovolchych-tovariv-v-ukrayini-institut-aharnoyi-ekonomiky.html>.

цього Україна буде й далі сміливо рухатися в бік деградації економіки і нарощування потенціалу експорту продуктів з низькою доданою вартістю. Нагадаємо, що саме для виробництва цих продуктів потрібно найменше людей, тому населення з сіл буде і далі мігрувати до міст, і, в значній мірі, не українських, а іноземних. Це, в свою чергу, означає, ще менше податків, і ще швидше зменшення обсягів внутрішнього ринку України.

У період глобальної пандемії коронавірусу український плодоовочевий експорт обвалився на 43 % по відношенню до того ж періоду попереднього року.

Так, за цей період виручка України від експорту овочів і фруктів знизилася до 58,5 млн дол. США. Роком раніше за цей же період, експортна виручка плодоовочевого сектора України становила 101,3 млн дол. США.

Згідно з повідомленням, три групи товарів в цей період забезпечували 64 % всієї експортної виручки: волоські горіхи, заморожені ягоди і фрукти і свіжі яблука.

Роком раніше в цей період на цих товарних позиціях припадало 74 % всього українського плодоовочевого експорту. Відповідно, падіння експорту за ключовими експортним групам стало найбільш істотним – виручка від їх експорту знизилася рівно в півтора рази по відношенню до минулого року. І якщо в 2019 році в цей період головну виручку Україні приносили яблука (близько 40 %), то в 2020 році яблука за обсягом виручки були лише на третьому місці після горіхів і заморожених ягід і фруктів з питомою вагою в 16 %.

Найбільше в період пандемії коронавірусу знизилася експортна виручка від експорту українських яблук – в 4,5 рази, і це не дивлячись на те, що середня експортна ціна була значно вища за минулорічну! Однак пандемія Covid-19 тут ні до чого – навіть навпаки – вона стимулювала попит на яблука в країнах ЄС. На жаль, урожай яблук в Україні в 2019 році був порівняно невисоким, а внутрішній попит на тлі холодної весни і карантину, тільки виріс. Тому високі ціни на внутрішньому ринку і дефіцит яблук робили експорт не вигідним.

Саме в експорті яблук, за його словами, за період з лютого по червень 2020 року включно Україна втратила найбільшу частину експортної виручки по відношенню до 2019 року – близько 26,6 млн дол. США.

На другому місці за обсягом зниження експортної виручки в даний період були волоські горіхи. Зниження виручки експортерів від поставок волоських горіхів за кордон склали 9,4 млн дол. США або 36 %.

У повідомленні наголошується, що зниження експорту заморожених ягід і фруктів в лютому–червні 2020 року був менш значним – 1,5 млн дол. США або 10 %. Головною причиною було зростання конкуренції на ринку ЄС з боку постачальників заморожених ягід з країн Північної Африки: Єгипту і Марокко [39].

Четверте місце за обсягом експортної виручки України в аналізований період зайняв ріпчасту цибулю. Експерти відзначають збільшення експорту на 83 % або на 3,1 млн дол. США.

За прогнозами представників компанії Т. В. Fruit, урожай промислових яблук в 2020/21 МР буде на 35–40 % більше, ніж в минулому сезоні.

Однак островом стабільності АПК залишається лише на території Східної Європи і інших країн, що розвиваються – деякі з них, до речі, буквально є островами. В індустріальному суспільстві аграрії дійсно є представниками впливової, грошової і поважної професії, чия значимість тільки зросла на тлі карантинної стагнації економік.

Але в країнах, які прийнято відносити до розвинених, в тому числі Західної Європи, на які звикла дорівнювати Україна, ситуація прямо протилежна. Тут АПК перебуває на порозі найшвидшого, глибокого і серйозного руйнування в історії.

На це є три глобальні причини.

Дефіцит, в тому числі викликаний Covid, держфінансів для аграрних субсидій

Статус фермера катастрофічно пікірує від «годувальника» до «одержувача дотацій, який шкодить екології». Особливо ця трансформація помітна в Великобританії, де проблеми з Covid наклалися на турбулентність, викликану Brexit і загострили конкуренцію за бюджетні кошти. Необхідність жити за рахунок продажу своєї продукції, а не субсидій – зрозумілий, хоч і дещо іронічний стрес після десятиліть гарантованої стабільності.

Відмова або зниження здатності держав оплачувати сам факт наявності сільгоспземлі запустив тренд оптимізації земельних банків. Надлишки земель поступово виводяться з обігу. За даними екоактивісти Джорджа Монбіо, до 2030 року тільки в Європі 30 млн га землі буде вивільнено з сільхозоброta.

Екологічні руху вносять вагомий вклад в десакралізацію АПК. Актуальний в минулому столітті тренд «максимальна продуктивність

³⁹ Zos-Kior M., Kuksa I., Samoilyk I., Storoška M. Methodology for assessing the countries' globalization development. *Economic Annals-XXI*. 2017. № 11–12. P. 4–8.

землі» змінюється ревайлдингом – природоохоронної технологією, носії якої закликають заповнити природі раніше забране: висадити вирощення під пасовища дерева, заселити територію мегафауни (тварини, вага тіла яких перевищує 45–50 кг) винищений заради безпеки людини і надати територіям розвиватися як їм завгодно.

На сьогодні реконструкція екосистем – це примха мільярдерів, які знаходяться на стадії «спочатку над тобою сміються». Один з ідеологів цієї течії датський мільярдер Андерс Хольк Поульсен, співвласник інтернет-магазину ASOS – весь світ почув про нього в контексті моторошного теракту на Шрі-Ланці, в якому він втратив трьох дітей. Поульсен другий за величиною приватний землевласник в Шотландії, чий угіддя знаходяться в зразковому і зовсім усвідомленому запустінні.

Звичайно, ідея поставити благополуччя екосистеми вище, ніж ефективно отримання дешевої їжі виглядає утопічною, безвідповідальною і аморальною, особливо на тлі 700 млн чоловік, які за даними UNICEF голодували в світі в 2019 році. Ідеологи ревайлдинга вважають, що скорочення виробництва в АПК буде відбуватися не за рахунок жителя Руанди, який не з'їсть нічого, а завдяки тому, що житель Нью-Йорка викине менше надлишків їжі – але навряд чи перші схильні поставити своє життя в залежність від усвідомленого споживання друге.

Згідно кілька апокаліптичності дослідження аналітичної групи RethinkX, через десять років поголів'я корів в США зменшиться вдвічі, а ще через п'ять років виробництво м'яса в пробірці збанкрутить традиційну американську м'ясну промисловість, яка в свою чергу потягне за собою індустрію виробництва кормових культур. Врожаї сої, кукурудзи і люцерни впадуть більш ніж на 50 % [40].

Промислове тваринництво досягло межі продуктивності, а високі технології нічим не обмежені. Вартість білків у порівнянні з поточною впаде в п'ять разів до 2030 року і в 10 разів – до 2035 року, поступово зрівнявшись з вартістю цукру.

Споживчі ціни на штучний і традиційний м'ясний фарш досягнуть паритету максимум до 2023 року. А вже до 2030 року обсяг ринку яловичого фаршу скоротиться на 70 %. Відносну стабільність (падіння всього на 30 %) обіцяє сегмент стейків і то тільки тому, що технологи не можуть відтворити волокнисту текстуру і щільність цільного шматка м'яса.

До 2035 року попит на продукцію ВРХ скоротиться на 80–90 %. Інші ринки тваринництва, такі як курка і свинина, підуть за аналогічною

⁴⁰ Дем'яненко Н. В., Фененко О. М. Управління ресурсозбереженням як шлях до ефективного розвитку сільськогосподарського підприємства. *Приазовський економічний вісник*. 2018. Випуск 5 (10). С. 170–174.

траєкторії. Це викличе крах сервісних та суміжних галузей – переробку кормів, виробництво добрив, ветеринарію. У RethinkX вважають, що прогрес вб'є традиційних аграрних індустрій на 100 мільярдів доларів. Вартість сільгоспугідь при цьому впаде на 50–80 % – Україні буде цікаво дізнатися про це напередодні відкриття ринку землі [41].

Навряд чи у традиційного сільського господарства знайдуться захисники – екологічне лобі не дарма всі ці роки їло свій хліб. До того ж, об'єктивно характеристики виробництва у технологів на порядок краще, ніж у традиціоналістів: сучасні альтернативи фермерам будуть в 100 разів більш ефективними з точки зору використання землі, в 20 разів більш економічними за часом, в 10 разів ефективнішими з точки зору водокористування, а викиди парникових газів завдяки їм до 2030 року скоротяться на 45 %.

Країни, які виробляють велику кількість традиційних продуктів АПК, в першу чергу – тваринництва і ресурсів для тваринництва, такі як Бразилія і Аргентина, особливо уразливі, йдеться в звіті.

Україна поки неймовірно далека від цих трендів. Держдотаціями вітчизняні сільгоспвиробники ніколи не були розпечені, екотуризм непорівнянний по прибутковості з гектаром, по-старому засіяних кукурудзою, а м'ясо в пробірці це поки всього лише заголовки в англomовній пресі для обмеженої кількості людей, які цю пресу читають.

У сучасній науковій літературі немає єдиного погляду на сутність поняття «споживчий ринок», незважаючи на його значну поширеність та багаторічну історію використання. Розвиток теорії споживчого ринку дав змогу обґрунтувати авторський підхід до визначення його сутності, згідно з яким споживчий ринок тлумачиться як система соціально-економічних і організаційно-економічних відносин між його суб'єктами (виробниками, посередниками, споживачами), яка формується та розвивається у процесі опосередкованого грошовою формою обміну товарів і послуг, призначених для задоволення особистих потреб (інтересів) споживачів, і спрямована на відтворення людського капіталу, забезпечення цілісності та неперервності процесу суспільного відтворення.

На основі дослідження світового досвіду виявлено, що особливістю функціонування споживчого ринку на сучасному етапі є його соціалізація. Соціалізація споживчого ринку – це процес спрямування діяльності його суб'єктів на досягнення єдності економічного і соціального у процесі виробництва, обміну, розподілу та споживання і

⁴¹ Урба С. І. Пріоритети та інструменти розвитку аграрного сектора в системі забезпечення економічної безпеки України. Дисертація на здобуття наукового ступеня д. е. н. за спеціальністю 08.00.03 Економіка та управління національним господарством. Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, 2019.

на цій основі забезпечення потреб населення у споживчих товарах і послугах за прогресивними соціальними стандартами. Вона починається з виробництва споживчих товарів і послуг, необхідних для задоволення матеріальних і духовних потреб людини, і закінчується забезпеченням умов для відтворення людського капіталу, розвинутого професійно-кваліфікаційного та інтелектуально-освітнього потенціалу людини – основного фактору, який забезпечує економічний розвиток.

Обґрунтовано стратегічні пріоритети державного регулювання споживчого ринку в Україні, економічний зміст яких полягає у сприянні соціалізації споживчого ринку. З цією метою наголошується на необхідності здійснення ряду заходів державної політики, спрямованих на: подолання диспропорцій у галузевій і територіальній структурі споживчого ринку, насичення його вітчизняними конкурентоспроможними товарами і поступове витіснення імпорту; удосконалення цінового регулювання на основі поступового переходу від адміністративних до стимулювальних методів регулювання цін; прийняття закону «Про внутрішню торгівлю»; підвищення ефективності системи захисту прав споживачів; формування ефективного конкурентного ринкового середовища взаємодії суб'єктів господарювання; спрощення процедури реєстрації та ліцензування, обмеження практики контрольно-інспекторських перевірок суб'єктів споживчого ринку. Це сприятиме знаходженню дієвих форм розв'язання суперечності між виробництвом і споживанням в українській економіці.

1.4. Використання методів машинного навчання для прогнозування показників економічної ефективності сільськогосподарського виробництва

Коваленко С. М., Коваленко С. В., Малько М. М.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

При зростанні глобального попиту на продукти харчування, коли ціни на світовому аграрному ринку постійно підвищуються, все більше уваги повинно приділятися інноваційній складовій продовольчого розвитку. В силу цього, слід направити зусилля на розвиток та пошук нових технологій, здатних забезпечити підвищення ефективності аграрного господарювання та недопущення виснаження природних

ресурсів. У широкому розумінні під інноваціями розуміються новації, що реалізуються в аграрній сфері і забезпечують приріст економічного, екологічного і соціального ефектів. Інноваційна політика держави являє собою найважливіший елемент економічної і науково-технічної політики. Вона визначає основну спрямованість базисних інновацій на рівні регіонів країни, в міждержавних відносинах, а також механізм здійснення даних пріоритетів. Дослідження показують, що вироблення інноваційних пріоритетів повинно базуватися на:

- економічних і науково-технічних прогнозах;
- фіксації даних пріоритетів в інноваційних програмах і документах нормативного характеру;
- державній підтримці пріоритетних базисних інновацій та державних інноваційних програмах;
- створенні законодавчої бази інноваційної діяльності.

При цьому необхідно враховувати особливості сільського господарства як об'єкта матеріального виробництва. Основна відмінна риса полягає в тому, що головним засобом виробництва тут є земля і біологічні фактори – рослини і тварини. Виробничий процес при цьому відрізняється сезонністю, і це тісно пов'язано з біологічними факторами. На результати сільськогосподарського виробництва сильно впливають природно-кліматичні умови.

Для забезпечення продовольчої безпеки і успішного інтенсивного розвитку аграрного сектора необхідно застосування інновацій. Інновації можна впроваджувати різними методами. Щоб досягти успіху, потрібна інноваційна ініціатива, в тому числі без великих витрат на соціальні, організаційні, людські та виробничі фактори. Застосування інновацій в сільському господарстві дуже актуально на даний момент.

Очевидним є факт, що зміцнення продовольчої безпеки країни багато в чому залежить від функціонування ринків її сільськогосподарської продукції. Тому розвиток ринків сільськогосподарської продукції є стратегічною задачею. У зв'язку з цим прогнозування факторів виробництва сільськогосподарської продукції, як один із факторів створення умов сталого розвитку і функціонування системи продовольчого забезпечення являється вкрай актуальним. З іншого боку, в сучасному інформаційному суспільстві для розвитку суб'єкту господарювання будь-якого типу одними із умов успішного функціонування є наступні аспекти: покращення управлінських і організаційних факторів, технічний та технологічний розвиток,

розширення ринку збуту тощо. Жодний з цих аспектів не можливо втілити без сучасних інформаційних технологій.

Останні кілька десятиліть на передньому плані ІТ-технологій знаходяться методи штучного інтелекту (artificial intelligence – AI), що знаходять широке застосування в економічних і маркетингових дослідженнях, так само як і в багатьох інших областях знань. Під штучним інтелектом в загальному випадку мають на увазі можливість розв’язання комп’ютерними системами задач, що потребують адаптації до умов, що змінюються, імітувати процес мислення людини та навчатися, використовуючи дані, що постійно оновлюються [42].

Використання методів штучного інтелекту при прийнятті рішень охоплює будь-які області знань: економіка, маркетинг, лінгвістика, системи управління, системи обслуговування користувачів, робототехніка, біотехнології, але наразі у вітчизняній та закордонній літературі недостатньо освітлені питання використання методів штучного інтелекту в прогнозуванні економічних показників сільськогосподарського виробництва. Тому питання застосування методів для прогнозування показників з використанням техніки штучного інтелекту в цій галузі є вкрай актуальними.

Методи штучного інтелекту охоплюють широкий клас задач: використання м’яких обчислень [43], застосування інтелектуального аналізу даних (Data Mining та Data Analysis), використання машинного навчання та нейронних мереж, розпізнавання образів [44] тощо.

Метою даного дослідження є аналіз можливості застосування технології машинного навчання з учителем на основі простої та множинної лінійної регресії для розв’язання задач прогнозування економічних показників на прикладі прогнозування кількості виготовленої сільськогосподарської продукції.

Одним із найбільш вживаних методів є методи навчання з учителем (supervised learning). При такому підході за допомогою навчальної вибірки будується функціональна залежність між парами (ознака–відповідь) та певний алгоритм, що працює за правилами «чорного ящика» – на вхід приймає певну ознаку для опису об’єкту і видає відповідь на виході. Задачі регресії (простої та множинної) є одними з найбільш поширених класів машинного навчання з учителем.

⁴² Rothman D. (2018). Artificial Intelligence By Example. Publisher : Packt Publishing, 480 p.

⁴³ Мегель Ю. Є., Коваленко С. М., Коваленко С. В., Міхнова О. Д. Підхід до кількісної оцінки впливу в’їзного туризму на економіку країни. *Системи обробки інформації*. 2019. № 3 (158). С. 65–72.

⁴⁴ Kutsenko A. S., Megel Yu. Y., Kovalenko S. V., Kovalenko S. M., Omiotek Z., Zhunisova U. (2019). An approach to quality evaluation of embryos based on their geometrical parameters, Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, 111762G.

Техніка машинного навчання складається із кроків:

1. Збір даних – один з найважливіших кроків для машинного навчання. Дані можуть бути зібрані автоматично з сайтів (так званий web scraping) та баз даних, вручну або використовуються готові набори даних (датасети), що розміщені на відповідних веб-сайтах.

2. Підготовка даних – представлення даних в форматі, зручному для подальшої обробки та так звана очистка даних – заміна відсутніх даних, перетворення типів тощо.

3. Вибір моделі. Існує декілька моделей (алгоритмів) машинного навчання: лінійна регресія, логістична регресія, дерева рішень, випадковий ліс, алгоритм K -середніх, наївний Байєс тощо.

4. Тренування. Всю вибірку даних ділять на 2 групи – тренувальний набір та тестовий набір. Використовуючи тренувальний набір проводять «навчання моделі».

5. Оцінка. Використовуючи тестовий набір даних розраховують значення вихідних параметрів і порівнюють їх з фактичними, зазвичай використовуючи середньоквадратичну похибку або коефіцієнт детермінації.

6. Налаштування коефіцієнтів моделі – вибір коефіцієнтів моделі, для яких оцінка є найкращою в певному сенсі.

7. Прогноз – розрахунок значень на майбутній період.

Застосуємо послідовність дій, що описана вище, для прогнозування обсягу виготовленої сільськогосподарської продукції.

Збір даних. Набір даних для аналізу було отримано з Єдиного державного порталу відкритих даних [45]. Дані, розміщені на порталі, дозволені для подальшого вільного використання та поширення відповідно до Закону України «Про доступ до публічної інформації» [46]. Цей набір даних надає значення виготовленої сільськогосподарської продукції в мільйонах гривень за 2000 та 2005–2018 роки. Останнє оновлення дата сету – 3 червня 2020 року.

Дані, що надані в дата сеті відформатовані за категоріями (code – код сільськогосподарської продукції, period – рік, data – продукція сільського господарств в млн. грн, що наведена в постійних цінах 2010 р.). Кодами є наступні позначення: 01-Продукція сільського господарства; 02-Продукція рослинництва; 02.1-Культури зернові та зернобобові; 02.2-Культури технічні; 02.3-Картопля, культури овочеві та баштанні продовольчі; 02.4-Культури плодові, ягідні та виноград;

⁴⁵ Портал відкритих даних. Продукція сільського господарства. URL : <https://data.gov.ua/dataset/20efe9a9-32c3-4b13-a7c7-8e96ba29ca72>.

⁴⁶ Закон України «Про доступ до публічної інформації». URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text>.

02.5-Культури кормові; 02.6-Інша продукція рослинництва; 03-Продукція тваринництва; 03.1-Сільськогосподарські тварини (виращування); 03.2-Молоко; 03.3-Яйця; 03.4-Вовна; 03.5-Інша продукція тваринництва.

Підготовка даних. Для подальшого використання дані, надані в наборі, було переформатовано, тобто змінено формат матриці їх представлення у вигляді матриці розміром 16×15, дані збережено в форматі .csv для подальшого опрацювання, після чого було опрацьовано рядки з відсутніми даними для уникнення помилок при розрахунках (рис. 1):

	year	01	02	02_1	02_2	02_3	02_4	02_5	02_6	03	03_1	03_2	03_3	03_4	03_5
0	2000	151022.2	92838.9	27189.4	16812.5	35029.3	6315.5	6237.3	1254.9	58183.3	21567.2	30236.9	3880.9	43844.0	2484.2
1	2005	179605.8	114479.9	41744.7	22534.8	37236.2	7172.5	5204.2	587.5	65125.9	23292.3	32954.7	5780.8	43903.0	3084.8
2	2006	184095.8	116597.7	37949.7	28922.9	38856.4	4913.6	4824.4	1130.7	67498.1	25726.0	32413.3	6408.3	43964.0	2937.0
3	2007	172129.7	105979.5	32364.5	24843.8	36554.9	6134.9	4449.8	1631.6	66150.2	26553.4	30393.4	6432.1	43935.0	2756.9
4	2008	201564.0	136277.1	55059.8	33259.7	36541.4	6063.8	4460.7	891.7	65286.9	26733.6	28938.3	6801.8	43997.0	2797.6

Рис. 1. Фрагмент переформатованого набору даних для аналізу

Джерело: авторська розробка.

Вибір моделі. Будемо проводити машинне навчання за допомогою регресійних моделей – простих та множинних.

Кожний зі стовпчиків отриманого набору даних можна розглядати як часовий ряд. З'ясуємо наявність зв'язку між рядами за допомогою кореляції Пірсона:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

де x_i і y_i – значення відповідних стовпчиків даних, а $\bar{x}$ і $\bar{y}$ – їх математичні сподівання.

Цілком очевидно, що дані стовпчику 01 залежать від даних в стовпчику 02 та 03, тому що продукція сільського господарства взагалі є агрегованим показником продукції рослинництва та продукції тваринництва. Тому для того, щоб не перевантажувати обчислення при розрахунку значень кореляції виключимо значення стовпчиків 02, 03. Результат представимо у вигляді теплової карти (рис. 2).

Із рисунку 2 видно, що суттєво впливають на загальну кількість виготовленої сільськогосподарської продукції всі категорії продукції, окрім продукції, що входить до категорій «Інша продукція рослинництва», «Інша продукція тваринництва» та «Вовна». Так як є суттєва кореляція між стовпчиками «01» та «year», ми можемо застосувати просту кореляцію для цих категорій параметрів.

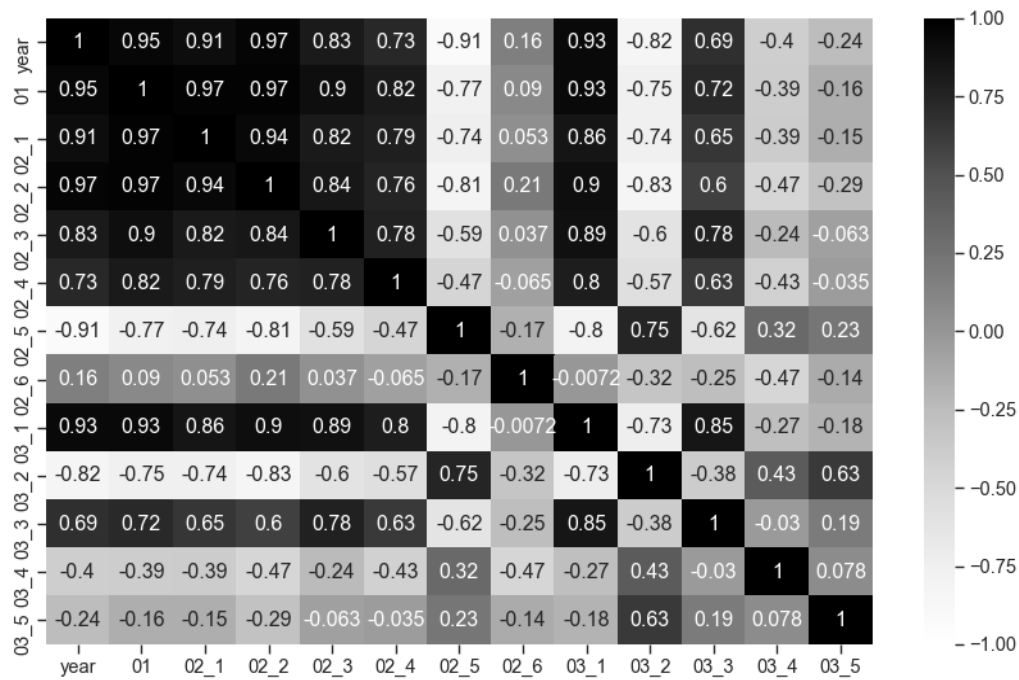


Рис. 2. Кореляція у вигляді теплової карти

Джерело: авторська розробка.

Проста лінійна регресія – це підхід до знаходження прогнозного значення з використанням одного вхідного параметру у формі:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x, \quad (2)$$

де y – це отримане прогнозне значення (кількість продукції сільського господарства), x – вхідне значення (рік), β_0 – вільний член (зсув), β_1 – коефіцієнт при x (кут нахилу прямої).

Разом β_0 і β_1 називаються коефіцієнтами моделі. Найуживанішим методом для знаходження коефіцієнтів регресії є критерій найменших квадратів, що полягає в знаходженні прямої, що мінімізує суму квадратів похибок (рис. 3).

Тобто необхідно знайти

$$S = S(b_0, b_1) = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

де $\hat{y}_i$ – прогнознi значення, а y_i – значення, що спостерігаються.

Для знаходження мінімуму необхідно знайти часткові похідні по β_0 і β_1 та прирівняти їх до нуля:

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial b_0} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b_1} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i) = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n x_i (y_i - b_0 - b_1 x_i) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n b_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases}$$

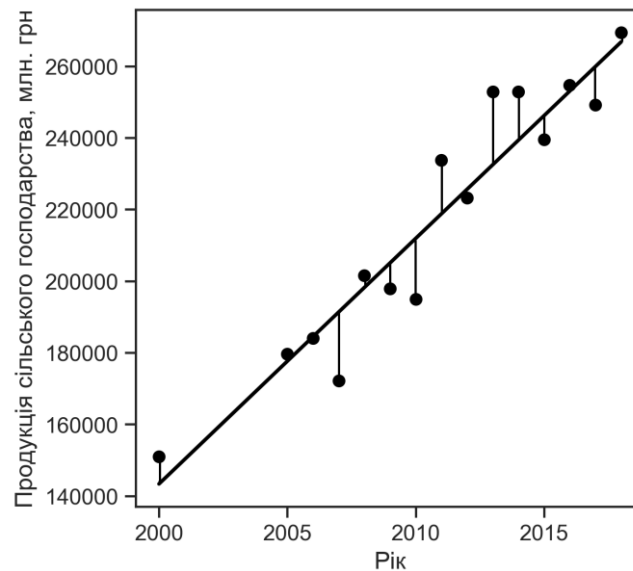


Рис. 3. Вхідні дані, лінія регресії та похибки

Джерело: авторська розробка.

Розв'язком даної системи буде:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i y_i \sum_{i=1}^n x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad b_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (4)$$

Необхідно відзначити, що лінійна регресія відноситься до моделей з високим зсувом та низькою дисперсією. Техніка машинного навчання за допомогою простої лінійної регресії може бути продовжена на багатовимірний випадок – множинну лінійну регресію:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_i x_i + \dots + \beta_n x_n, \quad (5)$$

де x_i – представляють різні категорії вхідних параметрів.

Для вибору вхідних параметрів для множинної регресії скористаємось тепловою картою кореляції між стовпчиками набору даних (рис. 2). Кореляція, більша за 0,9, є між загальною продукцією (стовпчик 01) та стовпчиками (02_1 – культури зернові та зернобобові, 02_2 – культури технічні, 02_3 – картопля, культури овочеві та баштанні продовольчі, 03_1 – сільськогосподарські тварини). Але у стовпчика 03_1 також присутня значна кореляція з стовпчиками (02_1, 02_2 та 02_3). Тому будемо складати прогнозне значення загального об'єму сільськогосподарської продукції на основі даних про зернові, технічні та овочеві культури. Тобто

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4, \quad (6)$$

де x_i – окремі вхідні ознаки, $i \in \overline{1,4}$.

Тренування даних. Для тренування даних розділимо всі вхідні дані на 2 групи – тренувальну і тестову. Для тренувальної вибірки оберемо 11 пар (x_{train}, y_{train}) – («рік», «кількість продукції»), для тестування – 5 відповідних пар. Ці пари будемо обирати випадковим чином. Застосуємо модуль LinearRegression бібліотеки Scikit-Learn для відповідного тренування.

Результатом тренування простої лінійної регресійної моделі буде пара значень $\langle \tilde{\beta}_0; \tilde{\beta}_1 \rangle$, де $\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1$ – знайдені реальні числа для коефіцієнту зсуву β_0 і кута нахилу β_1 моделі (2). Після тренування моделі множинної регресії лінійної регресії отримуємо кортеж $\langle \tilde{\beta}_0; \tilde{\beta}_1; \tilde{\beta}_2; \tilde{\beta}_3; \tilde{\beta}_4 \rangle$ з коефіцієнтами моделі (6). Наприклад, для тестового набору $x_{test} = [2008, 2013, 2000, 2007, 2014, 2018, 2006, 2015, 2005, 2019, 2012]$ для простої лінійної регресії отримуємо $\langle \tilde{\beta}_0; \tilde{\beta}_1 \rangle = \langle -1,337 \cdot 10^7; 6,76 \cdot 10^3 \rangle$

Для множинної регресії і тестового набору, що надано на рис. 5, у якості вихідних параметрів моделі маємо кортеж

$$\langle \tilde{\beta}_0; \tilde{\beta}_1; \tilde{\beta}_2; \tilde{\beta}_3; \tilde{\beta}_4 \rangle = \langle -1,88 \cdot 10^7; 9,56 \cdot 10^2; 1,2; 4,12 \cdot 10^{-1}; 2,19 \rangle$$

	year	02_1	02_2	02_3
0	2019.0	74076.8	64127.9	45416.7
1	2015.0	63421.0	50172.8	43439.4
2	2008.0	55059.8	33259.7	36541.4
3	2012.0	49407.4	40533.8	46395.6
4	2013.0	66997.3	49108.6	45762.2
5	2000.0	27189.4	16812.5	35029.3
6	2016.0	69464.2	57844.8	44821.9
7	2010.0	41633.0	33031.2	37996.5
8	2017.0	65169.8	56143.1	44859.0
9	2018.0	74076.8	64127.9	45416.7
10	2007.0	32364.5	24843.8	36554.9

Рис. 5. Початкові дані для множинної регресії

Джерело: авторська розробка.

Фрагмент коду на мові Python надано на рис. 6.

Оцінка якості тренування. Адекватність моделі будемо оцінювати за допомогою коефіцієнту детермінації $R^2 = SS_{reg} / SS_{tot}$, де SS_{reg} – сума квадратів відхилень, що зумовлена регресією, SS_{tot} – загальна сума квадратів відхилень. Таким чином, коефіцієнт детермінації визначає частку дисперсії спостережених даних, що може бути пояснена моделлю.

Значення $R^2 \in [0,1]$ і чим ближче це значення до 1, тим краще розкид даних описується моделлю.

```
In [1]: import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LinearRegression
df_new = pd.read_csv('table_ok.csv')
df_new.fillna(method='ffill', inplace = True)
X=np.array(df_new.loc[:, 'year']).reshape(-1,1)
Y=np.array(df_new["01"])
x_train, x_test, y_train, y_test = \
    train_test_split(X ,Y, test_size = 0.30, random_state = None)
lr = LinearRegression()
lr.fit(x_train,y_train)
print('b0 = ',lr.intercept_)

b0 = -13377903.07170418

In [2]: print('b1 = ',lr.coef_[0])

b1 = 6760.260257234727
```

Рис. 6. Фрагмент коду для тренування моделі простої лінійної регресії

Джерело: авторська розробка.

Для описаних вище початкових коефіцієнтів моделі отримуємо значення (табл. 1).

1. Значення оцінок моделі для першої ітерації роботи алгоритму машинного навчання

	R^2
Проста регресія	0,763
Множинна регресія	0,989

Джерело: розробка авторів.

Налагодження коефіцієнтів моделі. Для налагодження моделі необхідно повторювати кроки 4 (тренування) та 5 (оцінка) n разів, кожного разу фіксуючі коефіцієнти моделі та значення оцінок. Після закінчення роботи циклу, обрати тренування i , при якому $R_i^2 = \min\{R_j^2\}$, $j = \overline{1, n}$. В якості коефіцієнтів моделі обрати кортеж $\langle \tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1 \rangle_i$ для простої лінійної регресії, або $\langle \tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1, \tilde{\beta}_2, \tilde{\beta}_3, \tilde{\beta}_4 \rangle_i$ – для множинної.

Оберемо $n=15$ та проведемо налагодження коефіцієнтів для простої лінійної регресії. Результати роботи алгоритму наведено в табл. 2, де сірим кольором виділено значення $R_i^2 = \min\{R_j^2\}$ і відповідні остаточні значення коефіцієнтів. Всі результати округлені до 3 знаків після зап'ятої (табл. 2).

2. Результат налагодження коефіцієнтів моделі

i	Результати навчання		
	β_0	β_1	R^2
1	-15329548,682	7732,702	0,888
2	-13303504,636	6724,520	0,876
3	-13533557,376	6840,699	0,827
4	-13119470,570	6631,852	0,916
5	13166181,624	6655,411	0,692
6	-13568149,883	6857,124	0,900
7	-13592329,275	6868,360	0,848
8	-14425750,418	7281,471	0,942
9	-12855623,876	6501,321	0,896
10	-13973339,990	7057,673	0,977
11	-14659666,862	7397,002	0,804
12	-13136504,309	6640,181	0,755
13	-13593222,190	6868,154	0,941
14	-12503170,249	6326,749	0,835
15	-13215190,4545	6680,363	0,829

Джерело: розробка авторів.

Тобто, найбільший коефіцієнт детермінації маємо у десятому тренуванні, тому налаштований вид простої лінійної регресії, що будемо застосовувати в прогнозуванні, має вигляд:

$$y = -13973339,990 + 7057,673x \quad (7)$$

Для отриманої моделі побудуємо графік регресії (рис. 7) та гістограми (рис. 8), що відображають тестові та прогнозні значення.

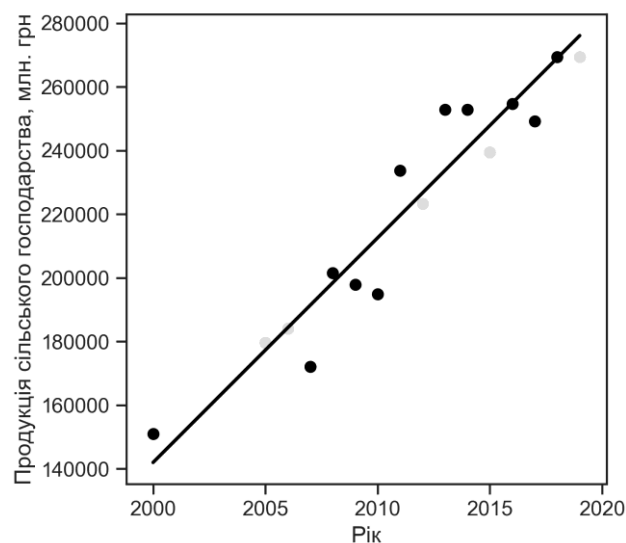


Рис. 7. Тренувальна вибірка (чорні точки), тестова (сірі точки) та налаштована лінія регресії

Джерело: авторська розробка.

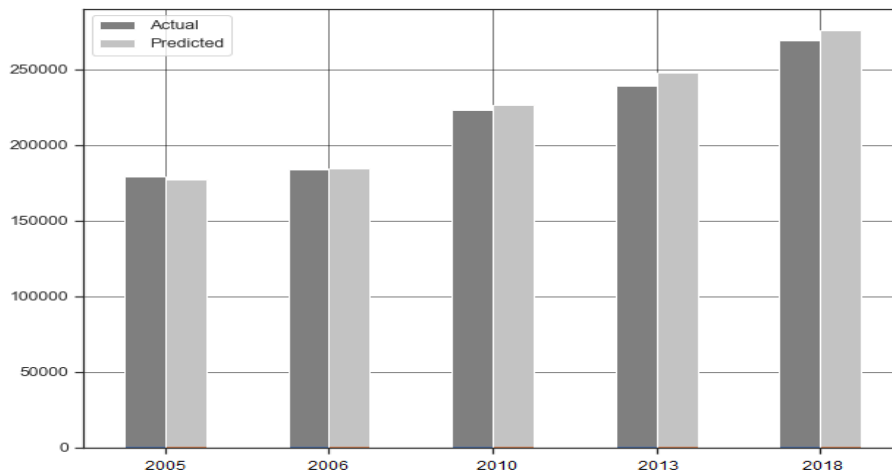


Рис. 8. Гістограми спостережених та прогнозних значень для тестової вибірки

Джерело: авторська розробка.

Аналогічний підхід застосуємо до налагодження коефіцієнтів моделі множинної регресії. Підставив отримані значення в (5), отримаємо остаточну модель:

$$y = -1152821,86 + 595,047x_1 + 1,13x_2 + 0,65x_3 + 2,1x_4 \quad (8)$$

На рис. 9 представлено гістограму тестових та прогнозних значень, отриманих за допомогою моделі (8). Із рисунків 8 та 9, а також із факту, що $R_{mr}^2 = 0,992 \geq R_{sr}^2 = 0,977$, виходить, що множинна лінійна регресія дає кращий прогноз, ніж проста лінійна регресія (рис. 9).

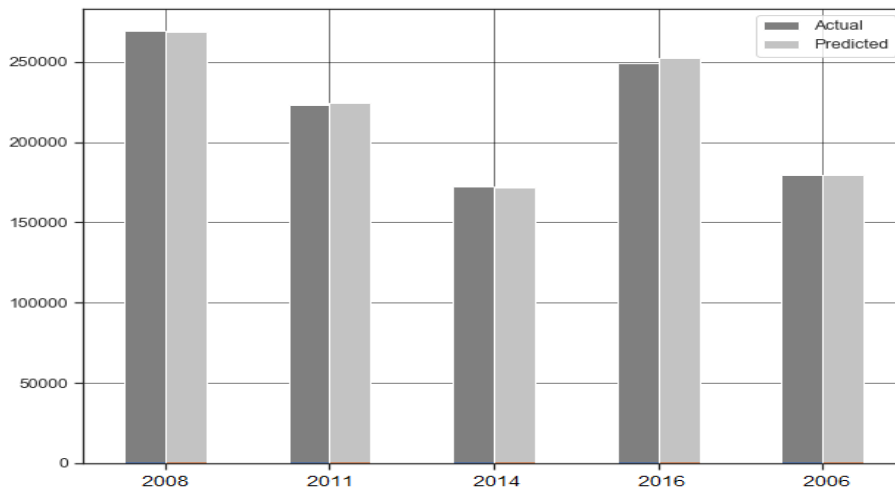


Рис. 9. Гістограми спостережених та прогнозних значень для тестової вибірки

Джерело: авторська розробка.

Прогноз. Отримаємо прогноз виробленої сільськогосподарської продукції на 2020 рік. Модель (8) потребує для прогнозу один параметр – рік спостереження. Для множинної регресії в якості параметрів крім

року необхідно взяти значення кількості зібраних (у грошовому еквіваленті) зернових та зернобобових культур, технічних культур, картоплі, овочевих та баштанних культур.

При побудові реальних прогнозів ці дані можуть бути задані за допомогою експертів. В даному дослідженні авторами прийнято рішення використати значення попереднього року (табл. 3).

3. Результати прогнозів виробництва продукції сільського господарства на 2020 рік

Вхідні параметри		Прогноз
Категорія	Значення	
Проста лінійна регресія		
Рік	2020	283159,47
Множинна лінійна регресія		
Рік	2020	270037,44
02_1	74076,8	
02_2	64127,9	
02_3	45416,7	

Джерело: авторська розробка.

Отримані значення після опублікування результатів статистичних досліджень за 2020 рік можуть бути внесені в модель для подальшого навчання моделі.

Таким чином, в ході даного дослідження було проаналізовано можливість побудови прогнозних значень для кількості загальної виготовленої сільськогосподарської продукції за допомогою техніки машинного навчання з учителем на основі моделей простої та множинної лінійної регресії.

Для проведення досліджень було застосовано набір даних, що знаходиться у відкритому доступі та містить дані про загальну кількість виробленої сільськогосподарської продукції (в грошовому еквіваленті), та кількість продукції за певними категоріями (зернові, технічні, овочеві культури, продукція тваринництва тощо). Досліджено кореляцію між категоріями ознак датасету.

У відповідності до алгоритму машинного навчання проведено підготовку, тренування, оцінювання, налагодження коефіцієнтів моделі та побудовано прогнозні значення. Із проведених досліджень виходить, що використання множинної моделі краще описує поведінку системи, але її використання на практиці може бути пов'язане з певними труднощами, адже вона потребує додаткових вхідних параметрів. Тому для попереднього оціночного прогнозу проста лінійна регресія надає

достатні якісні прогнози. Прогнозні значення для простої регресійної моделі складають 283159,47, для множинної регресійної моделі – 270037,44. Отримані дані в подальшому можуть бути введені в набір даних для подальшого тренування та налагодження моделі.

1.5. Принципи організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України

Кулаков О. О.

*Департамент інвестиційно-інноваційного розвитку і зовнішніх відносин
Донецької обласної державної адміністрації*

Важливими складовими забезпечення європейської та євроатлантичної інтеграції України та вирішення економіко-екологічних проблем повинні стати процеси створення організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України. Постійний розвиток екологічних проблем, який спостерігається в даний період, потребує невідкладного вирішення. Для переходу на новий якісний рівень розвитку системи економіки необхідні екологічні інновації, оскільки покращення екологічного стану країни є вимогою сучасності. Від реалізації організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій залежить соціально-економічний розвиток країни, якісний рівень життя населення, можливості охорони та розвитку природного середовища. Україна складається з різних областей, які мають різноманітні види ресурсів. Особливої уваги заслуговує Донецька область, яка розвивається за допомогою інвестицій, зокрема інвестицій в екологічні інновації. Тому актуальності набуває проблема розроблення організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій з метою забезпечення економічної та продовольчої безпеки України. Створення організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій допоможе впровадити нові технології, що відповідають стандартам Європейського Союзу для переходу на якісний новий європейський рівень розвитку економіки України.

Проблемам екологічних інновацій присвячено ряд публікацій вітчизняних вчених-економістів. О. В. Латишева аналізує екологічні інвестиції, а саме сучасний стан та перспективи впровадження

екологічних інвестицій в Україні для забезпечення сталого розвитку держави [47]. М. С. Кравченко розглядає екологічне підприємництво в Україні: сутність поняття, сучасний розвиток і перспективи цього виду діяльності в країні [48]. В. Бутенко досліджує інноваційний розвиток України як основу формування біоекономіки [49]. В дослідженнях Г. О. Обиход аналізуються екоінновації як основа екологізації економічного розвитку: проблематика та шляхи впровадження в західних регіонах України [50]. В. А. Бондар розглядає екологічні інновації в організації та розвитку круп'яного виробництва [51]. В працях А. В. Андрейченка досліджується інноваційно-інвестиційне забезпечення безвідходного агропромислового виробництва: проблеми та перспективи [52]. Дослідження факторів еко-інноваційної діяльності підприємств в умовах транскордонного співробітництва висвітлюється у працях І. С. Скороход [53]. Н. В. Мішеніною аналізується еколого-економічна оцінка інноваційно орієнтованого виробництва в системі формування конкурентних переваг підприємств-природокористувачів [54].

Відзначаючи значний внесок вітчизняних вчених у розвинення теорії та практики розвитку екологічних інновацій слід зауважити, що неповно досліджено організаційно-економічне забезпечення розвитку екологічних інновацій з урахуванням принципів економічної та продовольчої безпеки України.

Різноманітність господарських відносин в Україні дозволяє стверджувати про потребу створення організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій, що є основою для розвитку країни. Зважаючи на адміністративно-територіальний устрій, Україна складається з 24 областей, що є різними по бюджету, території, типам ресурсів тощо. Враховуючи економічну та продовольчу безпеку України, можна стверджувати про важливість створення організаційно-

⁴⁷ Латишева О. В. Екологічні інвестиції: сучасний стан та перспективи їх впровадження в Україні для забезпечення сталого розвитку держави. *Економічний вісник Донбасу*. 2018. № 1 (51). С. 59–65.

⁴⁸ Кравченко М. С., Погорелов В. М. Екологічне підприємництво в Україні: сутність поняття, сучасний розвиток і перспективи цього виду діяльності в країні. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія : Економічні науки*. 2017. № 34. С. 361–368.

⁴⁹ Бутенко В. Інноваційний розвиток України як основа формування біоекономіки. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2017. № 1 (3). С. 54–66.

⁵⁰ Обиход Г. О., Омельченко А. А., Бойко В.В. Екоінновації як основа екологізації економічного розвитку: проблематика та шляхи впровадження в західних регіонах України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2015. № 17. С. 7–11.

⁵¹ Бондар В. А. Екологічні інновації в організації та розвитку круп'яного виробництва. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2016. № 10 (1). С. 42–46.

⁵² Андрейченко А. В. Інноваційно-інвестиційне забезпечення безвідходного агропромислового виробництва: проблеми та перспективи. *Проблеми економіки*. 2018. № 1 (35). С. 36–41.

⁵³ Скороход І. С., Ребрина Н. Г. Дослідження факторів еко-інноваційної діяльності підприємств в умовах транскордонного співробітництва. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2015. № 1 (111). С. 127–131.

⁵⁴ Мішеніна Н. В., Дутченко О. М., Мішеніна Г. А. Еколого-економічна оцінка інноваційно орієнтованого виробництва в системі формування конкурентних переваг підприємств-природокористувачів. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 2. С. 40–46.

економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій в різних областях України. Але потрібно виокремити характеристики екологічних інновацій. Ці характеристики будуть основою для організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій.

Необхідно проаналізувати статистичні показники екологічних інновацій в Україні, зокрема в Донецькій області, для виявлення проблем екологічних інновацій та розробки організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій. Проаналізуємо рівень капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища в процентах відносно попереднього року в Україні (табл. 1).

Як видно з таблиці 1 рівень капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища в процентах відносно попереднього року в Україні є нестабільним, відбувається як суттєве зростання капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища так і зниження капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища.

1. Рівень капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища в процентах відносно попереднього року в Україні

№	Показник	Роки				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	Рівень капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища в процентах відносно попереднього року в Україні	96,43	174,46	82,34	91,37	161,36

Джерело: розраховано за даними [55].

Виявимо рівень капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища в процентах відносно попереднього року в Донецькій області (рис. 1).

Як видно з рисунку 1 рівень капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища в процентах відносно попереднього року в Донецькій області також є нестабільним, спостерігається як збільшення капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища так і зменшення капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища.

Розглянемо рівень енергоспоживання на основі відновлюваних джерел (енергія біопалива та відходи, вітрова та сонячна енергія) в процентах відносно попереднього року в Україні (рис. 2).

⁵⁵ Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища за видами природоохоронних заходів.
URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/ns_rik/ns_rik_reg/onps_u/kionps_u.htm (дата звернення: 19.10.2020 р.).

Як видно з рисунку 2 рівень енергоспоживання на основі відновлюваних джерел (енергія біопалива та відходи, вітрова та сонячна енергія) в процентах відносно попереднього року в Україні зростає нестабільно.

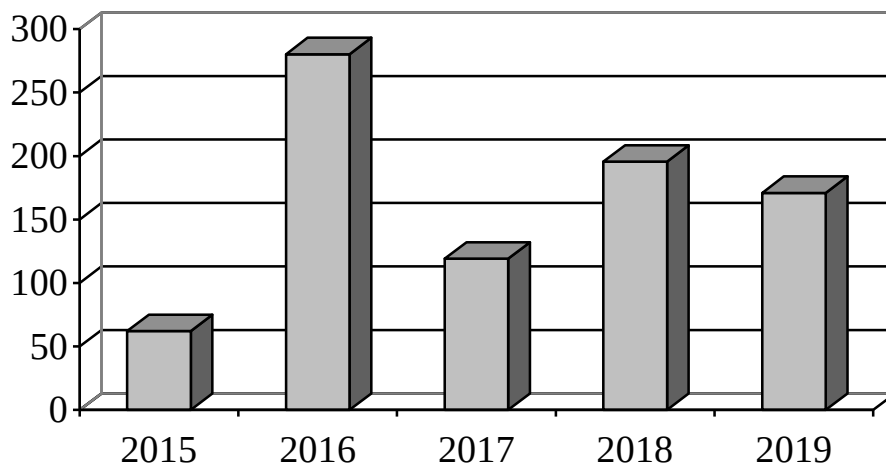


Рис. 1. Рівень капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища в процентах відносно попереднього року в Донецькій області

Джерело: розраховано за даними [56].

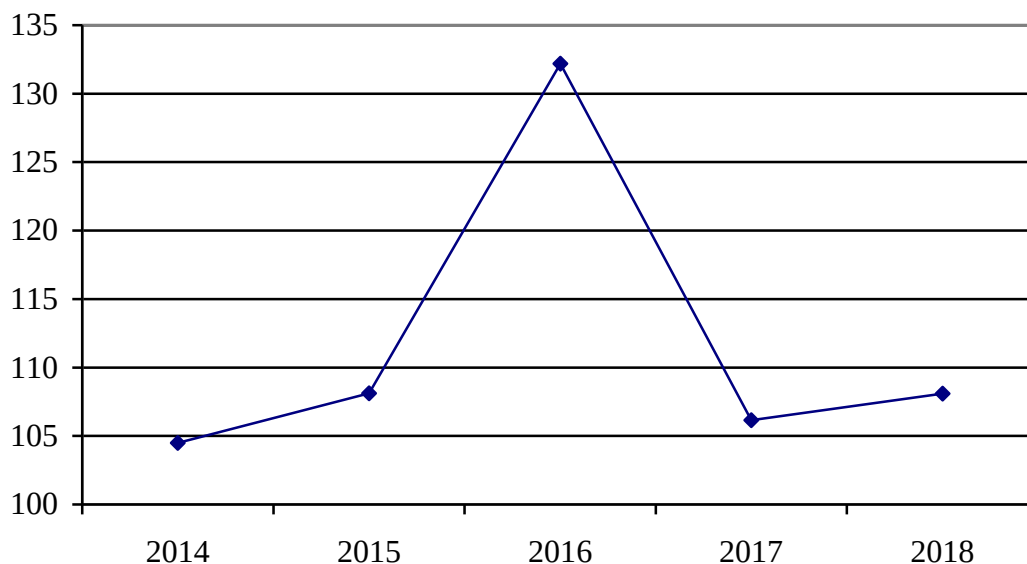


Рис. 2. Рівень енергоспоживання на основі відновлюваних джерел (енергія біопалива та відходи, вітрова та сонячна енергія) в процентах відносно попереднього року в Україні

Джерело: розраховано за даними [57].

⁵⁶ Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища за видами природоохоронних заходів. URL : <http://donetskstat.gov.ua/statinform1/environment13.php> (дата звернення: 19.10.2020 р.).

⁵⁷ Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел за 2007–2018 роки. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/sg/ekolog/ukr/esp_vg_u.htm (дата звернення: 19.10.2020 р.).

Проаналізуємо рівень спалення побутових та подібних відходів (ППВ) з метою отримання енергії в процентах відносно попереднього року в Україні (рис. 3).

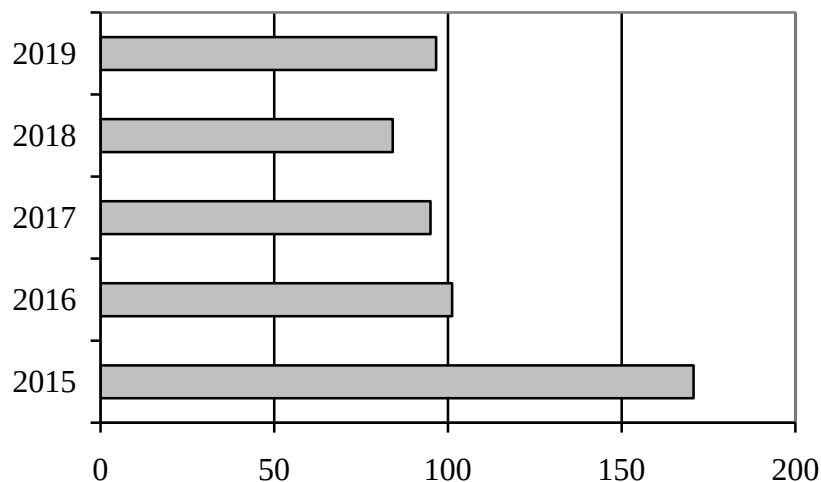


Рис. 3. Рівень спалення ППВ з метою отримання енергії в процентах відносно попереднього року в Україні

Джерело: розраховано за даними [58].

Як видно з рисунку 3 рівень спалення ППВ з метою отримання енергії в процентах відносно попереднього року в Україні показує негативні та позитивні тенденції, спостерігається як зростання рівня спалення ППВ з метою отримання енергії так і зменшення рівня спалення ППВ з метою отримання енергії.

Виявимо рівень внесення мінеральних та органічних добрив в процентах відносно попереднього року в Україні (табл. 2).

Як видно з таблиці 2 рівень внесення мінеральних та органічних добрив в процентах відносно попереднього року в Україні також є нестабільним, відбувається як суттєве збільшення рівня внесення мінеральних та органічних добрив так і зниження рівня внесення мінеральних та органічних добрив.

2. Рівень внесення мінеральних та органічних добрив в процентах відносно попереднього року в Україні

№	Показник	Роки				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	Рівень внесення мінеральних та органічних добрив в процентах відносно попереднього року в Україні	96,15	122,18	117,31	115,69	99,66

Джерело: розраховано за даними [59].

Як видно зі статистики рівень впровадження екологічних інновацій є нестабільним і необхідно створення організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України.

Інструменти організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України матимуть такий вигляд (рис. 4).

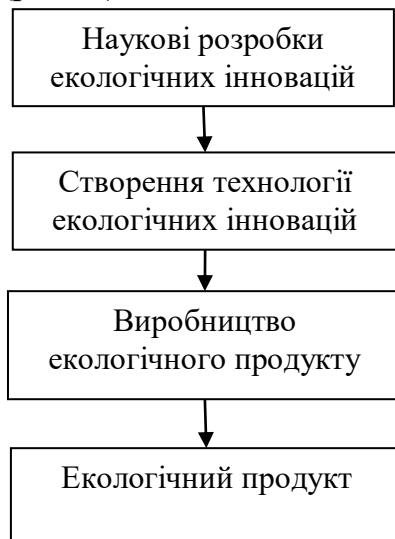


Рис. 4. Інструменти організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України

Джерело: авторська розробка.

Як видно з рисунку 4 інструменти організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України допоможуть правильному виробництву екологічних продуктів.

Можна виділити етапи впровадження екологічних інновацій (табл. 3).

3. Етапи впровадження екологічних інновацій

№	Етап
1	Розробка пропозиції щодо можливості впровадження екологічної інновації
2	Оцінювання ризиків щодо реалізації екологічної інновації
3	Аналіз умов впровадження та фінансових витрат екологічної інновації
4	Розроблення технології впровадження екологічної інновації
5	Оцінювання майбутніх вигод від впровадження екологічної інновації
6	Планування та організація процесу впровадження екологічної інновації
7	Реалізація екологічної інновації

Джерело: авторська розробка.

⁵⁹ Внесення мінеральних та органічних добрив (1990–2019). URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 19.10.2020 р.).

Етапи впровадження екологічних інновацій показують поетапне планування та реалізацію процесу впровадження екологічних інновацій.

Екологічні інновації направлені на вирішення наступних проблем:

1. Залучення інвестицій для реалізації інвестиційних проєктів.
2. Посилення співробітництва між науковими центрами, вищими навчальними закладами та промисловістю.
3. Впровадження активної інноваційної політики, що спрямована на новітні технології, технологічне переоснащення та зниження техногенного навантаження на екосистему.
4. Вирішення проблеми впровадження науково-технічного потенціалу.
5. Просування інноваційної продукції.

Розуміння проблем, на вирішення яких направлені екологічні інновації дозволить виявити потреби в певних екологічних інноваціях.

Розглянемо основні умови доцільності формування ринку екологічних інновацій:

- у зв'язку з інтеграцію України до європейського ринку екологічних інновацій відкриваються широкі можливості у сфері зовнішньої торгівлі;

- Україна має унікальні перспективи в сфері екологічних інновацій;
- високий рівень кваліфікації у працівників екологічної галузі для впровадження екологічних інновацій;

- створення екологічних інновацій дозволить отримати фінансову допомогу від багатьох міжнародних фондів різних країн;

- громадянське суспільство в Україні очікує впровадження екологічних інновацій;

- реалізація екологічних інновацій дозволить розв'язати суперечність між збереженням довкілля та економічним зростанням;

- через підвищення попиту на екологічні інновації спостерігаються позитивні ефекти щодо природоохоронної діяльності, а саме знижується екологічне навантаження;

- для задоволення актуальних цінностей людства необхідним є впровадження екологічних інновацій.

Основні умови доцільності формування ринку екологічних інновацій допоможуть виробити правильну політику щодо впровадження екологічних інновацій.

Доцільність впровадження екологічних інновацій визначається такими чинниками:

1. Необхідно забезпечувати природно-ресурсну безпеку та

підтримувати природно-ресурсний потенціал.

2. Потрібно підтримувати самовідновлення екосистеми тому, що людською працею відтворити всю екосистему не можливо.

3. Стандартні методи захисту навколишнього середовища мають недостатню ефективність, потрібно створити умови для реалізації нових ідей, принципів та інструментів.

4. Перехід на інноваційний розвиток завдяки екологічним інноваціям дасть нові технології для розвитку.

Чинники доцільності впровадження екологічних інновацій показують основні цілі впровадження екологічних інновацій.

Проведене дослідження на основі статистики свідчить про нестабільність показників щодо впровадження екологічних інновацій, спостерігаються як негативні тенденції так і позитивні тенденції, що потребує створення організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України. Розроблені інструменти організаційно-економічного забезпечення розвитку екологічних інновацій для економічної та продовольчої безпеки України допоможуть правильному виробництву екологічних продуктів. Створені етапи впровадження екологічних інновацій показують поетапне планування та реалізацію процесу впровадження екологічних інновацій для ефективності інноваційної діяльності. Проаналізовані проблеми, на вирішення яких направлені екологічні інновації дозволять виявити потреби в певних екологічних інноваціях. Висвітлені основні умови доцільності формування ринку екологічних інновацій, що допоможуть виробити правильну політику щодо впровадження екологічних інновацій.

1.6. Нішева інноватизація сільського господарства в контексті продовольчої безпеки країни

Черевко І. В.

Львівський національний аграрний університет

Забезпечення необхідного рівня продовольчої безпеки країни безпосередньо залежить від ефективності функціонування виробників сільськогосподарської продукції, які у загальному ланцюгу виготовлення продовольства відіграють ключову роль. Сучасний етап економічного розвитку накладає на них вимогу підвищити рівень

інноваційності їх діяльності та її продуктів, що спричинено значним збільшенням темпів глобалізаційних процесів та відповідним посиленням конкуренції за позиції на ринку. Підвищення рівня інноваційності сільськогосподарських виробників є необхідним для того, щоб вони могли краще реалізовувати своє призначення у забезпеченні продовольчої безпеки країни. При цьому, сучасна ситуація у сільському господарстві України характеризується інтенсифікацією процесів дуалізації галузі та поляризації виробників сільськогосподарської продукції на великих та малих за розмірами, що супроводжується відповідною їх спеціалізацією – крупні підприємства переважно займаються виробництвом експортоорієнтованої продукції так званих традиційних видів – пшениці, соняшнику, ріпаку, сої, в значній мірі – м'яса курей, свиней, яєць, а переважну більшість овочів, фруктів, ягід, квасолі, гороху, ефірних та лікарських трав, прянощів, молока та телятини, органічної та екологічно безпечної продукції – дрібні фермерські господарства та господарства населення. Останні наприклад, забезпечують 75 % збору квасолі, 80 % – гороху, 100 % – спаржі, шафрану та інших спецій, не кажучи про продукцію вирощування нових для України екзотичних овочів і фруктів типу батату, пао-пао, бамії, ерінгів тощо. Аналізуючи асортимент сільськогосподарської продукції за секторами крупних та малих виробників, є підстави задуматись над тим, який з них відіграє важливішу роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни. Тим більше, якщо врахувати, що більшість української продукції вирощування пшениці, кукурудзи, соняшнику та ріпаку продається за кордон. А рівень продовольчої безпеки країни визначається рівнем її самодостатності у забезпеченні себе продуктами харчування та від їх якості в плані екологічності, чого набагато легше досягнути в умовах меншого за розмірами господарства.

Існуюча ситуація змушує малих сільськогосподарських виробників шукати шляхи, розвиток яких може дозволити їм підвищити рівень економічної ефективності функціонування та на цій основі розвинути здатність до економічного «виживання» у все більш гострих умовах ринку. Практично таким шляхом виявився розвиток нішевого сільського господарства, специфікою якого є можливість оперувати на малих площах, з незначними початковими інвестиціями, але одержувати при цьому значні питомі прибутки і забезпечувати високу зайнятість працюючих внаслідок порівняно високого рівня працемісткості нішевої сільськогосподарської продукції. Тим більше, що нішеве сільське господарство є високо інноваційним напрямом його розвитку, якщо

виходити хоча б із теоретичних основ інноватизації економіки. При цьому під інноватизацією слід розуміти процес насичення об'єкту цього процесу інноваціями.

Результати досліджень проблеми інноватизації сільського господарства представлені у публікаціях О. Дадія, М. Зубця, В. Покотилової, О. Скидана, О. Шубравської, Ю. Шумпетера та ін. Безпосередньо нішевим напрямком розвитку сучасного сільського господарства в Україні активно займаються В. Арістов, І. Дмитрів, Ю. Кернасюк, В. Медведюк, Н. Рубан, В. Сумченко, А. Губін, Б. Шаповал та ін. Але, з огляду на в цілому надто повільні темпи розвитку нішевого сільськогосподарського виробництва і низький рівень інноваційності вітчизняних сільськогосподарських підприємств, дослідження інноватизації цієї галузі в процесі переорієнтації на нішевий напрямок потребують подальшого продовження. У цьому плані безперечно корисними виглядають узагальнення результатів досліджень зарубіжних вчених серед яких: I. Bielski; M. Krawczyk; R. Nelson, S. Winter; D. J. Tidd, J. Bessant; S. Motyka, M. Oszmiańska, A. Pomykalski; O`Sullivan, L. Dooley; J. Turowski; M. Zastepowski та ін. Вони стосуються розуміння сутності інновацій та проблем їх впровадження у практику господарювання сільськогосподарських виробників у інших країнах, які пройшли довший і продуктивніший шлях їх інноватизації.

Багато авторів сприймають інновації як впровадження певних ідей, видів діяльності, систем, стратегій, програм, пристроїв, процесів, продуктів чи послуг, які є новими для організації [60]. Інновація пояснюється як процес творчого використання знань, трансформації знань, що знаходяться в організації або набуті ззовні – в нові продукти, послуги чи процеси [61]. Інновації розглядаються також як ідеї, які сприймаються людиною як нові [62].

У загальному розумінні інновація походить від латинського слова *innovare*, що означає оновлення, введення чогось нового. В економічній літературі поняття інновації було введено Й. Шумпетером, автором *Теорії економічного розвитку*, який виділив економічний вимір інновацій, що використовуються у виробництві, постачанні та збуті, зазначивши, що вони полягають у виробництві та виведенні на ринок нового товару або його типу, впровадженні нового методу виробництва,

⁶⁰ Damanpour, F. Organizational size and innovation. *Organization Studies*. 1992, Vol. 13, No. 3. P. 375–402.

⁶¹ Cavagnoli, D. A Conceptual framework for innovation: an application to human resource management policies in Australia. *Innovation: Management, Policy & Practice*. 2011, Vol. 13. P. 111–125.

⁶² Rogers E. M. *Diffusion of innovations*. New York: The Free Press of Glencoe Division of The Macmillan Co. 1962. 367 p.

тобто такого, який ще не використовується в певній галузі, або, наприклад, у новому маркетинговому рішенні; відкритті або створенні нового ринку для даної національної галузі; зміні організаційної структури, отриманні нового джерела постачання новою сировиною або напівфабрикатами, незалежно від їх потенціалу [63]. Підхід Й. Шумпетера до визначення інновацій є одним із тих, що найбільш широко визначають їх суть [64].

Однак інтерпретація інноваційних концепцій та процесів еволюціонувала разом із розвитком економіки. За П. Котлером, інновація відноситься до будь-якого товару, послуги чи ідеї, яку хтось сприймає як нову [65]. Тобто, інновація в даному випадку ототожнюється з новизною і розглядається не лише як технічний процес. За П. Друкером, інновація має економічний чи соціальний вимір, а не лише технічний, і є свідомою, корисною зміною, яка виникає внаслідок потреб або систематичного спостереження за зовнішнім середовищем [66]. Відповідно до останнього Посібника Осло, виданого OECD, інновацією є впровадження нового або значно вдосконаленого продукту (товару або послуги) або процесу, нового методу маркетингу або нового організаційного методу в економічну практику, організацію робочих місць або відносини з навколишнім середовищем [67]. Це дозволяє виділити чотири типи інновацій, а саме: товарну, процесну, маркетингову та організаційну [68].

У польській науковій літературі дуже часто подається визначення, запропоноване А. Помикальським, за яким інновації - це процес, який охоплює всю діяльність, пов'язану зі створенням ідеї, створенням винаходу, а потім впровадженням нового продукту чи процесу [69]. Й. Туровський та А. Борнус вважають інновацією будь-який матеріальний продукт людської діяльності, модель поведінки та цінностей, які не існували в минулому [70]. Подібним чином

⁶³ Шумпетер Й. Теория экономического развития. Москва : Прогресс. 1982. 455 с.

⁶⁴ Zastempowski M. Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego polskich małych i średnich przedsiębiorstw. Toruń : UMK. 2010. S. 55–60.

⁶⁵ Motyka S. Pomiar innowacyjności przedsiębiorstwa. *Komputerowo zintegrowane zarządzanie* / pod red. Ryszarda Knosali. Opole : Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją. 2011. T. 2. S. 160–168.

⁶⁶ Drucker P. F. : Innowacja i przedsiębiorczość. Warszawa: PWE, 1992. 285 p.

⁶⁷ Podręcznik Oslo: Zasady gromadzenia i interpretacji danych, dotyczących innowacji. Wspólna publikacja OECD i Eurostatu. 2008. 168 s.

⁶⁸ Krawczyk M. Finansowanie działalności innowacyjnej MŚP. Wybrane zagadnienia. Łódź : Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. 2012. 167 s.

⁶⁹ Pomykalski, A. *Innowacje*. Łódź : Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej. 2001. 266 s.

⁷⁰ Turowski J., Bornus A. Drogi modernizacji wsi; przenikanie innowacji do rolnictwa i wsi woj. lubelskiego. Warszawa : PWN. 1970. 307 s.

М. Ошмянська визнає інновацією будь-які зміни, внесені у господарства, які не завжди були новими, але були запроваджені вперше [71].

За таких підходів іноваціями цілком можна вважати переорієнтацію сільськогосподарського виробника, в т. ч. і фермерського господарства, на виробництво так званої «нішевої» продукції, оскільки в більшості випадків такий перехід кожне фермерське господарство наразі робить вперше за останні кілька років, бо нішевий напрямок сільського господарства як явище, що набуває дедалі більш масового характеру, для України є доволі новим. Загальновідомо, що у бізнесі треба або жорстко конкурувати, або шукати ніші, де конкуренція нижча – і, відповідно, там є вищий прибуток. Вирощування нішевих культур закономірно має інноваційний характер для вітчизняного сільськогосподарського виробника, особливо – малого за розмірами, оскільки пов'язано і з новими для нього продуктами, новими видами і сортами рослин чи новими видами і породами тварин та з відповідно новими для нього ж технологіями, його новою маркетинговою політикою та новою філософією господарювання в цілому і дозволяє йому підвищити рівень своєї інноваційності, і на цій основі – прибутковості та, відповідно, конкурентоспроможності. При цьому інноваційність підприємства – це здатність ефективно розподіляти ресурси для формування оптимальної конфігурації конкурентних переваг [72]. Це здатність створювати щось нове або вносити значущі зміни, діяти так, щоб використовувати цю здатність⁷³. Ґрунтуючись на цьому, можна стверджувати, що кожен сучасний виробник нішевої сільськогосподарської продукції характеризується інноваційністю.

Важливість розвитку нішевого сільського господарства у сільських територіях визначається як потребою формування широкого асортименту сільськогосподарської продукції як основи забезпечення необхідного рівня продовольчої безпеки країни, особливо в частині оптимального і збалансованого та екологічно безпечного раціону харчування населення, так і іншими важливими позитивними наслідками, серед яких в першу чергу слід відзначити підвищення рівня зайнятості на селі, що безпосередньо впливає на рівень доходів селян,

⁷¹ Oszmiańska M. Wprowadzanie innowacji w indywidualnych gospodarstwach rolnych <https://www.ppr.pl/wiadomosci/edukacja/wprowadzanie-innowacji-w-indywidualnych-gospodarstwach-rolnych-2904> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁷² Bielski I. Przebieg i uwarunkowania procesów innowacyjnych. Bydgoszcz : Oficyna Wydawnicza Ośrodek Postępu Organizacyjnego Sp. z o. o. 2000. 206 s.

⁷³ Dobni C. B. The Relationship Between an Innovation Orientation and Competitive Strategy. *International Journal of Innovation Management*. 2010. № 14 (2). P. 331–357.

що, в сукупності із підвищенням рівня доходів виробників сільськогосподарської продукції, сприяє зміцненню економічної складової зрівноваженого розвитку сільської території. Ці позитивні наслідки можуть ще більше виєкспонуватись у випадку розвитку відповідної переробної бази та формування необхідної культури споживання нішевої продовольчої продукції.

В усіх регіонах України розвиваються фермерські господарства з найрізноманітнішими напрямками виробництва. Серед них – чимало тих, хто вирощує екзотичні чи добре забуті старі культури, які раніше не вважалися комерційно аж надто привабливими. Нішева економіка на селі сьогодні охоплює виробництво не лише продукції рослинництва (вирощування таких культур як лохина, журавлина, жимолость, годжі, актинидія, зізіфус, азиміна (пао-пао), хурма, іюрга, кизил, горіхи, сорго, прянощі, свіжа зелень, міскантус, амарант, їстівні квіти, лікарські рослини, сафлор, спельта, хміль, рукола, стевія, нігелла, кіноа, спаржа, батат, гарбуз, часник, екзотичні гриби (наприклад – ерінги) і інші овочі та фрукти; квасоля, горох, нут, маш та ін.), але й тваринницьких галузей (бджільництво, вермикультура, вирощування равликів, раків, страусів, перепілок та екзотичних порід птиці, змій, жаб і інших тварин та виробництво м'ясних продуктів за давніми рецептами і нетрадиційних для нас видів тваринницької продукції типу осячого, кобилячого та буйволиного молока, хамону тощо), а також різні ремісничі галузі – плетіння з лози, вишивання, килимарство та ін. Для всіх них характерні певні об'єднуючі їх у групу нішевих риси – можливість розвитку на надто малих для традиційних видів виробництва площах, висока питома прибутковість, відсутність конкуренції, підвищений комерційний або соціальний попит. Спільними для них є і труднощі у розвитку – брак досвіду, інформації, матеріалів, проблеми із механізацією процесів, низька культура споживання продукції, проблеми із доступом до кредитних і програмних коштів та із ринками збуту. Самого бажання виробника сільськогосподарської продукції стати інноваційним через впровадження у себе виробництва певного виду нішевої продукції, навіть за умови наявності для цього необхідних ресурсів, є недостатньо. Потрібна ще відповідна культура споживання цієї продукції. Крім того, якими б не були порівняно незначні початкові інвестиції у налагодження нішевого агробізнесу, для їх здійснення потрібні відповідні фінансові ресурси, які, у випадку нестачі власних (що переважно і має місце у малих виробників сільськогосподарської продукції), можна було б позичити або залучити у рамках та на умовах певних державних

програм. На жаль, кредитні кошти для даної категорії виробників є труднодоступні, оскільки банки та й інші кредитні установи розглядають такі кредити як високоризиковні. А умови участі у відповідних державних програмах формуються переважно під впливом лоббі великих підприємств.

Ці труднощі окреслюють і потенційні напрями сприяння розвитку нішевої аграрної економіки як чинника підвищення рівня інноваційності галузі та забезпечення зрівноваженого розвитку сільських територій. Вирішенню цих проблем може сприяти як розвиток кооперації, так і зміна підходів до формування цілеспрямованих програм державної підтримки. В цьому плані не зайвим буде згадати про досвід США 1933 року, коли Конгрес і Президент цієї країни впровадили у життя таку інновацію як Адміністрацію у справах фермерського кредиту.

Характерною рисою нішевих культур і продуктів є і складності у намаганні масштабувати їх виробництво, тому на сьогодні нішеве сільське господарство є прерогативою малих виробників. Але за останні роки зростає інтерес до нього і зі сторони крупних підприємств, внаслідок зниження цін на світових ринках на традиційні пшеницю, соняшник, ріпак тощо. До 10 % посівних площ виділяє на нішеві культури (горох, сочевицю, нут) Harv East Holding [74]. Їх прибутковість виходить вищою, ніж соняшнику – з кожного га посівів сочевиці холдинг отримує по 18,2 тис. грн/га доходу, а соняшнику – тільки 15,6 тис. грн/га [75]. Група компаній «Ольвія» (Запорізька область) розпочинає експорт коріандру, гірчиці та льону за прямими контрактами в Польщу і вони мають стабільний попит також у Чехії, Німеччині та Нідерландах [76]. З 2017 року на полях компанії LNZ GROUP, крім основних культур, сіють ще й льон, коріандр, спельту, сочевицю та гірчицю [77].

Звичайно, виробництво та збут нішевих культур, особливо – на засадах органіки, потребують додаткових зусиль, знання технології та кон'юнктури ринку. Як наслідок, нішеві культури привертають значно менше уваги сільськогосподарських виробників порівняно із традиційними зерновими та олійними, зокрема пшеницею, кукурудзою,

⁷⁴ HarvEast щороку виділяє на нішеві культури до 10 % посівних площ. *Agravery*: веб-сайт. URL : <https://agravery.com/uk/posts/show/harvest-soroku-vidilae-na-nisevi-kulturi-do-10-posivnih-plos> (дата звернення: 11.09.2020 р.).

⁷⁵ Над прірвою маржі: огляд ринку нішевих культур (ч 3). *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agrodaily.com.ua/2017/12/13/nad-prirvoyu-marzhi-yak-zarobyty-na-nishe-vyh-kulturah-i-skilky-tsogo-chekaty-ch-3/> (дата звернення: 23.09.2020 р.).

⁷⁶ Новини компаній: «Ольвія» розпочинає експорт нішевих культур. *Agravery*: веб-сайт. URL : <https://agravery.com/uk/posts/show/novini-kompanij-olvia-rozpocinae-eksport-nisevih-kultur> (дата звернення: 11.09.2020 р.).

⁷⁷ Лутицька Л. 2017. Вирощування часнику, сорго і льону: як знайти свою прибуткову нішу? *Kurkul*: веб-сайт. URL : <https://kurkul.com/spetsproekty/153-viroshchuvannya-chasniku-sorgo-i-lonu-yak-znayti-svoyu-pributkovu-nishu> (дата звернення: 23.09.2020 р.).

соняшником, ріпаком і соєю. Однак загалом їх економічний потенціал, у тому числі й експортний, є важливим для конкурентоспроможного розвитку вітчизняного агробізнесу, а за рівнем рентабельності вирощування та економічної ефективності окремі з цих культур можуть істотно перевищувати найбільш поширені його напрями. Наприклад, ціна на гірчицю в США становить близько \$730/т, а у нас її вирощувати вміють здавна. Устричний бізнес в Україні окупається за перший сезон (3 роки, поки виросте моллюск) і в Україні ціна стартує від 100 грн/кг і до кількох тисяч [78]. Маловідоме в Україні борошно з полби на європейському ринку коштує €3,5/кг [79], і його виробництво в Україні вже освоєно. Потрібно щонайменше €75–100 тис., щоб запустити равлика на 1 га і виростити 25–30 т цієї живності [80], а HoReCA в Україні купують моллюсків по 250–450 грн/кг, при цьому ціни в меню у ресторані стартують від 300 грн за порцію з 12–15 равликів. Європейці оптом платять по €8–12/кг, а найдорожчою є равликова ікра – 50 г коштує 1 850 грн (у Європі ціна за 50 г – від €60 до €350 залежно від виду равлика) [81]. В Західній Україні давно і успішно, але майже нелегально збирають трюфель, хоча «золотий» гриб можна виростити цілком легально у власному саду. Ціна п'ємонтського трюфеля зросла до €5,5 тис./кг. Збирати ж ці гриби можна буде на 4–5 рік після посадки, а через 10 років – вже до 80 кг трюфелів/га/рік [82]. Рентабельність вирощеної лаванди складе 36,4 % [83]. Якщо ж виготовляти олію, реалізовувати побічний продукт – гідролат і робити ще якісь додаткові сувеніри, то прибуток-брутто з 1 га буде коливатись у межах 1млн. грн [84]. Середня врожайність коріандру становить 1,2–1,5 т/га, а на біржах України його наразі пропонують по середній ціні 20 тис. грн/т [85]. Вирощування кульбаби вже через два роки може давати валовий

⁷⁸ Устрицы и Украина: бизнес на деликатесах. AgroPortal: веб-сайт. URL : <http://agroportal.ua/publishing/analitika/ustritsy-i-ukraina-biznes-na-delikatesakh/> (дата звернення: 03.10.2020 р.).

⁷⁹ В Україні виробляють близько десяти видів альтернативного борошна. Agreview: веб-сайт. URL : <https://agreview.com/news/v-ukrayini-vyroblyayut-blyzko-desyaty-vydiv-alternatyvnoho-boroshna> (дата звернення: 19.09.2020 р.).

⁸⁰ Дмитрів І. Равлики, як ведмеді, впадають у зимову сплячку. *Високий замок*. 2018. 15–21.03. С. 7.

⁸¹ Капустіна К. Математика агробізнесу: розведення равликів *Kurkul*: веб-сайт. URL : <https://kurkul.com/blog/589-matematika-agrobiznesu-rozvedennya-ravlikiv> (дата звернення: 03.10.2020 р.).

⁸² Аграріям розповіли про переваги вирощування трюфелів. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL : [https://superagronom.com/news/8926-agrariyam-rozpovili-pro-perevagi-viroschuvannya-tryu feliv](https://superagronom.com/news/8926-agrariyam-rozpovili-pro-perevagi-viroschuvannya-tryu-feliv) (дата звернення: 03.10.2020 р.).

⁸³ Lavandos: гроші з гектару лаванди повертаються за два роки. *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agroday.com.ua/2018/01/16/lavandos-groshti-z-gektaru-lavandy-povertayutsya-za-dva-roky/> (дата звернення: 03.10.2020 р.).

⁸⁴ Герасименко А. Тетяна Турченкова: З гектара лаванди реально отримати мільйон гривень прибутку. *Kurkul*: веб-сайт. URL : <https://kurkul.com/interview/845-tetyana-turchenkova-z-gektara-lavandi-realno-otrimati-milyon-griven-pributku> (дата звернення: 12.09.2020 р.).

⁸⁵ Україна входить до числа найбільших світових експортерів коріандру. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL : <https://superagronom.com/news/10394-ukrayina-vhodit-do-chisla-naybilshih-svitovih-eksporteriv-koriandru> (дата звернення: 12.09.2020 р.).

прибуток у розмірі €8340 з гектара, а річна рентабельність складе 121 %. В ЄС суху сировину кульбаби лікарської готові купувати по €1,5–1,9 за кілограм листя, на сухий корінь ціна складає €3–4 за кг [86]. Дохід від вирощування мікрозелені в чотири тисячі разів перевищує дохід від вирощування на такій же площі пшениці [87]. Рідкий екстракт стевії українського виробника реалізується за ціною 211 грн за 100 мл, а 300 шт. таблеток із стевії – за 102,50 грн [88]. Європейські покупці платять по €50–60 за 1 т. міскантусу, який може дати 15–20 т/га там, де кукурудза дає всього 3–4 т [89]. Прибутковість – \$700/га. За рік з 1 га можна отримати 20 т біомаси [90]. Роздрібні ціни на батат на українському ринку досягають 160 грн, так що рентабельності в 180 % можна досягати на всій території країни [91]. Вирощування 1 кг батату коштує \$0,3, а ціна – у 9 разів вища [92]. Економічно вигідним є промислове вирощування азиміні – 1,4 кг свіжих плодів коштують від \$45, а заморожені – від \$15 за 900 г [93]. На ванілі можна заробити \$6 тис. з метра, \$60 млн/га. У світі ціни на ваніль сягають \$500–600 за 1 кг. Завдяки новим технологіям ваніль можна вирощувати і в Україні, адже ніша майже пуста [94]. На третій рік вирощування врожайність спаржі досягає 5–6 т/га, а 1 кг її коштує понад 200 грн [95]. Загалом чистий прибуток від продажу спаржі становитиме €125 тис. за 5 років, що у середньому складає приблизно €25 тис. у рік [96]. При середній

⁸⁶ Coolбаба: рентабельність вирощування кульбаби перевищує 120%. *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agroday.com.ua/2018/04/25/rentabelnist-vyroshhuvannya-kulbaby-perevishhuje-120/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁸⁷ Названо нішеві культури, які користуються попитом серед аграріїв. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL : <https://superagronom.com/news/8291-nazvano-nishevi-kulturi-yaki-koristuyutsya-popitom-sered-agrariyiv> (дата звернення: 12.09.2020 р.).

⁸⁸ Step by стевія: українські фермери можуть збирати кілька врожаїв стевії на рік. *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agroday.com.ua/2018/05/26/solodkyj-buket-ukrayinskym-fermeram-vygidno-vyroshhuvaty-steviyu/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁸⁹ Затравили: український міскантус купують в Європі по €60 за тонну. *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agroday.com.ua/2018/04/27/zatravyly-ukrayinskij-miskantus-kupuyut-v-yevropi-po-e60-za-tonnu/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁹⁰ Енергія трави: гектар міскантусу дає \$700 прибутку щороку. *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agroday.com.ua/2017/12/19/groshi-na-travi-gektar-miskantusu-daye-700-prybutku-shhoroku/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁹¹ Названо нішеві культури, які користуються попитом серед аграріїв. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL : <https://superagronom.com/news/8291-nazvano-nishevi-kulturi-yaki-koristuyutsya-popitom-sered-agrariyiv> (дата звернення: 12.09.2020 р.).

⁹² Батат: вирощування кілограму батату коштує \$0,3, а продають його в 9 разів дорожче. *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agroday.com.ua/2018/06/19/idealnyj-dlya-pivdnnya-sobivartist-vyroshhuvannya-kilogramu-batatu-v-ukrayini-koshтуye-0-3-a-v-supermarketah-jogo-prodayut-v-9-raziv-dorozhche/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁹³ Все про пао: саджанці пао-пао, яке прижилося в Україні, продають по 1500 грн за штуку. *AgroDay*: веб-сайт. URL : <https://agroday.com.ua/2018/05/14/pivden-ukrayiny-ochikuye-pao-pao/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁹⁴ На гектарі ванілі можна заробити 1,5 млрд грн. 2018 *Agroreview*: веб-сайт. URL : <https://agroreview.com/news/na-hektari-vanili-mozhna-zarobyty-15-mlrd-hm?page=338> (дата звернення: 19.09.2020 р.).

⁹⁵ Названо нішеві культури, які користуються попитом серед аграріїв. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL : <https://superagronom.com/news/8291-nazvano-nishevi-kulturi-yaki-koristuyutsya-popitom-sered-agrariyiv> (дата звернення: 12.09.2020 р.).

⁹⁶ Сумченко В., Губін А. Володимир Остапенко: Особливості вирощування спаржі. *Kurkul*: веб-сайт. URL : <https://kurkul.com/blog/358-volodimir-ostapenko-osoblivosti-viroshchuvannya-sparji> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

врожайності амаранту в 20 ц/га та ціні товарного насіння 25 тис. грн/т (органічного – 35 тис. грн/т) з гектара можна отримати від 50 тис. грн. виручки [97]. Ожина за продуктивністю в 2–3 рази випереджає малину, і її вирощування вже сьогодні здатне приносити непоганий дохід. Вкладені в проект кошти (\$ 312 тис. – техніка, 10 га площі землі, складське приміщення на 400 м² і 4,2 км паркану) повернуться до інвестора вже через три з лишком роки (40,7 місяців) [98]. Вирощування нуту може окупитися менше, ніж протягом 2 років [99]. Фундук дає урожай до 2 т/га, з яких виходить 1 т очищених ядер вартістю майже 6 тисяч доларів на оптовому ринку [100]. І подібних прикладів є дуже багато.

Наведені дані переконливо засвідчують високу ефективність нішевого напрямку розвитку сільського господарства, причому ефективність: для виробників, оскільки нішеве виробництво є високоприбутковим; для країни в цілому, оскільки нішеве виробництво забезпечує виробництво широкого асортименту продовольчої продукції, чим у значній мірі вирішує проблему продовольчої безпеки; для сільських територій, оскільки нішеве виробництво є переважно трудомістким і сприяє підвищенню рівня зайнятості на селі. Разом з цим, нішеве сільське господарство підвищує загальний рівень інноваційності галузі, оскільки кожен впроваджений вид нішевого виробництва – це гарантовано є інновація, бо воно здійснюється на основі застосування нових технологій, нішева продукція для кожного виробника є новою, а її виробництво – новим для нього процесом.

⁹⁷ Щириця вищиряється: в Україні дефіцит амаранту, за тону насіння дають як за дві тонни соняшнику. *AgroDay*: веб-сайт. URL: <https://agroday.com.ua/2018/06/04/v-ukrayini-defitsyt-amarantu-za-tonnu-nasinnya-dayut-yak-za-dvi-tonny-sonyashnyku/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁹⁸ Вільна ніша – як заробити на вирощуванні ожини. *ВГО "Союз учасників сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів України"*: веб-сайт. URL : <http://www.coop-union.org.ua/?p=8453> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

⁹⁹ Вирощування нуту окупиться за 2 роки. *Agroportal*: веб-сайт. URL : <http://agroportal.ua/news/vlast/vyrashchivanie-nuta-okupitsya-za-2-goda/> (дата звернення: 04.10.2020 р.).

¹⁰⁰ Названо нішеві культури, які користуються попитом серед аграріїв. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/8291-nazvano-nishevi-kulturi-yaki-koristuyutsya-popitom-sered-agrariyiv> (дата звернення: 12.09.2020 р.).

РОЗДІЛ 2

ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ Й ПРАВОВІ ЧИННИКИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗАГРОЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

2.1. Залежність якості хлібопекарських властивостей від сортових особливостей зерна пшениці озимої

*Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В., Доронін С. М.
Полтавська державна аграрна академія*

Нині помітно посилилась увага до якості зерна пшениці – багатогранної проблеми, що стала для цієї важливої світової продовольчої культури, без перебільшення, питання номер один. У світі набувають популярності хліб і хлібопродукти з цілого зерна, харчова цінність яких значно вища, ніж продуктів виготовлених з рафінованого борошна. На сьогодні з'явилися досконаліші прилади, що дозволяють здійснювати всебічну об'єктивну оцінку цілої низки показників якості зерна і борошна [101, 102].

Проглядаючи дані з Державного реєстру сортів рослин, які є придатними для поширення в Україні, за останні роки можна відзначити, що за якістю зерна більше ста сортів пшениці озимої належать до сильних, ще більше п'ятдесяти – до цінних. Оскільки сучасний світ не стоїть на одному місці та сприяє розвитку нових технологій і появі нових зразків, селекціонери працюють над сортами, які можна було б віднести до надсильних пшениць [103]. В минулому українські пшениці мали всесвітню славу, якій слід завдячувати передусім високому вмісту сирої клейковини (35–40 %) [104].

Товарна і технологічна цінність зерна м'якої пшениці визначається його силою – хлібопекарськими якостями одержаного з нього борошна, зумовленими поєднанням білково-протеїнажного і вуглеводно-

¹⁰¹ Господаренко Г. М., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Вміст клейковини в зерні пшениці ярої та її якість залежно від рівня азотного живлення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 15. С. 87–91.

¹⁰² Рыбалко А. И., Топораш И. Г. Качество Украинской пшеницы: состояние и проблемы. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 9 (99). С. 30–33.

¹⁰³ Жемела Г. П., Баган А. В., Бараболя О. В., Шакалій С. М., Чайка Т. О. Екологізація випікання пшеничного хліба з використанням хмелевих заквасок і спіруліни. *Вісник ПДАА*. 2020. № 1. С. 100–106. doi: 10.31210/visnyk2020.01.11.

¹⁰⁴ Попереля Ф. А. Полиморфизм глиадины и его связь с качеством зерна, продуктивностью и адаптивными свойствами сортов мягкой озимой пшеницы. *Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы*. 1989. С. 138–159.

амілазного комплексів. У світовій практиці сильними називають пшениці, борошно з яких дає формостійкий хліб великого об'єму з хорошим пористим м'якушем. До сильних відносять м'які пшениці, які за технологічними властивостями поділяють на сильні, середні та слабкі. Сильні пшениці використовують для поліпшення партій зерна з низькими хлібопекарськими якостями, середні – для одержання хорошого за якістю хліба без добавляння сильних пшениць [105].

За ознакою «сили» зерно пшениці м'якої нормальної якості поділяють на три групи: сильне (відмінний, добрий, задовільний поліпшувач), цінне, філери (добрий, задовільний) і слабке. Встановлено, що при змішуванні сильної і слабкої пшениці відбувається істотне покращення хлібопекарських властивостей отриманого борошна. Під змішувальною цінністю сильної пшениці розуміють здатність сильної пшениці покращувати слабку, тобто доводити показники якості хліба до норми [106, 107].

Визначенню параметрів якості зерна велика увага приділяється з самого початку селекційної роботи з пшеницею. Одними з найдавніших показників якості зерна, які і досі широко використовуються при визначенні класності зерна є натура та склоподібність [108, 109]. Провідна роль у визначенні хлібопекарської якості борошна належить білкам, вміст яких у зерні пшениці залежить від сорту та умов вирощування культури і становить у середньому 9,0–15,0 %. Серед білків пшениці розрізняють альбуміни, глобуліни, гліадини, глютеніни залежно від їх здатності розчинятись у воді, сольових розчинах, спирті та лугах. До альбумінів і глобулінів входять ферменти, структурні білки, білки клітинних стінок і мембран, клітинних органел тощо [110]. Вміст білка і клейковини в зерні тісно пов'язаний з харчовою повноцінністю хліба та хлібопекарськими властивостями борошна [111].

¹⁰⁵ Вимоги до якості зерна пшениці, призначеної для помелу. Оцінка якості борошна. URL : <https://allrefrs.ru/3-12834.html>.

¹⁰⁶ Господаренко Г., Ткаченко І. Якість пшениці спельти залежно від особливостей удобрення азотними добривами. *Вісник Львівського НАУ*. 2014. № 18. С. 68–74.

¹⁰⁷ Єремєєва О. А., Харченко Є. І., Ткаченко Г. В., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна пшениці м'якої з добавлянням пшениці спельти. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. С. 84–92.

¹⁰⁸ Леонов О. Ю. Технологічні та хлібопекарські властивості зразків пшениці м'якої ярої залежно від походження. *Селекція і рослинництво*. 2014. Випуск 105. С. 130–140.

¹⁰⁹ ДСТУ 3768:2010. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Київ, 2010. 14 с. (Національний стандарт України).

¹¹⁰ Ларченко К. А., Моргун Б. В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 6. С. 463–474.

¹¹¹ Леонов О. Ю. Технологічні та хлібопекарські властивості зразків пшениці м'якої ярої залежно від походження. *Селекція і рослинництво*. 2014. Випуск 105. С. 130–140.

Але спостерігається зниження якості клейковини при збільшенні її вмісту [112]. Існують дані як про позитивну кореляцію між вмістом білка і клейковини з силою борошна [113], так і про відсутність зв'язку [114, 115]. Вміст білка в зерні характеризується низьким ступенем успадкування у порівнянні з іншими ознаками якості [116]. Сила борошна є одним з найбільш інформативних серед показників якості [117].

Відомо, що хімічний склад хліба залежить перш за все від сорту борошна, з якого він виробляється. Технологічна переробка зерна пшениці в сортове борошно передбачає видалення зародку, алеїронового шару та оболонки зерна, що є цінними «коморами» білка, жиру, вітамінів і мінеральних речовин. За мірою підвищення виходу борошна, вміст білків, жирів та харчових волокон у хлібів з такого борошна підвищується. За вживання денної норми хліба (277 г), зазначеної у «споживчому кошику» України забезпечується добова потреба в білках на 40,0–43,0 % [118].

Сила борошна проявляється у здатності утворювати міцне, пружне тісто. При слабкій клейковині тісто липке, мажеться. Сила борошна залежить від структури білків, їх колоїдних властивостей та активності протеолітичних ферментів [105].

У сильному борошні повільніше відбуваються процеси набухання при замісі та бродінні. Проте завдяки високій газоутримувальній здатності білків сильних пшениць забезпечуються добра формостійкість та водовбирна здатність тіста. Борошно із зерна високої якості містить достатню кількість ферментів, при бродінні протеїназа розщеплює білки до пентозанів, амілаза – крохмаль до цукрів та інших сполук, що сприяє одержанню хліба з високими хлібопекарськими якостями [105].

Тісто з пшеничного борошна за своєю природою є складною системою, в якій відбуваються процеси гідратації, набухання, структуроутворення, пептизації білків, які відіграють вирішальну роль у

¹¹² Ковтун В. И. Методы и результаты селекции озимой пшеницы в Донском селекционном центре. *Збірник наукових праць СГТ-НАЦ НАІС*. 2004. Вип. 5 (45). С. 68–90.

¹¹³ Орлюк А. П., Базалий В. В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон : «Надніпрянська правда», 1998. 274 с.

¹¹⁴ Рыбалко А. И., Топораш И. Г. Качество Украинской пшеницы: состояние и проблемы. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 9 (99). С. 30–33.

¹¹⁵ Bona L., Matuz J., Acs E. Correlation between screening methods and technological quality characteristics in bread wheat. *Cereal Res. Commun.* 2003. Vol. 31, No. 1–2. P. 201–204.

¹¹⁶ Kadar R., Moldovan V. Achievement by breeding of winter wheat varieties with improved bread-making quality. *Cereal Res. Commun.* 2003. Vol. 31, No. 1–2. P. 89–95.

¹¹⁷ Леонов О. Ю. Технологічні та хлібопекарські властивості зразків пшениці м'якої ярої залежно від походження. *Селекція і рослинництво*. 2014. Випуск 105. С. 130–140.

¹¹⁸ Олійник С. Г., Степанькова Г. В., Самохвалова О. В., Кравченко О. І. Технологія хліба пшеничного з продуктами переробки зародків вівса та кукурудзи : монографія. Харків : ХДУХТ, 2017. 123 с.

формуванні структурно-механічних властивостей тіста. Білки борошна здатні зв'язувати велику кількість води, в основному осмотично, при цьому вони сильно набухають і утворюють в тісті внутрішній клейковинний каркас. Від кількості клейковини та її якості залежить міцність цього каркасу, що обумовлює пружно-еластичні властивості тіста, його консистенцію, а також газоутримувальну здатність, яка поряд з газоутворювальною визначає об'єм хліба, структуру його м'якушки. Протягом останніх років на хлібопекарські підприємства України надходить борошно зі зниженим вмістом клейковини, що значно погіршує його хлібопекарські властивості [119].

Нами було відібрано 9 зразків зерна пшениці м'якої озимої врожаю 2018–2019 років, розроблених і вирощених селекціонерами Полтавської державної аграрної академії. Об'єктом дослідження стали такі сорти пшениці озимої: Оржиця, Зелений гай, Лютенька, Аріївка, Диканька, Царичанка, Кармелюк, Полтавчанка та Сагайдак. Фізичні та хімічні властивості зерна та отриманого з нього борошна, серед яких склоподібність, вміст білка та клейковини в борошнові, якість клейковини, об'єм хліба, й оцінка його якості за такими показниками як еластичність, колір, смак, запах, було визначено в сертифікованій Держспоживстандартом України лабораторії Полтавської державної аграрної академії. При дослідженні вище згаданих параметрів було застосовано загальноприйняті методики, які відповідають ГОСТу або ДСТУ. Зокрема, ДСТУ 2120-93 Хлібопекарське виробництво. Терміни та визначення; ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости (Хлібобулочні вироби. Метод визначання пористості); ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности (Хлібобулочні вироби. Методи визначання кислотності); ГОСТ 21094-75 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности (Хліб та хлібобулочні вироби. Метод визначання вологості); ДСТУ 2120 Хлібопекарське виробництво; ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне; ДСТУ 3768:2010 пшениця технічні умови; ДСТУ 7517:2014 Хлеб из пшеничной муки. Общие технические условия; органолептична оцінка хліба пшеничного проводилася згідно з ГОСТ 2077-84 «Международный стандарт. Хлеб ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной. Технические условия».

Процес випікання зразків хліба складався з декількох етапів: підготовки і дозуванні сировини, замісі тіста, його бродіння, формування, оброблення, розстойки, випічки, охолодження. При підготовці сировини

¹¹⁹ Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ : Логос, 2002. 365 с.

було відібрано та просіяно борошно, розчинено цукор, сіль та розведено дріжджі. Замість був здійснений опарним способом за стандартним рецептом з дотриманням встановлених доз сировини.

За опарного способу тісто готують у дві фази: приготування опари і приготування тіста. Для виготовлення опари беруть близько половини загальної кількості борошна, близько двох третин води, усю кількість дріжджів. Тривалість бродіння опари 3...4,5 год за початкової температури 28...32 °С. Готовність опари визначають органолептично (від натискання на поверхню опари вона починає опускатися) та за кислотністю і об'ємом, який збільшується у 1,5...2 рази. До приготовленої опари додають решту борошна і води, а також сіль, ретельно все вимішують до однорідної консистенції. Бродіння триває від 1 до 2 год за початкової температури 28...32 °С. За період бродіння тісто з сортового борошна перебивають один-два рази. Хліб випікають протягом 20...30 хв. при температурі 230 ± 5 °С. Для забезпечення оптимального режиму вологості в піч ставлять металеву посудину з водою. Випечений хліб зберігають до наступного дня таким чином, щоб не допустити його пересихання або запотівання чи зморщування [120, 121].

Перед випіканням хліба було відібрано і досліджено зразки зерна пшениці озимої. Отримавши результати, було скомпоновано таблицю 1 з показниками хлібопекарських властивостей, з якої помітно, що всі досліджувані зразки мають гарний хлібопекарський потенціал.

1. Хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої

Сорт	Вміст клейковини		Вміст білка, %
	Кількість клейковини, %	ВДК, одиниць приладу	
Оржиця	30	90	13,6
Полтавчанка	36	94	16,3
Царичанка	32	90	14,8
Зелений гай	31	88	14,0
Кармелюк	32	95	14,7
Аріївка	32	102	14,5
Лютенька	37	98	16,9
Сагайдак	33	97	15,0
Диканька	31	95	14,1

¹²⁰ Жемела Г. П., Шеманьов В. І., Мапеніч М. М., Олексюк О. М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : навчальний посібник. Дніпропетровськ, 2005. 248 с.

¹²¹ Жемела Г. П., Баган А. В., Бараболя О. В., Шакалій С. М., Чайка Т. О. Екологізація випікання пшеничного хліба з використанням хмелевих заквасок і спіруліни. *Вісник ПДАА*. 2020. № 1. С. 100–106. doi: 10.31210/visnyk2020.01.11.

Якість пшеничного хліба визначають за об'ємним виходом, зовнішнім виглядом (форма, характер поверхні і колір скоринки), шпаристість, еластичність і колір м'якушки, смак, запах, а також формостійкість череневого хліба [119]. Якість отриманого хліба оцінювалась органолептичним методом, тобто за допомогою органів відчуттів людини (зору, слуху, дотику, смаку). Він дозволяє визначити зовнішній вигляд, смак, запах, колір, структуру, консистенцію, ступінь подрібнення.

Основними вимогами до хліба є [119]:

- форма хліба може бути куполоподібною, овальною, напівовальною, плоскою, угнутою;
- поверхня скоринки може бути гладенькою, нерівною, рівною, горбистою, жорсткою, з тріщинами, підривами або без них;
- за забарвленням скоринка може бути блідою, жовтою, золотисто-жовтою, золотисто-коричневою, світло-коричневою, блідою зі сіреючим відтінком, попелястою;
- шпаристість м'якушки може бути дрібною, тонкостінною, рівномірною, нерівномірною, товстостінною, крупною;
- еластичність м'якушки може бути еластичною, що швидко відновлює форму від натискання пальцем, малоеластичною, що недостатньо відновлює форму, нееластичною, що погано або зовсім не відновлює форму;
- колір м'якушки може бути білим або білим із жовтим, сіреючим відтінками, світлим або світлим із цими ж відтінками, темно-сірим, темним, брудно-жовтим;
- смак хліба повинен бути властивим пшеничному, некислим, непрісним, непересоленим, без ознак гіркоти, стороннього присмаку та хрусту;
- запах хліба повинен бути властивим пшеничному, не мати затхлого та інших сторонніх запахів.

Проаналізувавши випечений хліб (табл. 2), було виявлено, що всі зразки мають задовільну оцінку по якості. Найкраща загальна оцінка належить сорту пшениці озимої Полтавчанка (5 балів з 5 можливих за загальноприйнятими стандартами). Ми отримали наступні результати: скоринка була гладенька, глянцева, куполоподібна, золотисто-коричневого кольору. Щодо м'якуша, то він еластичний, швидко відновлює форму, білий за кольором, має дрібну, тонкостінну, рівномірну шпаристість та має приємний, специфічний пшеничному хлібу запах.

2. Органолептична оцінка хліба, випеченого з борошна досліджуваних зразків пшениці озимої

Сорт пшениці озимої	Поверхня хліба			Показники якості м'якуша				Загальна оцінка, бал
	поверхня скоринки	форма скоринки	колір скоринки	шпаристість	еластичність	колір	смак, запах	
Оржиця	5	4	5	5	5	4	4	4,6
Полтавчанка	5	5	5	5	5	5	5	5,0
Царичанка	5	4	5	3	4	3	4	4,0
Зелений гай	4	5	5	3	4	3	5	4,1
Кармелюк	5	4	5	5	4	3	4	4,3
Аріївка	2	3	4	3	4	3	4	3,3
Лютенька	3	4	4	3	5	3	4	3,7
Сагайдак	5	4	5	3	4	3	4	4,0
Диканька	5	4	5	5	5	5	5	4,9

Хліб, випечений з борошна пшениці озимої сорту Аріївка має тріщинувату поверхню скоринки (2 бали), напівовальну форму (3 бали), світло-коричневого кольору (4 бали). М'якуш малоеластичний, добре відновлює форму (4 бали), має помірно крупну, рівномірну шпаристість (3 бали), за кольором світлий з сіреючим відтінком (3 бали), має специфічний пшеничному хлібу запах (4 бали).

Виявлені результати дослідження дають можливість зрозуміти якими будуть продукти випікання, на що потрібно звернути уваги для досягнення покращення якості хлібобулочних виробів та збільшити продуктивність.

За результатами наших досліджень можна зробити висновок, що безпосередньо сорт пшениці впливає на хлібопекарські властивості борошна, бо має різні технологічні властивості. Досліджені зразки показали досить прийнятні результати для подальшого застосування на виробництві. Найкращими характеристиками серед досліджуваних зразків володіє хліб, виготовлений з борошна пшениці озимої сорту Полтавчанка. Найменша оцінка хлібопекарських властивостей належить хлібу з борошна пшениці озимої сорту Аріївка. Для покращення смакових та фізичних характеристик хліба можна удатися до способу змішання борошна з більш кращими показниками.

2.2. Азотні добрива в системі удобрення сої

Бараболя О. В., Кононенко С. М., Ляшенко Є. С.
Полтавська державна аграрна академія

Україна як основний репродуцент сої в Європі, має багату історію, створення сортів, розробки технології вирощування та впровадження на європейському континенті. Через високі харчові та кормові цінності компонентів сої насіння – білка та олії, за останні 10 років площі її посівів зросли в Україні з 583 тис. га до 1,8 млн га. Соеві білок та олія є важливим джерелом харчування людей, крім того, світове птахівництво і свинарство базуються на згодовуванні соєвого протеїну [122].

Сьогодні до Державного реєстру України на сьогоднішній день занесені понад 90 сортів сої різних груп стиглості, придатних для вирощування в усіх областях. Кращі з них за оптимальних погодних умов здатні давати врожай на рівні 3,8–4,2 т/га [123]. На жаль, за настання посушливих погодних умов їх урожайність знижується до 0,7–0,8 т/га, тому підвищення адаптивних можливостей, особливо стійкості до недостатнього зволоження, залишається одним з найбільш важливих показників, які потрібно покращити шляхом селекції в найближчій перспективі [124, 125, 126].

Необхідність використання сої в Україні для виробництва, перш за все, високоякісних харчових продуктів, а також кормових добавок не викликає сумніву. Однак недостатня адаптивна пластичність використовуваного генетичного матеріалу на практиці негативно позначається на зерновій продуктивності культури при нестабільних погодних умовах, якими характеризується більшість регіонів України. Виробничі сорти часто відзначаються порівняно високою чутливістю рослин до знижених температур як на ранніх, так і на подальших етапах

¹²² Lotysh, I. I. (2017). Formuvannya ploshchi lystkovoї poverkhni posiviv soi zalezno vid sortu, sposobu sivyta ta normy vysivu v umovakh nedostatnoho zvolozhennia Lisostepu. *Visnyk PDAA*, 1–2, 167–171. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.33 [In Ukrainian].

¹²³ Selektsiya y henetyka soy: Napravleniya y metody selektsyy. Retrieved from: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=487 [In Russian].

¹²⁴ Shevnikov, M. Ya., Lotysh, I. I., & Halych, O. P. (2015). Osoblyvosti rozvytku soi zalezno vid strokiv sivyta v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk PDAA*, 4, 14–17. doi: 10.31210/visnyk2015.04.03 [In Ukrainian].

¹²⁵ Yasnolob, I. O., Pysarenko, V. M., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Pestsova-Svitalka, O. S., Kononenko, Zh. A., & Pomaz, O. M. (2018). Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 280–286. doi: 10.15421/2018_339.

¹²⁶ Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Galych, O. A., Kolodii, O. S., Moroz, S. E., Protsiuk, N. Y., & Lotych, I. I. (2019). Stimulating the increasing of natural soil fertility: economic and environmental aspects. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 267–271. doi: 10.15421/2019_89.

росту і розвитку, що впливає на їх здатність формувати повноцінний урожай у несприятливих за температурним фактором умовах [127].

Проблема недостатньої кількості виробництва зерна сої полягає в нестабільних площах посіву і використанні не повною мірою біологічної продуктивності сортів, що вирощуються. Важливого значення в умовах сьогодення набуває агроекологічне обґрунтування використання технологічних заходів вирощування культури, що повинні спрямовуватися на підвищення врожайності і якості насіння в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах і сприяти збільшенню вмісту доступних сполук азоту в ґрунті за рахунок азотфіксації [128].

За результатами досліджень які проводились в господарстві було встановлено, що запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см у значній мірі залежали від кількості опадів за вегетацію і характеризувались найбільшою її кількістю в період сівби досліджуваної культури. Внесення фосфорних і калійних добрив восени та азотних під передпосівну культивуацію, згідно схеми нашого дослід, не впливали на вміст доступної вологи під час сівби. В період цвітіння сої спостерігалась чітка різниця запасів продуктивної вологи між досліджуваними варіантами за внесення удобрення. Найбільшу кількість вологи рослини сої споживали для формування врожаю у варіантах з внесенням азотних добрив в дозах 30, 60 і 90 кг д.р./га, різниця між цими варіантами дослід і варіантом без внесення добрив, склала відповідно 4,9, 7,3 і 8,0 мм.

Аналогічна тенденція зміни запасів доступної вологи під посівами сої залежно від внесення різних доз азотних добрив відповідно до поставлення дослід спостерігалась і в період повної стиглості зерна сої. Встановлено прямо пропорційну залежність між кількістю добрив і підвищенням ролі умов зволоження посівів досліджуваної культури. Слід відмітити, що добрива інгібують негативний вплив екстремальних погодно-кліматичних умов вирощування.

Найбільше вологи на формування 1 т зерна сої витрачалось у варіанті без внесення добрив – від 127,5 мм до 158,4 мм залежно від погодно-кліматичних умов вегетаційного періоду. При покращенні фону мінерального живлення рослини сої більш раціонально використовували вологу ґрунту на формування 1 т зерна. Так, в середньому за роки проведення досліджень, внесення фосфорних і калійних добрив

¹²⁷ Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2018). Urozhainist sortiv soi zalezchno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. *Visnyk PDAA*, 3, 15–21. doi: 10.31210/visnyk2018.03.02 [In Ukrainian].

¹²⁸ Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2014). Yakisni pokaznyky nasinnia soi zalezchno vid vplyvu mineralnykh i bakterialnykh dobryv. *Visnyk PDAA*, 4, 25–29. doi: 10.31210/visnyk2014.04.04 [In Ukrainian].

зменшило кількість витраченої води ґрунту на формування врожаю на 15,3 мм/т порівняно з варіантом без внесення добрив. У варіантах з внесенням азотних добрив під культивування у дозах 30, 60 і 90 кг д.р./га на фосфорно-калійному фоні також зменшувались витрати води ґрунту на формування врожаю сої, відповідно на 26,1, 32,3 і 39,1 мм/т порівняно з контролем.

Соя характеризується відносно помірними темпами накопичення сухої речовини і засвоєння азоту на ранніх стадіях онтогенезу. Високу інтенсивність вказаних процесів спостерігали в період утворення та формування бобів. Аналізуючи динаміку засвоєння азоту рослинами протягом вегетації, відмічено суттєву роль внесених азотних добрив у загальний азотний баланс рослин. Враховуючи той факт, що засвоєння соєю мінерального азоту уповільнюється на час цвітіння, то в період підвищеної її потреби в азоті єдиним його джерелом був процес симбіотичної азотфіксації, що проходив досить інтенсивно.

Високі темпи азотфіксації в період репродуктивної фази підтримувались за рахунок посилення активності одиниці маси бульбочок, пізніше – за рахунок збільшення їх маси. У період від початку плодоутворення до наливання насіння в рослини сої надійшло 50–60 % азоту від загальної його кількості, фіксованого бульбочками за вегетаційний період. Тому ріст бобів і наливання зерна здійснювались, головним чином, шляхом безпосереднього використання фіксованого азоту і ні в якому разі не за рахунок реутилізації раніше накопиченого азоту, фіксованого бульбочками за вегетацію.

Дослідженнями проведеними в господарстві встановлено, що вміст нітратного азоту в ґрунті під посівами сої відповідно збільшувався за умови внесення азотних добрив. В середньому за роки проведення досліджень за внесення азотних добрив у дозі N_{30} (найменшої кількості) в період фази росту – сходів становив у шарі ґрунту 0–20 см – 18,74 мг/кг. Під час збільшення внесення дози азотних добрив ще на 30 кг д.р./га вміст нітратного азоту відповідно зростав ще на 1,2 мг/кг. Разом з тим, вміст нітратного азоту в середньому за роки проведення досліджень під час внесення азотних добрив у дозі N_{90} в період сходів відповідно збільшувався у шарі ґрунту 0–20 см і становив 22,3 мг/кг.

Азотні мінеральні добрива відповідно сприяли і збільшенню вмісту нітратного азоту і в шарі ґрунту 20–40 см – від 19,0 мг/кг до 22,3 мг/кг відповідно за внесення доз мінерального азотного добрива N_{30} ; N_{60} і N_{90} . Проте відсутність позитивного впливу внесення азотних добрив за різних норм на вміст мінерального азоту у ґрунті під посівами сої особливо у

нижніх шарах ґрунту. Якщо різниця за даним показником у шарі ґрунту відповідно 40–60 см знаходилася в межах 0,1–0,6 мг/кг, а в шарі ґрунту 60–80 см знаходилася в межах 0,3–0,8 мг/кг, то на в шарі ґрунту 80–100 см значення даного показника було практично на однаковому рівні: розбіжність або найменша істотна різниця, знаходилася в межах 0,1–0,3 мг/кг (табл. 1).

**1. Вміст мінерального азоту в ґрунті на посівах сої
(в середньому за 2017–2019 рр.), мг/кг**

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин															
	Сходи					Цвітіння					Повна стиглість					
	Шар ґрунту, см															
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
Без добрив (контроль)	17,6	18,0	15,6	13,8	13,7	15,2	16,2	13,5	13,0	10,8	8,1	8,9	8,6	8,1	7,7	
Фон (P ₆₀ K ₆₀)	17,7	18,4	15,8	14,1	13,8	15,3	16,0	13,3	13,2	10,7	8,2	8,7	8,2	8,0	7,5	
Фон+N ₃₀	18,7	19,0	15,7	14,5	14,1	16,3	16,9	13,4	13,5	10,9	9,3	9,7	8,8	8,2	7,9	
Фон+N ₆₀	20,2	20,4	15,8	14,4	14,2	17,8	18,4	13,8	13,3	10,8	10,3	10,7	9,2	8,5	8,2	
Фон+N ₉₀	22,3	22,3	16,2	14,6	14,0	19,3	20,8	13,1	13,5	10,5	11,2	11,6	9,5	8,7	8,4	
НІР																
05	2017	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
	2018	1,0	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
	2019	1,1	1,3	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5

У період фази цвітіння, в середньому за роки проведених досліджень, показники вмісту нітратного азоту в верхніх шарах ґрунту від 0 до 40 см були дещо нижчими, ніж на початку періоду вегетації, що пояснюється більш інтенсивним використанням азоту рослинами сої. Так, на контролі (без добрив) і на фоні внесення мінерального азоту коливається в межах від 15,2–16,2 мг/кг і до 15,3–16,0 мг/кг відповідно.

Внесення азотних мінеральних добрив, як і в першому варіанті, має досить позитивний вплив на вміст мінерального азоту. За умови внесення азотних добрив в дозі N₃₀ вміст мінерального азоту в шарі ґрунту від 0 до 40 см порівняно з попередніми показниками відповідно збільшилися на 1,0–1,1 мг/кг та 0,7–0,9 мг/кг. А саме за внесення азотних мінеральних добрив у відповідній дозі 30 кг д.р./га не спостерігалось достовірного підвищення вмісту досліджуваної форми азоту.

Більш достовірне підвищення вмісту мінерального азоту в ґрунті спостерігається на варіантах сої, де вносили азотні мінеральні добрива у

більших дозах а саме від 60 і до 90 кг д.р./га. В цьому випадку перевищення показника мінерального азоту відповідно до контролю та фоном удобрення було в межах 2,2–4,6 мг/кг.

Таким чином, як свідчать отримані дані, починаючи з шару ґрунту 40–60 см і аж до шару 80–100 см внесення азотних мінеральних добрив не мало особливо значного впливу на підвищення форм азоту, що відповідно нами досліджувалися. Різниця на цих варіантах не перевищувала межу 0,1–0,4 мг/кг (табл. 1).

В період від повного наливу насіння до повної фази стиглості сої спостерігалась відповідна тенденція до зменшення вмісту рухомих сполук азоту у метровому шарі ґрунту в результаті чого засвоєння азоту рослинами і мікроорганізмами зменшувалась. Значення даного показника на всіх без винятку варіантах дослідів суттєво зменшилась майже в декілька разів в порівнянні з періодом фази сходів рослин сої, або трійчатого листка. Істотний вплив мінеральних азотних добрив на вміст мінерального азоту в ґрунті спостерігається на варіантах з дозою 60 і 90 кг д.р./га. Достовірне підвищення вмісту досліджуваної форми азоту від внесення азотних добрив в дозі N_{30} спостерігається лише у верхніх шарах ґрунту, тобто не глибше 40 см.

У середньому за роки проведення досліджень за рахунок внесення мінеральних добрив у дозі N_{30} підвищення вмісту азоту було лише у верхніх шарах ґрунту від 0 до 40 см. Найбільший його вміст азоту спостерігався у цих шарах ґрунту було виявлено при внесенні азотних добрив в дозі N_{90} .

Найбільш чіткі зміни кількості вмісту мінерального азоту на посівах сої залежно від дози внесення азотних мінеральних добрив спостерігались в шарах ґрунту від 0–20 до 20–40 см. В середньому за роки проведення досліджень найменший вміст мінерального азоту у шарах ґрунту від 0 до 40 см в усі періоди спостережень, встановлено у варіантах без внесення мінеральних добрив та з внесенням $P_{60}K_{60}$. Так, у фазу сходів сої або 3-й трійчастий листок, його вміст відповідно знаходився в межах від 17,6–18,0 до 17,7–18,4 мг/кг. Необхідно визначити, що в роки проведення досліджень суттєве збільшення вмісту мінерального азоту у варіанті Фон+ N_{30} , порівняно з варіантом контроль, не виявлено. Найкращий азотний режим ґрунту під посівами сої створювався при внесенні N_{90} , збільшення азоту в шарах ґрунту 0–20 та 20–40 см становило відповідно 3,1–4,7 мг/кг ґрунту залежно від варіанту дослідів.

Дослідження продуктивності рослин сої вказують на позитивну дію мінеральних добрив на основні елементів структури врожайю культури. Реакція рослин досліджуваної сої, на умови вирощування відображується, в першу чергу, на висоті рослин. Ростові процеси характеризують у значній мірі продуктивність рослин, так як вони пов'язані з наростанням листкової поверхні, накопиченням надземної маси.

Як свідчать отмані в процесі замірів дані таблиці 2, застосування мінеральних добрив має позитивний вплив на збільшення висоти рослин сої. Низькорослі (54,3 см) рослини формуються на варіанті без добрив (контроль). Застосування мінеральних добрив (фон), як і внесення азотних мінеральних добрив у дозі 30 кг д.р./га має незначний вплив на збільшення висоти рослин. Різниця між контролем і даними варіантами становить 2,6 см і 4,2 см відповідно.

2. Продуктивність рослин сої залежно від застосування азотних добрив (в середньому за 2017–2019 рр.)

Варіанти	Висота рослин, см		Кількість на одну рослину, шт.			Маса насінин з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
	загальна	прикріплення нижніх бобів	гілок	бобів	насінин		
Без добрив (контроль)	54,3	8,7	1,6	12,4	22,7	3,11	137,2
Фон (P ₆₀ K ₆₀)	56,9	9,2	1,7	15,5	29,6	4,35	146,8
Фон+N ₃₀	58,5	10,1	1,8	18,4	34,5	5,11	148,1
Фон+N ₆₀	64,4	10,3	1,9	19,9	35,7	5,17	147,5
Фон+N ₉₀	66,2	11,7	гілок	20,6	37,0	6,30	148,8
НІР ₀₅	3,6	0,8	0,11	0,8	2,3	0,22	7,4

Достовірне збільшення висоти рослин сої спостерігається на варіантах від внесення азотних добрив в дозі N₆₀ і N₉₀. В цьому випадку висота рослин збільшилася порівняно з контролем на 10,1 см і 11,9 см. Відповідно розбіжності між варіантами, де вносили азотні добрива за висотою рослин соє не спостерігається.

В значній мірі втрати врожаю насіння вирощеної сої під час збирання визначаються висотою прикріплення нижніх бобів. За даними таблиці 2, найнижчим цей показник був на ділянках без внесення добрив (контроль) – 8,7 см. На цьому ж варіанті спостерігається і найменша (54,3 см) висота самої рослини сої.

Застосування мінеральних добрив має позитивний вплив на формування відповідного показника продуктивності рослин сої.

Особливо істотного значення висота прикріплення нижнього бобу сої набуває за умови застосування підвищеної дози азотних мінеральних добрив. За доз внесення N_{30} ; N_{60} і N_{90} висота прикріплення нижніх бобів порівняно з контролем збільшувалася на 1,4 см; 1,6 см і 3,0 см. Між досліджуваними варіантами використання азотних добрив не виявлено істотного впливу на збільшення висоти прикріплення нижнього бобу.

Щодо інших показників структури врожайності сої, то, як свідчать дані таблиці 2, внесення мінеральних добрив мало позитивний ефект на формування гілок порівняно з контролем. Найбільш істотний вплив на формування гілок відмічається нами на варіантах з внесенням азотних добрив. В цьому випадку спостерігається тенденція до збільшення кількості гілок за умови підвищення дози азоту. Найбільша кількість бобів сформувалася на варіанті, де на фоні вносили азот у дозі 60 кг/га д.р. На нашу думку, це пов'язано з тим, що підвищена доза азотних мінеральних добрив мала більший вплив на формування вегетативної маси, що вплинуло на зменшення кількості бобів.

Відповідно проаналізувавши дані таблиці, слід відмітити, що деяке зменшення кількості бобів на варіанті з дозою N_{90} компенсується кількістю насінин, яка формується на рослині. В даному випадку значення показника знаходиться на рівні 37,0 шт., в той час як на контролі формувалося лише 22,7 шт., а на варіанті з фосфорними і калійними мінеральними добривами (фон) 29,6 шт. (табл. 2). Внесення азотних мінеральних добрив в дозі N_{30} і N_{60} не мало істотного впливу на формування кількості насінин відповідно з однієї рослини порівняно з фоном.

Це, в свою чергу, як свідчать дані таблиці 2, мало позитивний вплив на формування такого показника як маса насіння з однієї рослини. В цьому випадку спостерігається тенденція до збільшення маси насінин з однієї рослини сої на варіантах, де збільшувалася його кількість. Так, найбільша маса насінин становила (6,30 г) з однієї рослини формувалася на варіанті з внесенням азоту в дозі 90 кг/га д.р. Зменшення норм азоту на 30 кг/га д.р. знизило масу насінин на 1,33 г, а на 60 кг/га д.р. – на 1,39 г відповідно значення даного показника продуктивності на контролі і фоні коливалося в межах 3,11–4,35 г.

Разом з тим, слід відмітити, що найбільша маса 1000 насінин у досліджуваних рослин сої була сформована на варіанті з внесенням азоту в дозі N_{60} і становила 147,5 г. Практично на однаковому рівні (148,8–148,1 г) була маса 1000 насінин на варіантах дослідів з мінімальною і максимальною дозою азоту, що досліджувалися.

Величина асиміляційної поверхні сої також зростала з покращенням

умов мінерального живлення, в першу чергу азотного, як за рахунок внесення мінеральних добрив, так і інокуляції. Так, у фазу гілкування залежно від дії досліджуваного фактору площа листової поверхні зростала на 4–17 %, цвітіння – 9–27, повної стиглості – 8–24 % порівняно з контролем.

Встановлено, що мінеральні добрива сприяли кращому формуванню врожайності насіння сої (табл. 3).

3. Урожайність насіння сої залежно від удобрення, ц/га

Варіант досліду	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середня за три роки
Без добрив (контроль)	18,5	16,2	19,1	17,9
Фон (P ₆₀ K ₆₀)	21,3	17,5	21,2	20,0
Фон+N ₃₀	24,6	18,9	22,8	22,1
Фон+N ₆₀	26,8	19,8	24,6	23,7
Фон+N ₉₀	29,0	21,0	26,4	25,5
НІР ₀₅	0,9	0,6	1,0	

Як свідчать дані, у варіанті без внесення добрив (контроль) урожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень становила 17,9 ц/га, коливаючись в межах від 16,4 ц/га в 2018 році до 19,6 ц/га в 2019 році. За рахунок внесення фосфорних і калійних добрив врожайність, в середньому за роки проведення досліджень, підвищилась на 1,3 ц/га.

Вплив азотних добрив, на фосфорно-калійному фоні, в дозах N₃₀, N₆₀, N₉₀ підвищували відносну врожайність насіння сої. Так, у першому випадку урожайність культури сої, порівняно з контролем, підвищилась в середньому на 2,9 ц/га або на 13 %. Збільшення дози азотних добрив до 60 кг/га д.р. дещо підвищило збір насіння сої з одного гектару на 28 %, що становило 4,7 ц/га. Найвищий ефект застосування азотних добрив під посіви сої, відмічений нами на варіанті, де вносились найвища доза азотних добрив. В даному дослідженні урожайність культури соя коливалась в межах 20,8–24,8 ц/га. Таким чином, застосування азотних добрив в дозі N₉₀ підвищило відповідно урожайність насіння сої на 38 % порівняно з контролем; на 23 % порівняно з фоном і на 13 % та 6 % відповідно з варіантами азотних добрив в дозах N₃₀, N₆₀ відповідно.

Разом з тим, слід відмітити, що спостерігається істотна різниця з урожайності між варіантами, які досліджувалися нами. Пояснити збільшення урожайності насіння сої за умови підвищення доз азотних добрив можна тим, що насіння перед сівбою не оброблялося інокулянтном, а в ґрунті незначна кількість бульбочкових бактерій, які формуються на коренях даної бобової культури. В зв'язку з цим, у

рослин сої в даному випадку погіршується азотфіксація, яка характерна для бобових культур і тому збільшується кількість азоту, який рослина буде використовувати з ґрунту. Як свідчать наші дані, застосування фосфорно-калійних добрив не вирішує проблеми азотного живлення, тому застосування азотних добрив має позитивний результат.

Як свідчать дані з таблиці 4 застосування мінеральних добрив спричинило зміну не тільки врожайності, але й мало вплив на якість насіння сої. Покращення умов азотного живлення досліджуваної сої позитивно впливало на збільшення вмісту білка в насінні (табл. 4). За рахунок внесення азотних мінеральних добрив його вміст зростав на 0,7–2,4 пункти відповідно порівняно з контролем (34,1 %). Це означає що, цей варіант характеризувався і найменшим збором білку – 7,16 ц/га.

Збільшення вмісту білку в насінні досліджуваної сої, яке спостерігається на інших варіантах дослідження з використанням мінеральних добрив, особливо азотних, що впливають на формування білку в насінні сої, в поєднанні з збільшенням урожайності, відповідно це вплинуло і на збільшення збору білка, який становив 7,32 ц/га на фоні і 7,30 ц/га; 8,8 ц/га та 9,7 ц/га на варіантах за дозою азотних добрив N_{30} , N_{60} , N_{90} відповідно до схеми досліджу.

4. Вміст білка і жиру в насінні сої та їхній збір залежно від внесення азотних добрив під посіви сої, 2017–2019 рр.

Варіант досліджу	Вміст білка, %	Збір білка, ц/га	Вміст жиру, %	Збір жиру, ц/га
Без добрив (контроль)	35,8	7,16	21,4	3,6
Фон ($P_{60}K_{60}$)	36,6	7,32	18,5	4,0
Фон+ N_{30}	36,5	7,30	18,6	4,2
Фон+ N_{60}	37,3	8,80	19,4	4,7
Фон+ N_{90}	38,2	9,70	20,2	5,1

Як свідчать дані отримані в результаті проведення лабораторного визначення вмісту білка, збору білка, вмісту жиру та збору жиру (табл. 4), внесення азотних добрив зменшувало вміст жиру в насінні сої на 1,2–2,8 пункти порівняно з варіантом без добрив (контроль): на контролі цей показник становить 21,4 %. На даному ж варіанті спостерігається і найменший збір жиру 3,6 ц/га.

Як свідчать отримані дані за рахунок внесення мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$ вміст жиру в насінні зменшився на 2,9 % порівняно з контролем, а збір збільшився відповідно на 0,4 ц/га, головним чином, даний показник змінювався за рахунок збільшення урожайності.

Аналогічна ситуація спостерігається нами і на варіантах з внесення

різних доз азотних добрив. Крім того, слід відмітити тенденцію зменшення вмісту жиру із збільшення дози азоту. Так, на дослідних ділянках, де вносили 30 кг д.р./га азотних добрив, відповідно вміст жиру в насінні сої, порівняно з контролем, зменшився на 2,8 пункт, а збільшення дози мінеральних добрив до 60 і 90 кг/га д.р. зменшило даний показник на 2,0 % та 1,2 % відповідно. Разом з тим, зменшення вмісту жиру в насінні сої не вплинуло на збір. Як свідчать отримані дані з таблиці 4, найбільший збір жиру відмічений на досліджуваних ділянках, де вносили підвищений вміст азоту (N_{90}). Головним чином, це пов'язано не стільки з вмістом жиру в насінні, а зі збільшенням продуктивності рослин сої даних варіантів, що і відіграло позитивну роль на кінцевий результат – збір жиру з одного гектару.

Як свідчать результати проведеного експерименту, найбільший вплив на якісні показники насіння сої був у варіанті фон+ N_{90} . Слід відмітити, що застосування лише фосфорно-калійних добрив забезпечувало одержання майже такої ж кількості білка і жиру, як і на варіанті фон+ N_{30} .

2.3. Інтегральний показник екологічних ризиків застосування пестицидів

*Калініченко В. М., Міщенко О. В., Колеснікова Л. А.
Полтавська державна аграрна академія*

В Україні, де агропромисловий сектор є одним з основних державотворчих секторів економіки, і тому питання впливу сільськогосподарської діяльності на основні компоненти навколишнього природного середовища стоїть особливо гостро. У процесі землекористування земельні ресурси, як важлива екологічна компонента навколишнього природного середовища, зазнають суттєвого екологічного навантаження. За даними Міністерства екології та природних ресурсів України коефіцієнт екологічної стабільності землекористування в Україні становить 0,41, тобто землекористування на території України оцінюється як «стабільно нестійке» [129].

Внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин від шкідників і хвороб, становить загрозу забруднення не тільки безпосередньо ґрунтів, але й, атмосферного повітря. Значна частина токсикантів за рахунок вимивання попадає у ґрунтові і поверхневі води. Використання інтродуцентів і ГМО

¹²⁹ Щодо вдосконалення агроекологічних умов функціонування сільського господарства : аналіт. записка. Національний інститут стратегічних досліджень. 2014: URL : https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/schodovdoskonalennya-agroekologichnikh-umov-funkcionuvannya-sil'skogo#_ftn2.

також несе значні екологічні ризики. Але, чи не найбільшим забруднювачем навколишнього середовища є пестициди, що широко використовуються у сільському господарстві [130, 131].

Екстенсивне землекористування призводить до [132, 133, 134]:

- понадлімітного забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами, які використовуються при вирощуванні сільськогосподарських культур;
- перевищення гранично допустимого вмісту залишків шкідливих речовин у вирощеній продукції;
- понаднормового забруднення ґрунту, водних об'єктів та атмосфери відпрацьованими паливно-мастильними матеріалами внаслідок роботи сільськогосподарської техніки.
- неконтрольованого поширення ГМО;
- погіршення здоров'я споживачів від споживання продукції, виробленої із використанням ГМО;
- перевищення гранично допустимих рівнів шуму;

Ці складові антропогенного впливу агропромислового комплексу підвищують інтегральні ризики екологічної безпеки, які проявляються у завданні шкоди навколишньому природному середовищу (деградація ґрунтів, зменшення біологічного різноманіття території, руйнації екологічних систем різних рівнів, різноманітні мутації живих організмів) та у завданні шкоди життю і здоров'ю людини через сільськогосподарську продукцію, яку вона споживає [135, 136].

За даними Міністерства екології та природних ресурсів України, разом із стічними водами до поверхневих водних об'єктів надійшло: 42,4 тис. тонн завислих речовин; 403,4 тонн нафтопродуктів; 801,2 тис. тонн сульфатів; 637,6 тис. тонн хлоридів; 9,1 тис. тонн азоту амонійного; 57,9 тис. тонн нітратів; 2,2 тис. тонн нітритів; 271,4 тонн СПАР; 735,7 тонн заліза; 7,5 тис. тонн фосфатів. У 2011 р. підприємства сільського

¹³⁰ Основи біобезпеки (екологічний складник) : навч. посіб. / Л. П. Новосельська, Т. Г. Іващенко, В. П. Гандзюра, О. П. Кулінич ; за заг. наук. ред. д.б.н. О. І. Бондаря. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 180 с.

¹³¹ Хилько М. І. Екологічна безпека України : навч. посіб. Київ, 2017. 266 с.

¹³² Козмуляк К. Екологічний ризик в сфері сільськогосподарського виробництва: юридичне поняття та ознаки. URL : https://www.researchgate.net/publication/325763474_Ekologichniy_rizik_v_sferi_silskogospodarskogo_virobnictva_uridicne_ponatta_ta_oznaki.

¹³³ Андрейцев В. І. Право екологічної безпеки: навч. та наук.-практ. посіб. Київ : Знання-Прес, 2002. С. 55–56.

¹³⁴ Фролов М. О. Правові аспекти екологічного ризику : дис ... к. ю. н.: 12.00.06. Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2000. С. 42–43.

¹³⁵ Spijker J. Geochemical patterns in the soils of Zeeland : natural variability versus anthropogenic impact. URL : <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/1725>.

¹³⁶ P. F. M. van Gaans, J. Spijker, S. P. Vriend & J. N. de Jong. Patterns in soil quality: Natural geochemical variability versus anthropogenic impact in soils of Zeeland, The Netherlands. URL : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810601064900>.

господарства скинули 84 млн м³ забруднених стічних вод [137].

Найвагомішим екологічним ризиком у рослинництві є застосування різного роду пестицидів – біологічно активних хімічних або біологічних агентів. Застосування одного або декількох пестицидів навіть при дотриманні усіх вимог може, і найчастіше призводить до порушення складних взаємозв'язків у біоценозах, призводячи до скорочення біорізноманіття, особливо внаслідок знищення бур'янів і комах, які є важливими елементами харчового ланцюга. Прикладами проявів такої негативної дії є стрімке зменшення популяції бджіл, та інших корисних комах. З 2006 року популяція бджіл щорічно зменшувалась на 29–36 % [138]. Самці жаб, під впливом атразина, становляться самками [139]. Пестициди призводять до різкої загибелі кажанів [140].

Крім того, пестициди спричинюють негативний вплив на здоров'я людини, як у результаті прямої дії, так і опосередковано через накопичення залишкових кількостей у сільськогосподарських продуктах і питній воді. Окрім цільового призначення, пестициди чинять негативний вплив на біосферу, масштаб якого порівнюють із глобальними екологічними чинниками. Застосування пестицидів може призводити до таких негативних наслідків, як зменшення біологічної продуктивності, порушення функціонування ґрунтових мікробіоценозів, накопичення залишків пестицидів і їхніх похідних у поверхневих водних джерелах та ґрунтових водах, перешкоджання відновленню родючості, зменшення харчової цінності сільськогосподарської продукції тощо [141].

Методологія аналізу екологічного ризику базується на існуючій методології аналізу ризику, яка широко застосовується у світовій практиці при оцінці небезпек. Аналіз ризиків передбачає попередження несприятливих наслідків дій небезпеки на об'єкти впливу та обґрунтування управлінських рішень щодо зменшення рівня ризику. Системний аналіз ризику складається з трьох взаємозв'язаних процедур: оцінки ризику, управління ризиком та інформування про ризик (дивись рис. 1) [142, 143].

¹³⁷ Weixing L., Lin J., Shuijin H., Linghao L., Lingli L., Shiqiang W. Decoupling of soil microbes and plants with increasing anthropogenic nitrogen inputs in a temperate steppe. doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.01.022. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071714000236>.

¹³⁸ Olsen A. Support PAN; Germany deals with pesticide stockpiles; Atrazine linked to wildlife problems; Syngenta setting terms for research? URL : http://www.panna.org/resources/panups/panup_20091230#4.

¹³⁹ Olsen A. Common sense on chemical policy; Atrazine turns male frogs 'female'; Oregon farmers v. Monsanto; Oscar for Food, Inc.? URL : http://www.panna.org/resources/panups/panup_20100305#2.

¹⁴⁰ Spread Map. URL : <https://www.whitenosesyndrome.org>.

¹⁴¹ Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химические средства защиты растений. Москва : КолосС, 2006. 248 с.

¹⁴² Commission directive 93/67/EEC of 20 July 1993 laying down the principles for assessment of risks to man and the environment of substances notified in accordance with Council Directive 67/548/EEC. URL : <http://www.legaltext.ee/text/en/T50879.htm>.

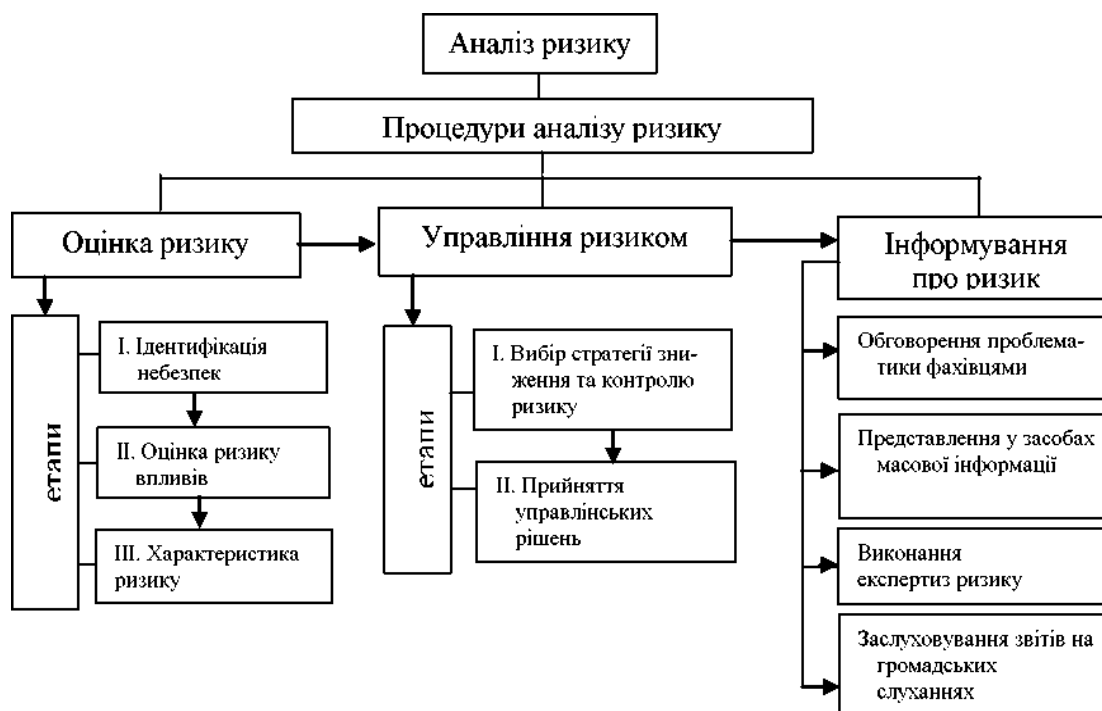


Рис. 1. Схема аналізу ризику

Джерело: дані [144].

Оцінка ризику є основним елементом процедури аналізу ризику. Метою оцінки ризиків є виявлення небезпек, отримання та узагальнення якісної та кількісної інформації про рівні та наслідки дій шкідливих і небезпечних факторів на об'єкти впливу та визначення ймовірності наслідків для попередження розвитку несприятливих ефектів і для обґрунтування управлінських рішень щодо зменшення рівня ризику. Процедура оцінки ризику здійснюється послідовним виконанням взаємозв'язаних етапів: ідентифікація небезпек, оцінка ризику впливів та характеристика ризику [145]. Зазвичай, оцінка ризику дії токсиканта полягає у визначенні вірогідності шкідливої дії чинника, що вивчається. Окремим випадком є кількісна оцінка вірогідності збитку здоров'ю людини, пов'язана з дією певних агентів, наприклад, хімічних речовин, що знаходяться в довкіллі або на робочому місці. Базовою інформацією для проведення дослідження є токсикологічна характеристика речовини, ризик від дії якого передбачається оцінити [146].

¹⁴³ Comparative Risk Framework Methodology and Case Study. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment. Washington Office, Washington, DC, 1998. URL : <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=12465>.

¹⁴⁴ Аверін Г. В., Звягінцева Г. В., Данілікіна І. Л., Кишкань Р. В. Методика з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. Проект. Київ, 2008. 40 с.

¹⁴⁵ Звягінцева Г. В. Методика з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. *Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки*. 2009. Вип. 2. С. 370–379. URL : http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/17576/3/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A0%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B8_2_2009Zvyagintsev.pdf.

¹⁴⁶ Музалевский Л. Л., Карлин Л. Н. Экологические риски: теория и практика. Санкт-Петербург : РГТМУ, НИМ, 2011. 448 с.

Більшість наукових праць щодо негативного впливу пестицидів враховує або один з факторів впливу на навколишнє середовище, або вплив на окремі частини, елементи екосистеми. Також значна кількість робіт присвячена дії окремих видів токсикантів на окремі ланки біоценозів [147, 148]. Одним з електронних ресурсів, де сконцентровані нормативні документи, бази даних, математичні моделі для оцінки ризику пестицидів про вплив на навколишнє середовище, екологічної долі, вплив на здоров'я є сайт Агенції з охорони навколишнього середовища США – EPA [149]. На сайті Агенції представлені моделі розрахунку ризику застосування пестициду на здоров'я людини або навколишнього середовища. Ці моделі розраховують вплив якому може піддаватися людина або окремі компоненти навколишнього середовища, враховуючи токсичність пестициду та його доза. При оцінці впливу використовуються математичні моделі для прогнозування концентрацій пестицидів в продуктах харчування, воді, побуті та професійному середовищі.

PWC моделює нанесення пестицидів на поверхню землі і наступний наступне перенос пестицидів у водні об'єкти, включаючи поверхневі водойми, а також прості водоносні горизонти ґрунтових вод. Ця остання версія PWC надає додаткові параметри розкладу культур, покращене взаємодія наносів і водойм, а також можливість використовувати свіжіші файли погоди. Модель Bee-REX – це інструмент рівня скринінгу, який призначений для використання в оцінці ризику впливу пестицидів на бджіл і розрахунку коефіцієнтів ризику. MCnest об'єднує існуючу інформацію про токсичність з трьох стандартизованих тестів на токсичність для птахів з інформацією про історію життя видів і терміни застосування пестицидів щодо термінів розмноження птахів, щоб кількісно оцінити вплив сценаріїв використання пестицидів на щорічний репродуктивний успіх популяцій птахів. STIR використовується OPP для оцінки впливу інгаляційного типу на основі інформації про конкретні пестициди. TerrPlant – це модель, що забезпечує скринінгові оцінки впливу на наземні рослини при застосуванні окремих пестицидів. T-HERPS – це імітаційна модель, яка оцінює вплив пестицидів на наземних рептилій і земноводних. AgDRIFT та AGDISP TM дозволяє оцінювати різні умови знесення обприскувача в результаті застосування в сільському господарстві і відкладення рідкого складу пестицидів за

¹⁴⁷ Ahouangninou C. et al. Characterization of Health and Environmental Risks of Pesticide Use in Market-Gardening in the Rural City of Tori-Bossito in Benin, West Africa. *Journal of Environmental Protection*, 2012, 3, 241–248.

¹⁴⁸ Rai S. Kookana Nanopesticides: Guiding Principles for Regulatory Evaluation of Environmental Risks. *J. Agric. Food Chem.* 2014, 62, 19.

¹⁴⁹ Официальный сайт правительства США. Агентство по охране окружающей среды США. URL : <https://www.epa.gov>.

межами ділянки. PERFUM використовується для розрахунку розподілу впливу фумігантів ґрунту, що надходять з оброблених сільськогосподарських полів. SOFEA та FEMS використовується для розрахунку впливу на сторонніх осіб, що знаходяться поблизу полів, оброблених ґрунтовими фумігантами. DEEM надає імовірнісні оцінки впливу пестицидів з їжею [150].

Таким чином, кожна з цих математичних моделей розглядає вплив на окремі компоненти, не враховуючи системної дії пестицидів на всю екосистему. На рис. 2. показано схема системного впливу пестицидів на екосистему і людину як частину цієї системи.

Пестициди є біологічно активними речовинами, які активно мігрують у навколишньому середовищі. В атмосферу пестициди потрапляють безпосередньо при застосуванні шляхом обприскування або обпилювання, а також в результаті випаровування з поверхні ґрунту або рослин і з поверхні водойм. Чим вище летючість речовини, тим більша кількість його потрапляє в атмосферу. У поверхневій воді пестициди можуть потрапляти у або безпосередньо, або з атмосфери і ґрунту, а також у вигляді продуктів життєдіяльності тварин і людини. Забруднення ґрунту може відбуватися як безпосередньо в результаті прямого внесення в ґрунт, так і через рослини, тварин, а також з води.

З іншого боку, у ґрунті відбувається низка процесів, що зменшують вміст у ньому агрохімікатів: біохімічне руйнування препаратів, перехід у рослину, випаровування в атмосферу, винесення поверхневим і внутрішньогрунтовим стоком, фотохімічне руйнування, поглинання й трансформація ґрунтовими організмами. Сукупність цих процесів визначає стабільність агрохімікатів у ґрунті. Пестициди абсорбуються частинками ґрунту та гумусу, накопичуються в ґрунтових організмах, руйнуються хімічним чи біологічним шляхом, проникають до рівня ґрунтових вод [141, 151].

Інтенсивність шкідливого впливу пестициду, а отже і ризики для навколишнього середовища і для людини залежить від поєднання багатьох факторів: насамперед це фізико-хімічні властивості агента, способів та технологій застосування, температури повітря, швидкості вітру, величини та розташування оброблюваної площі. Додатковими факторами, що підвищують ризик можуть бути неправильна організація транспортування та зберігання пестицидів, помилковий вибір

¹⁵⁰ Models for Pesticide Risk Assessment. URL : <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/models-pesticide-risk-assessment#terrestrial>.

¹⁵¹ Пестициди: безпечне застосування у фермерській практиці: Збірник: вимоги та настанови: URL : https://agro.dn.gov.ua/wp-content/uploads/2019/04/usaidd_pestytsydy-pamiatka_a5_final.pdf.

препаратів, помилки при розрахунках доз внесення, недостатня організація охорони праці на всіх етапах роботи з токсичними речовинами, ігнорування засобів захисту. Також свої корективи може вносити технологічна забезпеченість: стан та технічні характеристики технологічного обладнання, що впливає на точність дозування та виконання інших технологічних операцій.

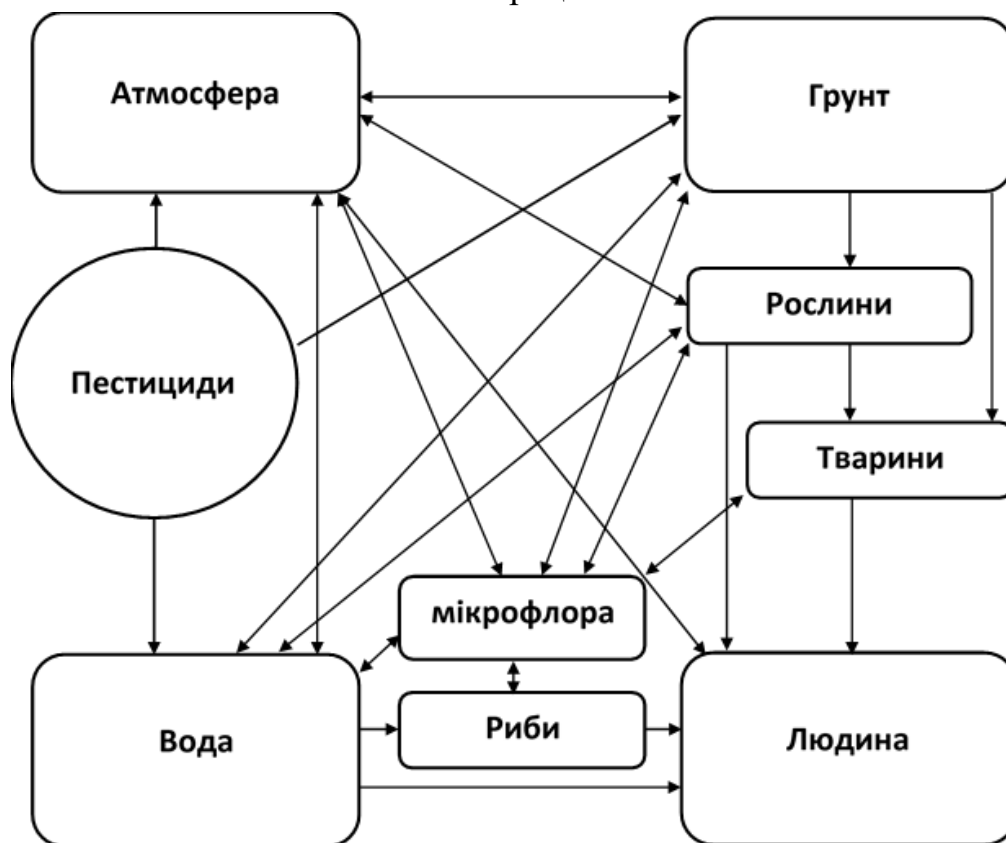


Рис. 2. Схема системного впливу пестицидів на екосистему
Джерело: авторська розробка.

Чим ширший аналіз, і чим більше факторів враховується при аналізі, тим з більшою точністю можливо визначити ризики застосування пестицидів для навколишнього середовища [152].

На рис. 3 надається схема модель управління екологічним ризиком при внесенні пестицидів. Основними вихідними даними моделі є фізико-хімічні властивості пестициду: клас небезпеки, хімічний склад пестицидного продукту, інформація про маркування, коефіцієнти сорбції, період напіврозпаду в навколишньому середовищі, а також інформація про оральну, інгалятивну, шкірну-резорбтивну токсичність, коефіцієнти кумуляції та мутагенності. Для опису взаємозв'язку між дозою і концентрацією речовини в компонентах довкілля для організму

¹⁵² Кононова Т. В. Информационно-методическое обеспечение экологической оценки пестицидов для целей принятия решений по их государственной регистрации : дис. докт. биол. наук. Москва, 2012.

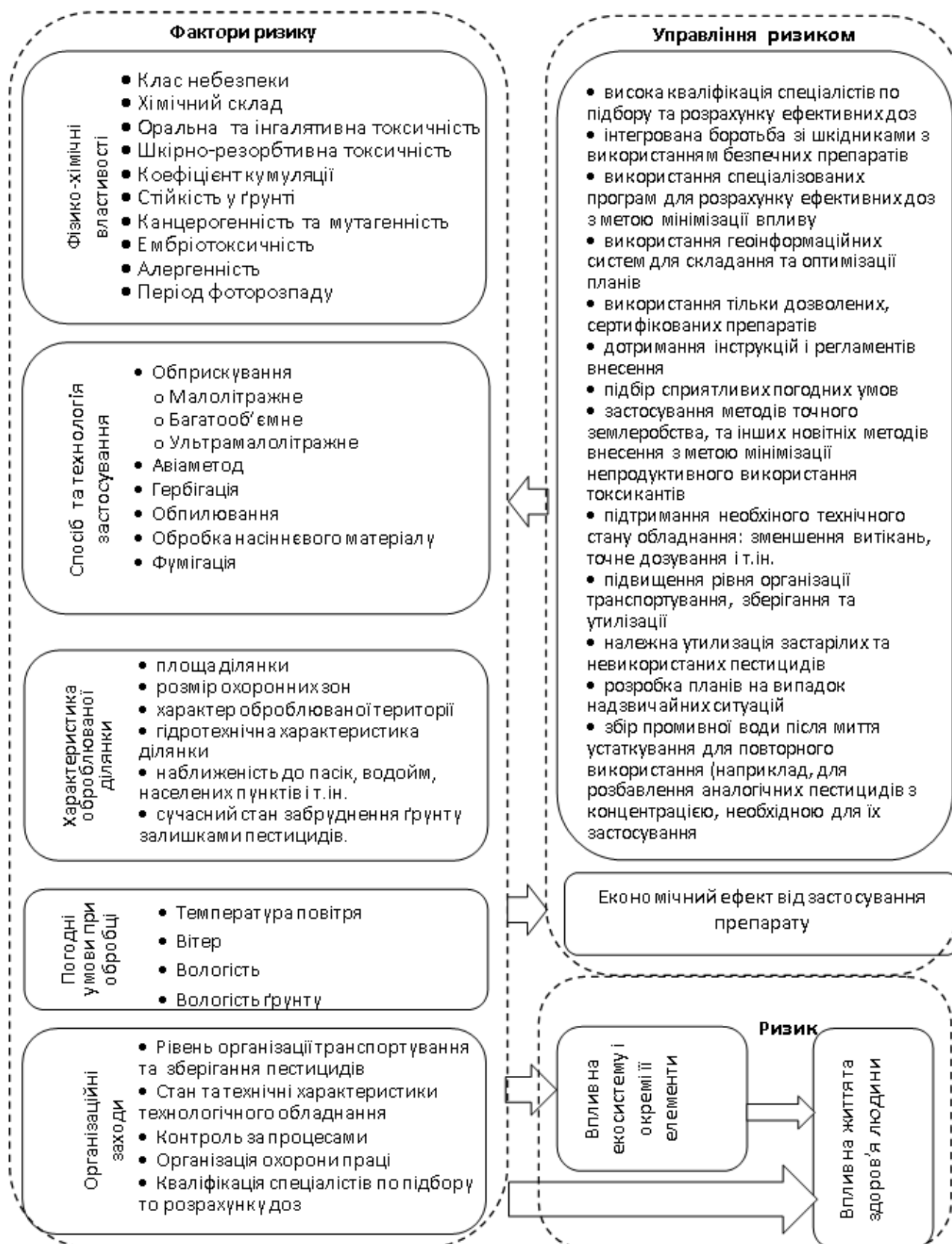


Рис.2. Модель управління екологічним ризиком при внесенні пестицидів

Джерело: власна розробка

у який поступив токсикант застосовують «доза-ефект»-моделі. Ця взаємодія будується на розумних допущеннях, заснованих на тому, що спостережуваний ефект є наслідком дії відомого токсичного агента, або

ж вводиться характеристика вірогідності на появу цього ефекту у відповідь на надходження хімічної речовини. Чисельне і графічне вираження взаємозв'язків в системі «доза – ефект» ґрунтується на наступних припущеннях: ефект (відповідь) є функція концентрації токсичного агента у зоні дії; концентрація токсиканта в зоні дії є функція дози; ефект і доза причинно залежні. При цьому розрізняють оцінку ризику загрози здоров'ю при дії порогових і безпорогових токсикантів (канцерогенів та мутагенів, дія яких вже при найменших кількостях, що потрапили в організм людини). Разом з дозою токсиканта (концентрацією забруднюючих речовин в довкіллі) для розуміння токсикологічної дії мають важливе значення відношення «час – ефект» [145].

Інші фактори ризику (спосіб та технологія застосування, характеристика оброблюваної ділянки, погодні умови при обробці, рівень організації та дотримання регламентів при транспортуванні, зберіганні, внесенні, утилізації і т. ін.) вносять додаткові, поправочні коефіцієнти загального інтегрального показника ризику. Для таких організаційних заходів як транспортування, зберігання процес внесення можна застосувати матричний метод розрахунку [152].

Отже, використання інтегрального показника ризику застосування пестицидів відповідає стратегії ресурсо-екологічної безпеки соціально-економічного розвитку країни і дозволяє знайти необхідний баланс між економічною доцільністю та екологічними наслідками цих агротехнічних прийомів.

Запропонований підхід обумовлює перехід від класичних методів аналізу дії пестицидів на окремі компоненти екосистеми, до емерджентного, системного підходу.

Багаторівневий комплексний аналіз агротехнічних заходів пов'язаних з використанням різного роду пестицидів дозволяє розробити науково обґрунтовані регламенти внесення, та розрахувати умовно екологічно безпечні норми внесення токсикантів і визначити ризику як для довкілля так і для життя та здоров'я людини.

2.4. Вплив різних норм мінеральних добрив і способів сівби на врожайність та посівні якості насіння сої

Лотиш І. І., Шевніков М. Я.

ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж

Полтавської державної аграрної академії»

Чайка Т. О., Крикунова В. Ю.

Полтавська державна аграрна академія

Зернобобові культури є невід'ємною складовою частиною біологічного землеробства, вони на 60–80 % забезпечують себе азотом, засвоєним бульбочковими бактеріями із атмосфери і залишають після себе значну його кількість в ґрунті (60–90 кг/га). В зв'язку з важливою їх роллю для нарощування продовольчих і кормових ресурсів, світове виробництво зернобобових культур буде збільшуватись з ростом населення і зростанням потреби в білку. У перспективі найбільш поширеною культурою залишиться соя. Її зерно буде все більше використовувати населення як цінне джерело рослинного білка й олії [153, 154].

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва однією із актуальних питань сільськогосподарського сектору економіки України лишається суттєве зростання й стабілізація виробництва зернобобових культур, наприклад сої, котра є основним джерелом збалансованого за амінокислотним складом і вмістом екологічно чистого білка. Значний внесок у розвиток технологій вирощування сої в Україні зробили видатні вітчизняні вчені А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, Ф. Ф. Адамень, М. І. Бахмат, В. Ф. Камінський, С. М. Каленська, М. А. Бобро, М. Я. Шевніков, О. М. Бахмат, С. І. Колісник, О. М. Венедіктов та ін.

В Україні сою вирощують у так званому «соевому поясі», куди входять області зони Лісостепу, Північного, Центрального і Південно-Західного Степу, Лісостепові райони Полісся, Прикарпаття, Закарпаття та зрошувані землі півдня України, що підтверджується науковими розробками вчених сільськогосподарського наукового сектору, котрі ґрунтуються на врахуванні метеорологічних умов певного місця проведення дослідів та отриманих результатів вирощування сої в сільськогосподарських угіддях. В 2007 році в «соевому поясі» України було розміщено біля 90 % посівних площ сої [155].

¹⁵³ Бондаренко Н. Ф. Моделирование продуктивности агроэкосистем : монография. Москва : Мир, 1982. 130 с.

¹⁵⁴ Боровиков В. П., Боровиков Н. П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows ; 2-е изд., стереотипное. Москва : Информационно-издательский дом «Филин», 1998. 608 с.

¹⁵⁵ Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 15–21.

Зростання виробництва сої – це найбільш швидкий шлях виходу із продовольчої кризи, підвищення культури землеробства, формування ресурсів рослинного білка і олії, підвищення рівня життя людей. На планеті Земля сою вирощують у великому землеробському поясі, де для неї відводять найродючіші ґрунти, достатня кількість тепла, вологи і світла; там вона дає більшу віддачу, ніж інші культури. Соя здавна зарекомендувала себе, як універсальна культура, її використовують на кормові, харчові й медичні цілі, а також у багатьох інших галузях промисловості [156].

В арсеналі світових рослинних ресурсів соя переважає інші культури за здатністю синтезувати за вегетаційний період величезну кількість найцінніших органічних речовин – білку і жиру – та формує два повноцінні врожаї. Із насіння сої виготовляють більше тисячі найрізноманітніших продуктів, ліків, промислових виробів і кормів. Немає такої галузі, де б не можна було її ефективно використовувати. У світовій «піраміді» рослинного білка соя займає основне місце [157].

Бурхливий розвиток сіяння бобових культур, а саме сої, зумовлений величезним попитом на сою і соєві продукти. Найбільше використання набуває соєвий білок – як висококонцентрований, функціонально активний, збалансований за амінокислотним складом, здатний здійснити революцію в білкових харчових і кормових ресурсах. Соєва олія – це рослинний, чистий, дуже корисний, високо засвоюваний концентрований енергетичний харчовий продукт, що складається на 99,7 % із якісного жиру, найбільш поширений серед жирів, які використовує населення планети. Соєві бобові відіграють вирішальну роль у підвищенні культури землеробства, азотному балансі ґрунту, структурі посівів і балансі продовольчих ресурсів [158].

Соя заслужено користується популярністю серед фермерів і спеціалістів сільського господарства багатьох країн як найрентабельніша культура відіграє важливу роль у зміцненні економіки і підвищенні рівня життя людей. У неї велике майбутнє, вона може різко поліпшити продовольче забезпечення населення України, де для різкого збільшення її виробництва сприятливі умови.

Для успішного ведення господарства потрібно запроваджувати нові перспективні сорти сої у виробництво. Разом з тим треба особливу увагу

¹⁵⁶ Адамень Ф. Ф., Вергунов В. А., Вергунова И. Н. Агробиологические особенности возделывания сои на Украине. Киев : Аграрна наука, 2006. 456 с.

¹⁵⁷ Влияние способов посева и норм высева на химический состав и урожайность сои / В. Г. Васин и др. *Кормопроизводство*. 2009. № 4. С.13–15.

¹⁵⁸ Баранов В. Ф., Лебединский А. И., Зелайа И. О. Рост и продуктивность разных сортов сои в зависимости от ширины междурядий и степени загущения посевов в орошаемых условиях. *Бюлл. ВНИИМК*. 1984. Вып. 86. С. 7–9.

приділяти сортовій агротехніці. Лише за дотримання умов агротехніки сорт може найбільш повно реалізувати свій біологічний потенціал. Тому вивчення прийомів технології вирощування є важливою складовою дослідження сортів сої [159].

Інтенсифікація рослинництва базується на комплексному підході до підвищення його адаптивності, використанні можливостей селекції, екзогенної регуляції адаптивних реакцій, оптимізації умов зовнішнього середовища, конструюванні високопродуктивних та екологічно стійких агрофітоценозів. Реалізація біологічного потенціалу сучасних сортів сої в конкретних умовах вирощування можлива лише при повній відповідності технології вирощування вимогам культури до факторів життя. Не менш важливим є підхід до мінерального живлення рослин – необхідного фактору активізації процесів біологічної фіксації азоту та фотосинтезу. Урожай і якість насіння сої в значній мірі залежать від оптимального поєднання симбіотичного та мінерального азотного живлення в системі удобрення культури [160, 161].

Тож розглянемо методи оптимізації технологічних процесів вирощування сої шляхом встановлення оптимальних норм мінеральних добрив та способів сівби при оптимальному строці сівби в умовах нестійкого зволоження ґрунту Лівобережної частини Лісостепу України.

Клімат помірно-континентальний з перевагою на північному-заході вологих вітрів західного напрямку. Сухі вітри східного напрямку переважають на південному сході району. За даними Полтавської гідрометеорологічної станції середньорічна температура повітря буває від плюс 9,3 °С до плюс 10,3 °С. Найхолодніший місяць – січень – із середньою багаторічною температурою повітря мінус 4,8 °С. Найтепліший місяць року – серпень – із середньою температурою повітря плюс 22,4 °С (табл. 1). Максимальна температура у літній період може досягати плюс 38 °С, абсолютний мінімум мінус 35 °С. Середня сума позитивних температур понад плюс 10 °С складає 2600–3000 °С.

Агрохімічні властивості ґрунту сприятливі для вирощування зернових і зернобобових культур. Такі ґрунти за внесення органічних і мінеральних добрив значно поліпшують свою родючість.

¹⁵⁹ Бутенко А. О. Стан та перспективи вирощування соняшнику в умовах північно-східної України. Сучасна аграрна наука: напрями досліджень, стан і перспективи : збірник матеріалів наук.-практ. конф. Вінниця, 2002. С. 56–57.

¹⁶⁰ Бахмат О. М., Чинчик О. С. Агротехнічне забезпечення вирощування сої в умовах південно-західної частини Лісостепу України. *Міжвід. темат. наук. зб. інституту кормів УААН*. 2003. № 51. С. 103–106.

¹⁶¹ Бобро М. А., Головаченко Б. І., Савченко В. Д., Чуонг Еанг. Оптимізація технології вирощування зернових і бобових культур. *Сб. научн. тр. Крымского государственного аграрного университета*. 1999. Вып. 62. С. 75–79.

1. Середні місячні та річні температури повітря у регіоні досліджень

Рік	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень
2017	-5.9	-3.6	5.3	9.6	14.8	20.0
2018	-3.3	-4.3	-2.8	12.4	18.8	20.5
2019	-5.2	-0.8	4.0	10.8	17.5	23.1
Рік	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
2017	21.3	23.2	17.1	8.4	2.7	2.9
2018	22.1	22.9	17.5	11.1	-0.4	-2.8
2019	20.6	21.1	16.0	10.7	3.7	2.1
За рік	2017		2018		2019	
	9.7		9.3		10.3	

Полеві досліді проводили в 2017–2019 рр. Погодні умови у різні роки досліджень характеризувались різними показниками температурного та водного режимів (табл. 2, рис. 1–3).

2. Коефіцієнти суттєвості відхилень кількості опадів від середніх багаторічних

Опади	Середнє багаторічне, мм	S	Середнє за місяцями, мм	Роки		
				2017	2018	2019
Травень	72,0	43,2	34,1	-1,3	-0,2	-1,2
Червень	68,0	24,4	64,8	-0,6	1,2	-1,1
Липень	54,0	26,6	45,9	0,8	-0,2	-1,5
Серпень	34,0	45,3	46,4	-0,1	-0,6	1,6
Вересень	50,0	43,9	58,8	1,5	-0,9	0,0

Джерело: авторські дослідження.

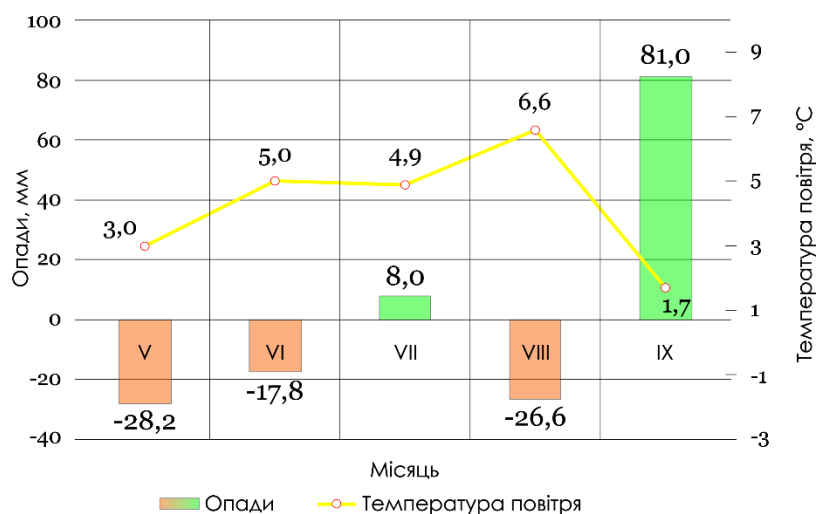


Рис. 1. Відхилення від середніх багаторічних опадів і температур повітря за 2017 р.

Джерело: авторські дослідження.

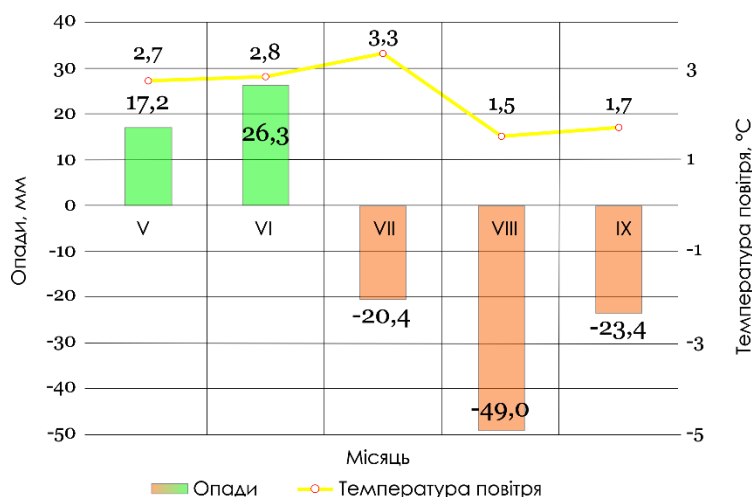


Рис. 2. Відхилення від середніх багаторічних опадів і температур повітря за 2018 р.

Джерело: авторські дослідження.

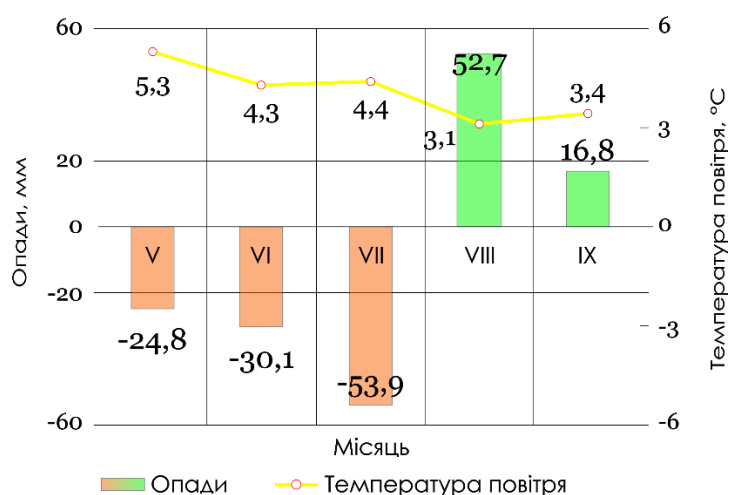


Рис. 3. Відхилення від середніх багаторічних опадів і температур повітря за 2019 р.

Джерело: авторські дослідження.

Тривалість періоду активної вегетації від 157 до 169 днів. Початок періоду інтенсивної вегетації з настанням середньої добової температури вище $+15^{\circ}\text{C}$ спостерігався в середині, або наприкінці травня. Тривалість даного періоду 100–120 днів. Розподіл опадів протягом вегетаційного періоду був нерівномірний. Кількість опадів в окремі роки змінювалась від 320 до 829 мм.

Основні напрями досліджень були: внесення мінеральних добрив та агротехніка вирощування культури.

Негативний вплив гіпертрофованого ущільнення призводить до вилягання сходів, опаді листів і завчасного їх пожовтіння, часткового поглинання люмінесценції, вологи та живильної речовини, зниження біологічної фіксації азоту з атмосфери. Культура сприйнятлива до зміни

розміру і конфігурації ділянки живлення рослин у сходах. Граничне споживання продукту фотосинтезу у сої припадає на фазу репродукції, тому простір між рядами і площа живлення рослин має бути такою, щоб рослинний покрив абсолютно максимально вкривав поверхню ґрунту до початку цвітіння культури. У щільному засіві боби формуються у верхньому секторі рослин, результатом є невисока урожайність насіння. Навпаки при широкорядному розташуванні рослин характерне закладання бобів близьке до поверхні ґрунту, котре призводить до значних втрат врожаю при збиранні.

3. Урожайність сої залежно від норми та способу сівби (середнє за 2017-2019 рр.)

Спосіб сівби (фактор А)	Норма висіву, тис./га (фактор В)	Урожайність, т/га
рядковий, 15 см	500	2,48
	600	2,90
	700	2,93
	800	3,10
широкорядний, 45 см	500	2,40
	600	2,62
	700	2,72
	800	2,8

Примітка: $HP_{05, т/га}$, для фактора: А – 0,08; В – 0,06; АВ – 0,10.

Джерело: авторські дослідження.

З таблиці 3 видно що вплив на величину врожайності культури залежить здебільшого від норми висіву зерна більше ніж за спосіб сівби. Саме тому більш доцільний варіант сівби вибрано звичайним рядковим (15 см) або широкорядним (45 см) способами за норми висіву 700 тис./га схожих насінин.

Аналізуючи питання мінерального підживлення культури, то внесення мінеральних (азотних) добрив відбувалося на сталому фоні (Ризоторфін+Р₆₀К₆₀) та порівнювалося з контрольним варіантом (без додавання добрив).

У варіантах із внесенням азотних добрив у дозі N₆₀ спостерігається збільшення висоти рослин сої, в цьому випадку висота збільшується порівняно з контролем на 4,9 см. Розбіжностей між варіантами де вносились азотні добрива за висотою рослин сої не спостерігалось.

Втрати врожаю сої під час збирання залежать від висоти прикріплення нижніх бобів. З таблиці 3 видно, що найнижчим показником прикріплення нижніх бобів була соя на якій не вносились добрива – 13,7 см, а також цей варіант показав найменшу висоту рослини (90,5 см). Але із застосуванням

добрив можна побачити чіткі зміни починаючи від загальної висоти рослини і закінчуючи масою насіння. Так з даних таблиці чітко видно що при внесенні добрив дозою N₃₀; N₆₀ висота рослини збільшилась на 4,4 см та 4,9 см.

4. Біометричні показники рослин сої залежно від застосування азотних добрив (в середньому за 2017–2019 рр.)

Варіанти	Висота рослин, см		Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Врожайність, т/га
	загальна	прикріплення нижніх бобів			
Без добрив (контроль)	90,5	13,7	5,61	139	1,95
Ризоторфін+ N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	94,9	17,6	6,04	145	2,48
Ризоторфін+ N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	95,4	17,9	6,82	150	3,10
НІР ₀₅	4,6	1,2	0,32	7,4	0,23

Джерело: авторські дослідження.

Також азотні добрива позитивно вплинули на загальний показник врожайності, який перевищив контроль на 0,51 т/га та 1,12 т/га для норм N₃₀ та N₆₀ відповідно.

5. Економічна ефективність вирощування сої залежно від доз азотних добрив

Варіант досліджу	Показники					
	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Виробничі затрати, грн./га	Собівартість 1 ц, грн.	Чистий дохід, грн./га	Рівень рентабельності, %
Без добрив (контроль)	1,95	16235	7482,8	391,8	8752,2	117,0
Ризоторфін+ N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	2,46	19380	8421,7	369,3	10958,3	130,1
Ризоторфін+ N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,07	20910	8892,1	361,5	12017,9	135,2

Джерело: авторські дослідження.

Відомості таблиці 5 показують, що вирощування сої є економічно вигідним.

Навіть коли врожайність була мінімальною, яка спостерігалася нами на контролі, незважаючи на високу закупівельну ціну спостерігається високий рівень рентабельності (117,0 %).

Так, застосування добрив хоч і призводить до збільшення показника виробничих затрат, що пов'язано з витратами на їхнє придбання, однак приріст врожайності від їхнього застосування в повній мірі покриває витрати на їхнє придбання.

Таким чином, поєднання в системі удобрення фосфорно-калійних та азотних добрив необхідно для реалізації повного потенціалу культури.

Вирішальним фактором що діє на реалізацію повноцінного генетичного потенціалу продуктивності сої є використання азотних добрив, це також скорочує затрати вологи на формування одиниці врожаю. Внесення азотних добрив (N_{60}) на сталому фоні (Ризоторфін+ $P_{60}K_{60}$) дозволяє зменшити на 34–39 % витрати вологи на формування одиниці врожаю порівняно з варіантом без добрив.

З економічної точки зору, найбільш вигідними в наших дослідженнях виявились варіанти з внесенням азотних добрив в дозі N_{60} , який забезпечив найвищий рівень рентабельності, за рахунок збільшення продуктивності рослин сої.

2.5. Шкідлива ентомофауна лікарських рослин родини Глухокропивові (*Lamiaceae*)

*Поспєлов С. В., Нечипоренко Н. І., Поспєлова Г. Д., Коваленко Н. П.
Полтавська державна аграрна академія*

Україна наразі залишається країною із високим природним потенціалом лікарських рослин, про що свідчить виробництво понад 45 % сортименту лікарських засобів із власних ресурсів. Крім того, вітчизняна лікарська рослинна сировина має необмежений попит на зовнішньому ринку, що робить цей напрямок господарювання досить привабливим для бізнесу [162]. Зважаючи на це, у 2020 році в Україні площа під лікарськими культурами зросла на 62,6 % і досягла 6,8 тис. га [163]. Розвиток лікарського рослинництва змушує виробників приділяти все більше уваги відповідності своєї продукції критеріям належної виробничої практики (GMP), а також європейським документам з керівних принципів належної практики культивування та збирання лікарської сировини (GACP), що вимагає впровадження екологічно обґрунтованих технологій при вирощуванні лікарських культур. Варто

¹⁶² Бабич А. О. Кормові і лікарські рослини в ХХ–ХХІ століттях. Київ : «Аграрна наука», 1996. 822 с.

¹⁶³ Державна служба статистики України. У 2020 році в Україні зросли площі під лікарськими культурами.
URL : <http://agro-business.com.ua/agrobusiness/item/19053-v-ukraini-zrosly-posivy-likarskykh-roslyn.html>.

зауважити, що попит на лікарську рослинну сировину виробничники задовольняють лише на 20–45 %, що свідчить про перспективність розширення ринку. Серед факторів, що підвищують ризики, слід особливо відокремити пошкодження шкідниками. За оцінками спеціалістів, до 20 % урожаю втрачається внаслідок їх негативного впливу. Сумарним наслідком такого впливу є не тільки недобір фізичної маси отриманої рослинницької продукції, але й безумовне погіршення її якості і зниження вмісту в ній фармакологічно-активних речовин [164].

Відомо, що ентомофауна на плантаціях лікарських рослин родини Глухокропиви (*Lamiaceae*) складається як із поліфагів та олігофагів, характерних для навколишніх біоценозів і агроценозів, так і монофагів, пристосованих до живлення саме на рослинах цієї родини [165]. Так, наприклад, близько 50 видів фітофагів здатні пошкоджувати м'яту перцеву, шоломницю байкальську, мелісу лікарську, шавлію лікарську [166, 167, 168].

Метою наших досліджень було уточнення видового складу шкідливої ентомофауни посівів лікарських рослин родини Глухокропиви і вивчення рівня стійкості їх сортів і видів до домінуючих фітофагів.

Дослідження виконувались упродовж 2017–2020 рр. в умовах ботанічного саду Національного педагогічного університету ім. В. Г. Короленко на стаціонарних дослідних ділянках лікарських культур на чорноземі типовому середньо гумусованому вилуженому, який за фізичними властивостями відноситься до групи найбільш сприятливих ґрунтів для вирощування польових культур. Погодні умови за роки досліджень були неоднорідними, спостерігалися суттєві коливання температури і вологості як за роками, так і за фазами розвитку культур.

З метою вивчення видового складу і динаміки чисельності шкідників проводилися обліки щодавно за загальноприйнятими методиками [169, 170].

¹⁶⁴ Горошко В. В., Губаньов О. В., Сірик О. М. Ефективність застосування біологічних препаратів на культурах *Salvia officinalis* L., *Galega officinalis* L., *Mentha piperita* L. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій : матер. 2-ї міжнарод. наук.-практ. інтернет-конференції. Полтава : ПДАА, 2013. С. 39–42.

¹⁶⁵ Тимофеева В., Линник Л., Головченко Л. Болезни и вредители лекарственных растений. *Наука и инновации*. 2015. Т. 8. № 15. С. 57–63.

¹⁶⁶ Ковальова А. О. Шкідники лікарських рослин родини губоцвітих в північному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17 (1). С. 429–432. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2013_17%281%29__104.

¹⁶⁷ Дашченко А. В., Бондарева Л. М. Захист лікарських рослин від комплексу шкідливих організмів. *MODERN DIRECTIONS OF THEORETICAL AND APPLIED RESEARCHES*. 2014. URL : <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2014>.

¹⁶⁸ Тимофеева В., Линник Л., Головченко Л. Болезни и вредители лекарственных растений. *Наука и инновации*. 2015. Т. 8. № 15. С. 57–63.

¹⁶⁹ Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С., Підоплічко В. Н., Каленич Ф. С., Петруха О. Й., Антонюк С. І., Пожар З. А., Тищенко Є. І., Григоренко В. Г., Коваль М. К., Черненко О. О. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ : Урожай, 1986. 293 с.

Оцінку сортів на стійкість до фітофагів, що пошкоджують надземні органи рослин, проводили на природному фоні заселення. Брався до уваги рівень пошкодження 25-ти рослин у двох повтореннях (всього – не менше 50 рослин). Для об'єктивного визначення ступеня пошкодження використовували уніфіковану шкалу (табл. 1).

1. Уніфікована шкала оцінки стійкості лікарських рослин родини Глухокропиви (*Lamiaceae*) до пошкоджень фітофагами надземних органів рослин

Пошкодженість				Стійкість		
бал за		листової поверхні, %	ступінь	бал за		ступінь
6-ти бальною шкалою	10-ти бальною шкалою			6-ти бальною шкалою	10-ти бальною шкалою	
0	0	0–3	не пошкоджені	5	9	високо стійкий
1	1	4–10	помітно пошкоджені	4	8	високо стійкий
2	2–3	11–25	слабо пошкоджені	3	6–7	стійкий
3	4–5	26–50	середньо пошкоджені	2	4–5	середньо стійкий
4	6–9	51–75	сильно пошкоджені	1	2–3	слабо стійкий
5	8–9	75	дуже сильно пошкоджені	0	0–1	нестійкий

Джерело: дані [171].

При обліку дрібних комах (попелиць, трипсів) і кліщів була застосована 3-х бальна шкала, яка дозволяє виявити ступінь заселення поверхні рослин фітофагами.

В роки досліджень на плантаціях лікарських рослин родини Глухокропиви (*Lamiaceae*) шкодочинність фітофагів реєструвалася протягом усього вегетаційного періоду; були виявлені 18 видів фітофагів, до числа яких належать як кліщі, так і представники широкого систематичного кола класу *Insecta* (табл. 1).

Багатоїдні види комах систематично заселяли тестовані види лікарських культур, але з різною інтенсивністю.

¹⁷⁰ Догадина М. А., Тухтаев Е. А. Видовой состав вредителей лекарственных культур в условиях Центрально-чернозёмного района (на примере Орловской области). *Вестник аграрной науки*. 2019. 3 (78). С. 9–16. URL : <http://dx.doi.org/10.15217/48484>.

¹⁷¹ Чумак В. А., Жалнина Л. С., Петров А. С. Методические указания по оценке сортовой и селекционного материала эфиромаслянических культур на устойчивость к болезням и вредителям. Москва : ВАСХНИЛ, 1980. 22 с.

2. Рівень пошкодження лікарських рослин родини Глухокропивові (середнє за роки досліджень)

Шкідник	Пошкоджено рослин, %			
	меліси лікарської (<i>Melissa officinalis</i>)	шоломниці байкальської (<i>Scutellaria baicalensis</i>)	шавлії лікарської (<i>Salvia officinalis</i>)	м'яти перцевої (<i>Mentha piperita</i>)
Павутинний кліщ	30	-	10	25–50
Цикада строката	100	-	100	10
Цикада жовтувата	10	5	100	50
Попелиця м'ятна	40	-	-	100
Клоп трав'яний	1	15	100	10
Клоп ягідний	10	10	100	10
Клоп люцерновий	-	10	поодинокі	-
Травневий хрущ	-	5	5	5
Піщаний мідляк	2	-	10	10
Сірий буряковий довгоносик	5	-	-	5
М'ятний листоїд	10	-	-	15
М'ятна блішка	100	-	-	20
Зелена щитоніска	100	5	5	40
Совка С-чорне	100	-	-	10
Шавлієва совка	-	-	30	10
Озима совка	-	15	20	-
Совка-гама	10	10	10	100
Лучний метелик	10	-	2	2

Джерело: авторська розробка.

Результати досліджень свідчать про домінування в період спостережень фітофагів з колюче-сисним ротовим апаратом. Для трав'яного (*Lydus rugulipennis* Poppr.) і ягідного (*Dolycoris baccarum* L.) клопів найбільш привабливими виявилися рослини шавлії лікарської, пошкодження яких сягало 100 %. Інші види родини Глухокропивові були пошкоджені тими ж видами фітофагів на рівні 10 %. Аналогічний ступінь пошкодження зафіксовано на шоломниці байкальській люцерновим клопом (*Adelphocoris lineolatus* Goeze.). Заселення і пошкодження м'ятною попелицею (*Aphis menthae* Walk) реєструвалося на рослинах м'яти перцевої (100 %) і меліси лікарської (40 %). Жовтувата цикадка (*Empoasca flavescens* F.) жила на усіх тестованих видах, віддаючи перевагу рослинам шавлії лікарської (100 %) і м'яти перцевої (50 %). Заселення павутинним кліщем (*Tetranychus urticae* Koch.) уникнула лише шоломниця байкальська, тоді як рослини м'яти

були пошкоджені представниками цього виду членистоногих на рівні 25–50 %, меліси – 30 %, а шавлії – 10 %. Таким чином, можна говорити про більшу привабливість для сисних шкідників рослин м'яти й меліси лікарської, на яких зафіксовані усі названі види фітофагів. Виняток становила шавлія лікарська, яка не була заселена попелицею м'ятною, але характеризувалася масовим характером пошкодження (до 100 % рослин) зареєстрованими на ній видами комах-фітофагів.

Відмічена також висока активність щодо заселення й пошкодження лікарських культур лускокрилими шкідниками. Найвищу шкодоспроможність виявила совка-гама (*Autographa gamma* L.), личинки якої пошкодили 100 % рослин м'яти перцевої і по 10 % – усіх інших видів глухокропивових. Звертає на себе увагу тотальне заселення й пошкодження рослин меліси лікарської (на рівні 100 %) личинками совки С-чорне (*Amathes C-nigrum* L.), тоді як на рослинах шоломниці байкальської і шавлії лікарської шкодочинність цього виду не відмічена, а ступінь пошкодження рослин м'яти перцевої не перевищила 10 %. Серед багатоїдних лускокрилих фітофагів необхідно також згадати лучного метелика (*Pyrausta sticticalis* L.), пошкодження яким в роки досліджень не перевищило 10 % рослин меліси лікарської, а також по 2 % рослин шавлії лікарської і м'яти перцевої. В той же час, пошкодження личинками спеціалізованого виду – шавлієвої совки (*Heliothis peltigera* Denis & Schiffermuller) – зареєстровані тільки на рослинах шавлії лікарської (30 %) і м'яти перцевої (10 %).

Спеціалізовані жорсткокрилі фітофаги також заселяли види родини Глухокропивові досить вибірково, віддаючи перевагу рослинам меліси лікарської і м'яти перцевої. Так, найбільш суттєвих пошкоджень (до 100 %) завдали м'ятна блішка (*Longitarsus lycopi* Foudr.) й зелена щитоноска (*Cassida viridis* L.) рослинами меліси, пошкодивши при цьому відповідно 20 % і 40 % рослин м'яти. Крім того, виявлені також результати живлення зеленої щитоноски на 5 % рослин шоломниці байкальської і шавлії лікарської. М'ятний листоїд (*Chrysolina herbacea* Duft.) виявив певну вибірковість до умов живлення, пошкодивши 15 % рослин м'яти і 10 % рослин меліси.

Крім названих фітофагів, було відмічено незначне пошкодження лікарських культур родини Глухокропивові травневим хрущем (*Melolontha melolontha* L.), піщаним мідляком (*Opatrum sabulosum* L.) та сірим буряковим довгоносом (*Tanymecus palliatus* F.).

Таким чином, представлені результати, на нашу думку, доводять, що ентомофауна на плантаціях лікарських культур родини

Глухокропівові формується в основному за рахунок багатоклітинних видів членистоногих, які характерні для оточуючих агроценозів, а також спеціалізованих видів, пов'язаних зі спорідненими культурами.

Серед спеціалізованих фітофагів заслуговують на увагу м'ятна блішка, м'ятні листоїди, зелена щитовка і м'ятна попелиця.

М'ятна блішка (*Longitarsus lycopi* Foudr.) заселяє м'яту й мелісу переважно на початку квітня і розвивається в двох поколіннях. Особливої шкоди завдає перехідним посівам у фазу відростання. Жуки вигризають у листках отвори діаметром 2–3 мм. При сильному пошкодженні листки жовтіють, з часом буріють і відмирають. Пошкоджені рослини відстають у рості. Шкідник на посівах зустрічається щорічно, але особливо небезпечним стає в роки з посушливим весняним періодом [172].

Починаючи з травня на рослинах родини Глухокропівові живиться м'ятний листоїд (*Chrysomela menthastri* Suffr.), об'їдаючи краї листків і виїдаючи в них отвори. В зоні досліджень цей вид формує неповних два покоління. В окремі роки фітофаг може спричинювати втрати врожаю лікарської сировини на рівні 5–15 %, що супроводжується зниженням вмісту ефірної олії [172].

З початком відростання рослин родини Глухокропівові відзначалося їх пошкодження зеленою щитовкою (*Cassida viridis* L.). Найбільш шкодочинними є личинки, які інтенсивно живляться на листках, вигризаючи у молодих листках овальні отвори, інколи залишаючи тільки жилки – скелетує їх. На посівах лікарських культур вони шкодять протягом усього вегетаційного періоду, розвиваючись у 2–3 поколіннях, але найбільш шкодочинним є перше покоління, оскільки заселяє і пошкоджує молоді рослини [172].

Серед шкідників із колюче-сисним ротовим апаратом найбільш небезпечною є м'ятна попелиця (*Aphis menthae* Walk). Представники цього виду живуть колоніями на нижньому боці листка й живляться соком рослин. Пошкоджені рослини деформуються, листя закручується, припиняються ростові процеси, що спричиняє втрати до 50 % врожаю. Заселення плантацій лікарських рослин м'ятною попелицею відбувається в травні. Протягом вегетації розвивають як безкрилі, так і крилаті покоління, що сприяє інтенсивному розселенню попелиць по плантації. У вересні формується статеве покоління, яке відкладає зимуючі яйця [172].

¹⁷² Васина А. Н., Граменицкая-Товстолес Т. А., Сванидзе Н. В., Шалагина А. И. Вредители и болезни лекарственных культур. Москва : Сельхозгиз, 1960. 291 с.

Шкодочинною фазою розвитку шавліїної совки (*Heliothis peltigera* Hjn.) є гусінь, яка пошкоджує листки й бутони шавлії та м'яти. Це призводить до зниження продуктивності лікарських рослин і погіршення якості сировини.

Як було зазначено вище, домінуючими видами фітофагів на рослинах шоломниці байкальської у роки досліджень виявилися клопи, личинки листогризух та підгризаючих лускокрилих (табл. 3). Отримані дані співпадають із результатами спостережень, проведених співробітниками дослідної станції лікарських рослин Інституту агроекології і прородокористування НААУ (с. Березоточа Лубенського району) [173].

3. Результати ентомологічної оцінки шоломниці байкальської (за роками досліджень)

Роки	Комплекс клопів		Совка гама		Озима совка	
	пошкоджено рослин, %	екз./м.л.*	пошкоджено рослин, %	екз./м.л.	пошкоджено рослин, %	екз./м.л.
2018	20	1	5	0	15	2
2019	30	2	15	1	10	1
2020	55	6	25	3	15	3
середнє	35	3	15	1	13	2

Примітка: м.л.* – метр лінійний.

Джерело: авторська розробка.

Чисельність названих шкідників і ступінь пошкодження ними рослин шоломниці значною мірою варіювали по роках, що обумовлено впливом умов середовища як на самого фітофага, так і на стан рослини-живителя. Щільність клопів зростає від 1 особини на один метр лінійний (м.л.) у 2018 р. до 6 особин – у 2020 р., при середній чисельності за роки досліджень – 3 особини на 1 м.л. Зростання чисельності клопів та інтенсивності їх живлення на рослинах шоломниці у 2020 р. відповідно призвело до збільшення кількості пошкоджених рослин до 55 %, що на 25 % вище за показник 2019 р. і на 35 % – за показник 2018 року.

Спостерігалось наростання чисельності популяцій совок, як озимої, так і совки-гами. Рівень пошкодженості гусеницями підгризаючих совок (озима совка) протягом 2018–2020 рр. коливався в межах 10–15 %; їх щільність найвищою виявилася у 2020 році і становила 3 особини на один метр лінійний. Аналогічна динаміка популяції була характерною і

¹⁷³ Ганькович Н. М., Горошко В. В., Колосович Н. Р. Розробка заходів боротьби з шкідниками та хворобами культивованої шоломниці байкальської. Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень : матеріали Міжнар. наук. конф., присв. 90-річчю Дослідної станції лікарських рослин УААН (12–14 липня 2006 р., Березоточа). Київ, 2006. С. 183–186.

для совки-гами, личинки якої пошкоджують надземні органи рослин. В умовах 2020 року щільність цього фітофага становила 3 особини на метр лінійний, що призвело до пошкодження 25 % рослин.

Як було відмічено вище (табл. 2), рослини меліси лікарської пошкоджувалися комплексом багатодних листогризучих лускокрилих комах (совка С-чорне, совка-гама, лучний метелик). За даними таблиці 4 можна прослідкувати зростання загального рівня пошкодження цієї групою фітофагів від 30 % до 75 %. Аналогічні коливання чисельності популяції були характерними також для м'ятної блішки (від 65 % до 85 %), яка пристосована до заселення молодих рослин меліси. Середній показник пошкодження культури цим фітофагом за роки досліджень становить 75 %.

У посадках меліси лікарської також були виявлені цикади: строката і жовтувата, середній рівень пошкодження рослин якими за три роки становив 55 %.

4. Результати ентомологічної оцінки меліси лікарської (за роками досліджень)

Роки	Пошкоджено рослин комахами, %		
	гусеницями листогризучих совок	цикадами	м'ятною блішкою
2018	40	45	65
2019	50	70	75
2020	75	50	85
середнє	55	55	75

Джерело: авторська розробка.

В даному випадку не спостерігається лінійного зростання чисельності популяції і відповідно кількості пошкоджених рослин, оскільки посушливі умови вегетаційного періоду 2020 року призвели до швидкого огрубіння клітин рослин і погіршення умов живлення для цієї групи фітофагів.

Аналіз заселення і пошкодження фітофагами сортів м'яти перцевої (табл. 5) дозволив прослідкувати вибірковість комах щодо харчового субстрату, що може свідчити про певний рівень антиксенотичного чи антибіотичного впливу рослин.

Особливо це стосується комплексу цикадок, пошкодження якими рослин м'яти перцевої варіювало від 10 % у сорту Згадка до 55 % у сорту Лідія. Сорт Мама характеризувався середнім рівнем привабливості для цієї групи фітофагів.

5. Результати ентомологічної оцінки сортів м'яти перцевої (середнє за роки досліджень)

Сорт	Пошкоджено рослин комахами, %		
	цикадами	м'ятним листоїдом	гусеницями листогризучих совок
Згадка	10	5	5
Мама	25	5	5
Лідія	55	5	5

Джерело: авторська розробка.

Отже, за нашими спостереженнями на плантаціях лікарських рослин родини Глухокропівові (*Lamiaceae*) в роки досліджень протягом усього вегетаційного періоду були виявлені 18 видів фітофагів, серед яких заслуговують на увагу вузько спеціалізовані види: м'ятна блішка, м'ятний листоїд, зелена щитоноска і м'ятна попелиця.

Видовий склад фітофагів на рослинах м'яти перцевої (*Mentha piperita* L.) і меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.) характеризувався подібним спектром видів, тоді як шоломниця байкальська (*Scutellaria baicalensis* Georgi) виявилась менш привабливою для домінуючих шкідників. Небезпеку для розвитку шоломниці представляли лише багатоїдні види (клопи і совки). Таким чином, можна припустити наявність антиксенотичної дії рослин шоломниці байкальської відносно інших видів фітофагів, що фіксувалися на плантаціях лікарських культур родини Глухокропівові.

2.6. Еколого-економічні проблеми та пріоритети імплементації стратегії розвитку сонячної енергетики в межах сільських територій

Самойлик Ю. В.

Полтавська державна аграрна академія

Стратегічний напрям розвитку держави в рамках вектору енергетичної незалежності зумовив активізацію наукових та прикладних розробок в галузі альтернативної енергетики. Можна сформулювати кілька причин, що зумовили зміну пріоритетів на користь альтернативної енергетики.

По-перше, різкі зміни клімату все активніше і жорсткіше відображаються на умовах життя та господарювання, природні катаклізми, стихійні лиха, неможливість прогнозування майбутніх

погодно-кліматичних умов насамперед унеможлиблюють ефективне ведення сільського господарства, яке є основною продовольчої безпеки населення Землі. Однією із причин таких різких кліматичних змін є надмірне споживання енергії, отриманої видобувним шляхом, що суттєво підвищує вміст вуглецю в атмосфері.

По-друге, традиційні джерела енергії є вичерпними і їх залишок не зможе забезпечити потреби людства в повній мірі навіть в середньостроковій перспективі.

По-третє, у зв'язку із підвищенням рівня складності видобутку природних енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля) та прогнозами щодо їх вичерпання відбувається їх подорожчання. У той же час, світове падіння цін на нафту у 2020 р. до нульової позначки засвідчило неадекватність очікувань від економічних прогнозів розвитку ринку енергоресурсів, ціни на енергію, отриману від відновлювальних джерел є більш прогнозованими. При цьому, падіння цін на нафту є короткотерміновим, що зумовлено загальною економічною кризою, припиненням активної господарської діяльності у всіх країнах світу внаслідок поширення COVID-19, політичними чинниками.

По-четверте, розвиток технологій, науково-технічний прогрес, винайдення нових матеріалів та зацікавленість різних стейкхолдерів ринку енергоресурсів та технологій зумовила удосконалення процесу альтернативної енергії. В останні роки спостерігається суттєве здешевлення обладнання для створення такої енергії, що виглядало майже нереальним в минулому столітті. Таким чином, подальша робота в даному напрямі сприятиме зниженню собівартості кінцевого продукту.

Актуальність розвитку альтернативної енергетики підкреслюється стратегічним курсом європейських країн щодо поступової відмови від видобувної промисловості. Це насамперед пов'язано із турботою про навколишнє середовище і загрозою вичерпання енергії з невідновних джерел.

Близько 18 країн європейського континенту планує повністю припинити видобуток та спалювання вугілля і знизити таким чином викиди парникових газів. Відмова від вугілля – важливий крок у боротьбі глобальним потеплінням, адже це – найбрудніший вид палива. Німеччина готується відмовитись від споживання вугілля до 2038 року; Великобританія – до 2025 року, Франція – до 2022; Греція – до 2028; Угорщина до 2030 року. Також відмовилися розвивати вугільну галузь Японія, Португалія та Нідерланди... Відмова від вугілля і перехід на відновлювані джерела енергії є загальною тенденцією, спрямованою на збереження екологічно чистого майбутнього для дітей, та частиною

зобов'язань для боротьби зі зміною клімату, які ЄС взяв на себе в рамках «Європейської зеленої угоди» та Паризької угоди 2015 р. Перехід ЄС до кліматично нейтральної економіки пов'язаний не тільки з необхідністю виконання юридичних та політичних зобов'язань, а й зі зміною менталітету європейців та масовими кліматичними страйками молоді. Адже використання викопного палива, зокрема вугілля, пов'язане не тільки з деструктивним впливом на атмосферу, земельні та водні ресурси, флору та фауну, який проявляється в обваленні гірського масиву над очисними виробками, в осушенні водоносних горизонтів, засоленні та забрудненні ґрунтів, ґрунтових і поверхневих вод, але й загрожує здоров'ю громадян [174].

Вугільна промисловість забезпечує наразі у світі близько 40 % від загальної потреби в енергії. При цьому, спостерігається стійка тенденція до скорочення цього відсотку. Лідером щодо скорочення видобутку і використання вугілля є Європейські країни.

У Європі у першому півріччі 2019 р. використання вугілля для виробництва енергії скоротилося на 19 %. У Західній Європі особливо різке падіння було в Ірландії – до 79 %. А у Великобританії вугільні електростанції припинили роботу на два тижні. У 2018 р. закрилося 3 % європейських видобувних потужностей... При цьому в Словенії та Болгарії видобування вугілля навпаки зросло. Багато країн, серед яких Польща, Чехія, Румунія та Греція, залежать від використання бурого вугілля. За планами, ЄС має щороку зменшувати викиди парникових газів на 1,5 %. Тому європейські країни і відмовляються від вугілля. Але турботу про екологію проявляють не всі країни. У країнах Південно-Східної Азії, Японії, Південній Кореї, Індії та особливо у Китаї попит на вугілля зростає. З 2000 р. по 2017 р. у Китаї він виріс з майже 1000 мегатонн вугільного еквіваленту до більш ніж 2500 [175].

Країни Азії, зокрема Китай та Індія, належать до найбільших забруднювачів атмосфери парниковими газами, що суттєво пов'язано із активним розвитком видобувної промисловості. Дані рис. 1 підкреслюють лідируючу позицію Азійського регіону у видобутку вугілля.

¹⁷⁴ Європа відмовляється від споживань. Міністерство енергетики та захисту довкілля. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?jsessionid=11CD9BE0F86E49D758E331257CB5B501.app1?art_id=245437105&cat_id=35109 (дата звернення: 12.05.2020 р.)

¹⁷⁵ Графік дня: яка країна найбільше турбується про екологію та скорочує використання вугілля. URL: <https://businessviews.com.ua/ru/business/id/grafik-dnja-jaka-krajina-najbilshe-turbujetsja-pro-ekologiju-ta-skorochuje-vikoristannja-vugillja-2045> (дата звернення: 12.05.2020 р.)

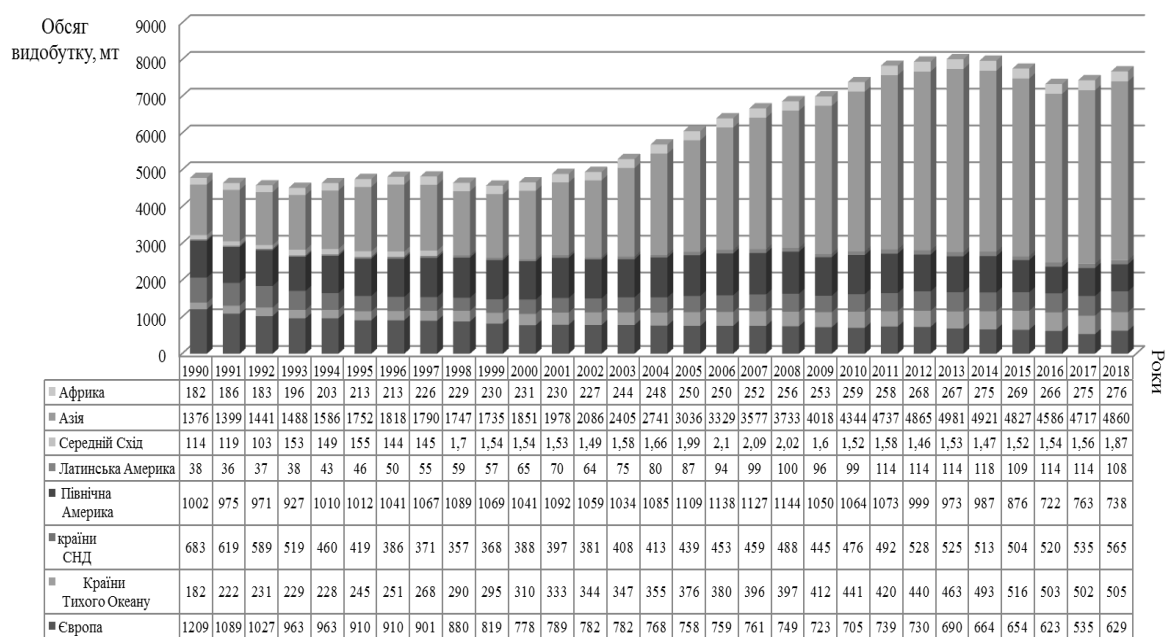


Рис. 1. Обсяги виробництва вугілля за регіонами світу, 1990–2018 рр., Мт

Джерело: узагальнено автором за [176].

Обсяг видобутку цих копалин у 2018 р. в Азії становив 4860 Мт, тоді як в Європі цей показник становив 629 Мт, в країнах СНД – 565 Мт, у Північній Америці – 738 Мт, у країнах тихоокеанського регіону – 505 мт. Наведений графік наочно підкреслює спад видобутку вугілля в європейських країнах. Так, у 1990 р. цей показник становив 1209 Мт, що у два рази більше, ніж у 2018 р. Менш суттєве зменшення видобутку можна простежити в регіоні Північна Америка – найбільшим видобуток вугілля відбувся у 2008 р. – 1144 Мт, найменшим цей показник був у 2018 р. – 738 Мт. Видобуток вугілля в Азії у 2018 р. порівняно із 1990 р. збільшився у 3,5 рази. Також спостерігається збільшення видобутку вугілля в країнах Латинської Америки та Африки відповідно у 2,8 р. та у 1,5 рази. При цьому, питома вага цих регіонів у світовій вугільній промисловості незначна (рис. 2). Протягом 1990–2018 рр. суттєво змінилась світова структура видобутку вугілля. У 1990 р. в Азії видобували 29 % вугілля у світі, 25 % – в Європі.

¹⁷⁶ Global Energy Statistical Yearbook 2019. URL: <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-production-data.html> (дата звернення: 12.05.2020 р.)

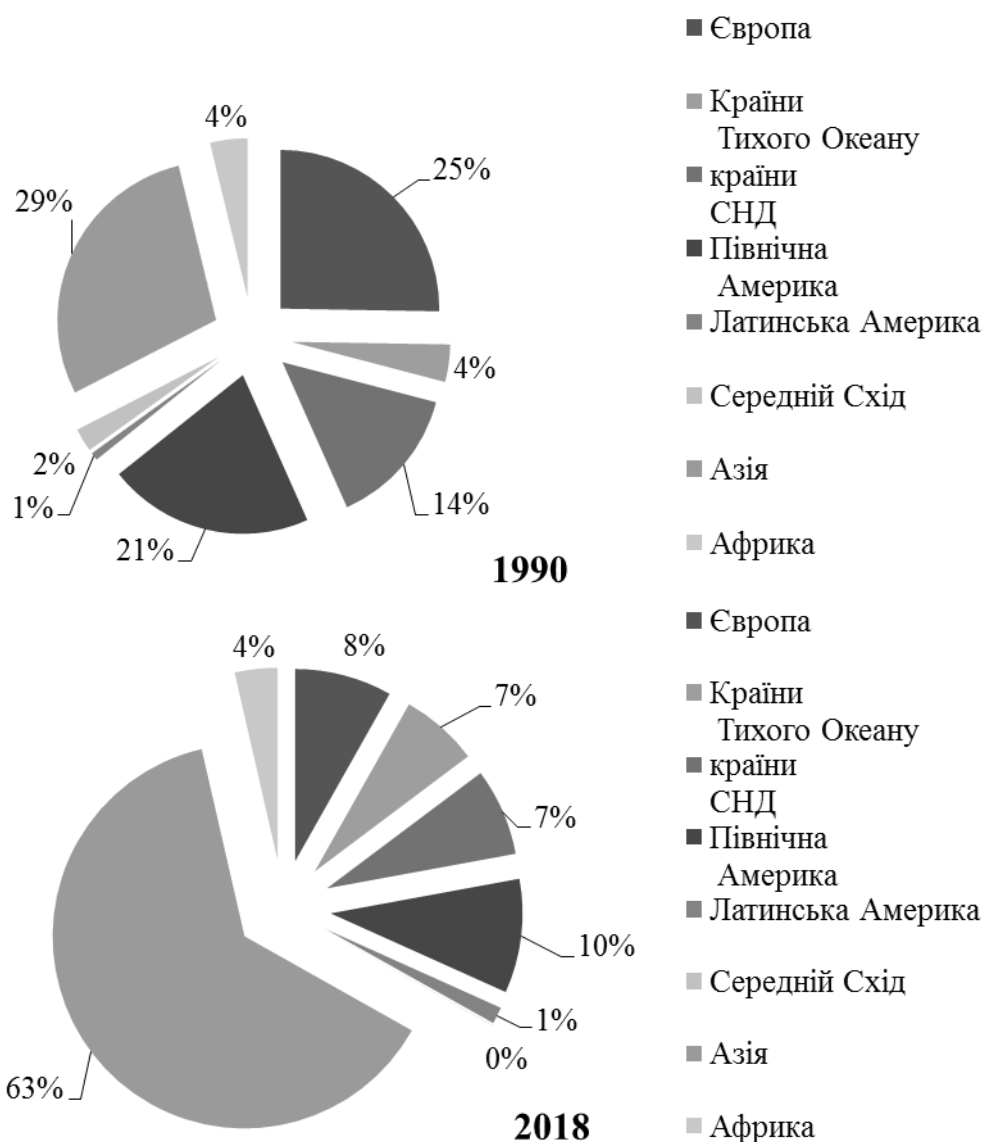


Рис. 2. Структура видобутку вугілля за регіонами світу, 1990, 2018 рр., %

Джерело: узагальнено автором за [177].

У 2018 р. на Азію припадало 63 % світового видобутку вугілля, частка європейських країн скоротилась до 8 %. Частка Північної Америки скоротилась з 21 % до 10 %. Видобуток вугілля в країнах СНД скоротився незначно – з 683 Мт у 1990 р. до 565 Мт у 2018 р., а їх частка у світовому видобутку зменшилась відповідно з 14 % до 7 %. Таке зменшення питомої ваги – вдвічі, пов'язано із загальним збільшенням видобутку вугілля у світі, яке склало у 2018 р. 7683 Мт, що в 1,6 рази більше, ніж у 1990 р. Лідерами за обсягом видобутку, споживання та експортом вугілля у світі є Китай та Індія (рис. 3).

¹⁷⁷ Global Energy Statistical Yearbook 2019. URL: <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-production-data.html> (дата звернення 12.05.2020)

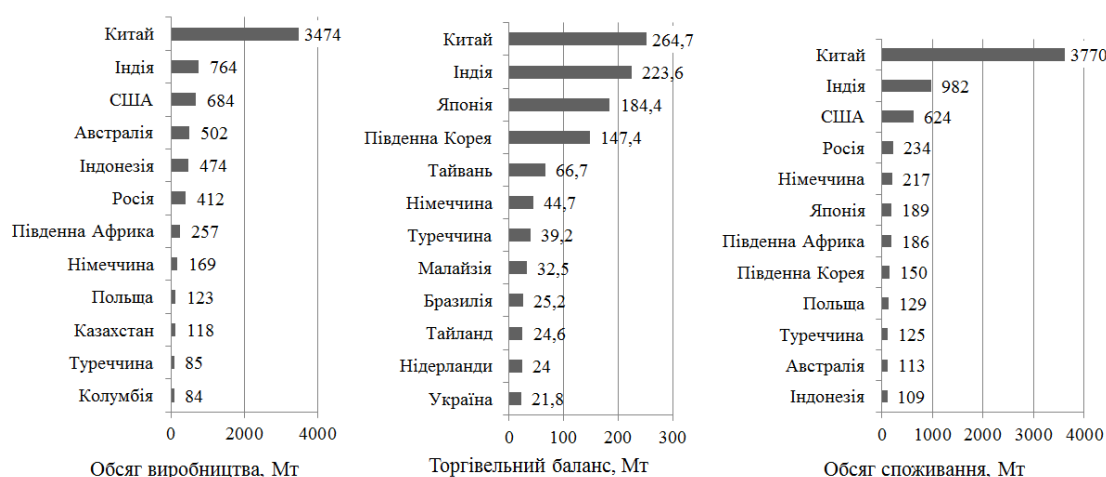


Рис. 3. Рейтинг країн лідерів вугільної промисловості у світі, 2018 р., Мт

Джерело: узагальнено автором за [178].

США займає третю позицію у світі за видобутком та споживанням вугілля – відповідно 684 Мт та 624 Мт, у торгівлі вугіллям ця країна не займає лідируючі позиції. За торгівельним балансом третю позицію займає Японія – 184,4 Мт. У десятку лідерів з виробництва та споживання вугілля входять також Австралія, Індонезія, Росія, Південна Африка, Південна Корея, Польща, Німеччина, Туреччина.

До найбільших експортерів вугілля також належать Південна Корея, Тайвань, Німеччина, Туреччина, Малайзія, Бразилія, Тайланд, Нідерланди та Україна. З одного боку, можливість експорту зумовлена наявністю покладів та можливістю видобутку вугілля. З іншого боку, потреби промисловості країн – провідних експортерів є меншими, порівняно із видобутком цього енергетичного ресурсу.

Україна постала перед питанням відмови від спалювання твердих видів палива, зокрема, вугілля. Під час проведення Всесвітнього економічного форуму у Давосі Президент Міжнародної бізнес ради (Німеччина) Джо Кайзер закликав Україну до переходу на відновлювані джерела енергії та відмови від вугілля вже до 2030 р. заради зменшення викидів, прискорення процесу декарбонізації та збереження здоров'я громадян.

Таким чином, у Міністерстві енергетики та захисту довкілля України було розроблено Концепцію «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 р., яка передбачає повне заміщення вугільної

¹⁷⁸ Global Energy Statistical Yearbook 2019. URL: <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-production-data.html> (дата звернення: 12.05.2020 р.)

генерації та перехід економіки України, яка базується на використанні викопних видах палива – вугілля, нафти, газу, до кліматично нейтральної економіки в довгостроковій перспективі. Основними індикаторами виконання відповідно до Концепції, є [179, 180]:

- енергоефективність, тому що кожний КВт не виробленої енергії є екологічним, а кожна гривня вкладена в енергоефективність повертається через мультиплікатор у 3 грн;

- збільшення частки чистих видів палива до 70 % до 2050 р.;

- зменшення частки видобувних галузей в економіці та відповідно повне заміщення вугільних ТЕС до 2050 р.;

- інтеграція енергетичних ринків України з європейськими.

Відмова від вугільної промисловості на користь відновлювальних джерел енергії має як позитивні, так і негативні наслідки для економіки України. Позитивним насамперед є екологічний аспект. Зокрема, сонячна та вітрова енергії є природними, при цьому, видобуток та її використання не потребують агресивного впливу на навколишнє середовище. Разом з тим, скорочення видобутку вугілля в Україні має негативні соціально-економічні наслідки:

- подорожчання енергоносіїв, оскільки отримання енергії з альтернативних джерел є дорогим, а також затратним у зв'язку із розробленою державою системою стимулювання розвитку альтернативної енергетики (насамперед мова йде про «зелений тариф»);

- альтернативна енергетика не зможе в повній мірі забезпечити потреби України в енергетичних ресурсах, тому повна відмова від вугільної промисловості недоцільна та неможлива;

- у видобутку вугілля задіяні цілі регіони, тому скорочення даної галузі потребує реконверсії регіонів;

- скорочення вугільної галузі зумовить масове безробіття серед вузькоспеціалізованих кваліфікованих працівників, які потребуватимуть нових робочих місць та перепрофілювання;

- реструктуризація вугільних підприємств потребує створення та залучення енергоефективних розробок і технологій, які матимуть економічний та екологічний ефект.

Таким чином, у даний час в Україні все більше уваги приділяється економії енергетичних ресурсів, забезпеченню енергоефективності,

¹⁷⁹ Європа відмовляється від споживань. Міністерство енергетики та захисту довкілля. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?jsessionid=11CD9BE0F86E49D758E331257CB5B501.app1?art_id=245437105&cat_id=35109 (дата звернення: 12.05.2020 р.).

¹⁸⁰ Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. URL: <https://menr.gov.ua/news/34424.html> (дата звернення: 12.05.2020 р.)

переходу на використання екологічних, відновних джерел енергії. Видобуток енергії з альтернативних джерел стає все популярнішим. Одним із таких перспективних напрямів є використання сонячної енергії шляхом встановлення сонячних батарей.

Сьогодні близько 7 млн будинків у світі обладнано сонячними батареями. Сонячна енергія широко використовується для виробництва електроенергії, яка передається в енергосистему, а також для децентралізованого електропостачання окремих населених пунктів, фермерських господарств, островів, морських і космічних станцій. В Україні існують достатньо сприятливі умови для використання сонячної енергії. Річний технічно досяжний енергетичний потенціал сонячної енергії в Україні еквівалентний 6 млн т у. п., його використання дозволило б замінити близько 5 млрд м³ природного газу.

У 2018 р. спостерігається суттєве зростання обсягів виробництва сонячної та вітрової енергії, а також їх частки в загальному виробництві електричної енергії (рис. 4).

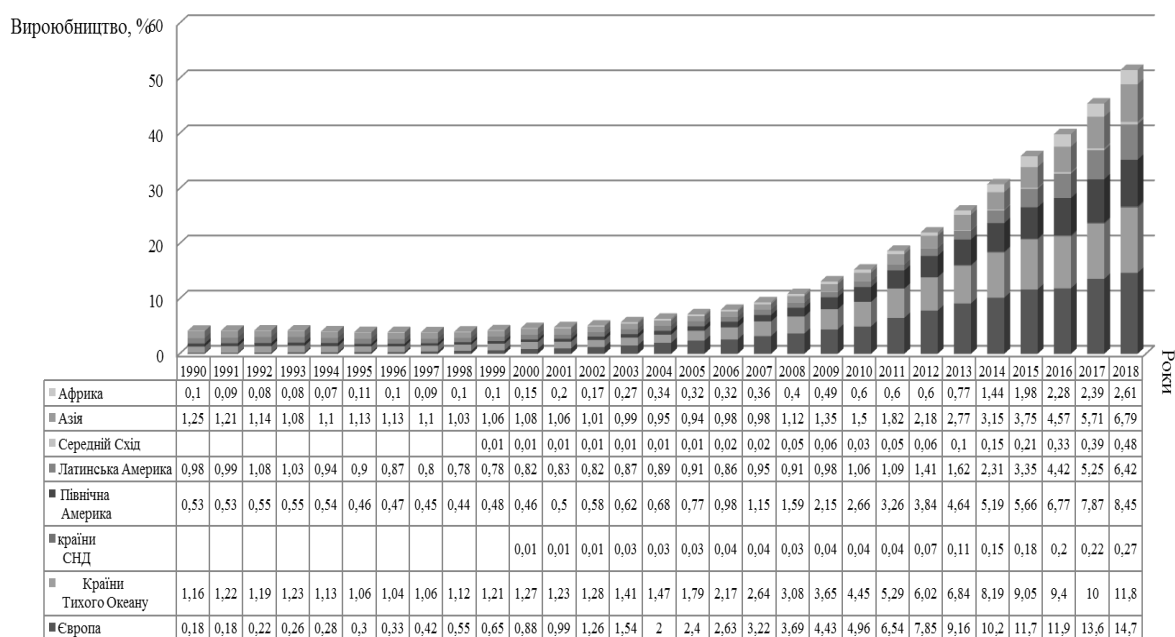


Рис. 4. Динаміка часток виробництва сонячної та вітрової енергії у загальному виробництві електроенергії у світі, 2018 р., %

Джерело: узагальнено автором за [181].

Найбільшу частку сонячна та вітрова енергії в структурі виробництва електроенергії займає в Європейських країнах – 14,7 % у 2018 р., тоді як у 1990 р. цей показник становив лише 0,18 %. На

¹⁸¹ Global Energy Statistical Yearbook 2019. URL: <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-production-data.html> (дата звернення: 12.05.2020 р.).

другому місці знаходиться тихоокеанський регіон – 11,8 % у 2018 р. У країнах СНД сонячну та вітрову енергію почали виробляти з 2000 р. і наразі частка даної складової в цих країнах становить лише 0,27 %.

Сонце є невичерпним джерелом енергії, при цьому, одним з найголовніших переваг сонячних батарей є їх екологічна чистота. Однак, існує думка, що деякі технологічні процеси при виготовленні сонячних панелей супроводжуються незначними викидом парникових газів (трифториду азоту та гексафториду сірки), тому це не дозволяє назвати даний вид енергії на 100 % чистою. Для перетворення сонячної енергії в електричну не потрібні традиційні джерела енергії. Це істотно знижує рівень шкідливих викидів в атмосферу і не призводить до серйозних забруднень навколишнього середовища.

Перевагами сонячної енергетики є: заміна імпортованих енергоресурсів на місцеві, що підвищує рівень енергетичної незалежності; виконання зобов'язань та планів зі зменшення викидів парникових газів та забруднювачів перед суспільством та міжнародними організаціями; створення нових робочих місць: продаж, монтаж, сервіс сонячних станцій, який вимагає наявності спеціалізованих місцевих підприємств.

Незважаючи на те, що ціни на сонячні батареї в Україні та Європі суттєво не відрізняються, у країнах ЄС їх популярність зростає з кожним роком. Експерти кажуть, що ситуація зумовлена тим, що за кордоном забезпеченням видобутку енергії з альтернативних джерел займається держава. Крім того, більшість країн світу створюють привабливі умови для інвесторів та простих громадян. Найпопулярніший інструмент – це «зелений» тариф, він діє також і в Україні. Це гарантований тариф, за яким виробники сонячної енергії продають її державі. Такі умови зменшують період окупності сонячних станцій та забезпечують заробіток у майбутньому. Однак відшкодування за «зеленим тарифом» та механізм його дії в Україні стали резонансними.

У 2020 р. Українська енергетика входить у період кризи, яку частина експертів вважає наймасштабнішою від початку незалежності. Серед її причин називають, зокрема, зменшення споживання електроенергії через економічне падіння та карантин, а також стрімке зростання сонячної та вітрової генерації, що держава проголошувала однією зі своїх стратегічних цілей, але до чого виявилася неготова. Атомна енергетика, яка є основою галузі та джерелом прибутку для держави, нині несе збитки, вимушена зменшувати потужність своїх

енергоблоків, а то й зупиняти їх [182].

Світова пандемія конорнавірусу лише підсилила економічні, соціальні та енергетичні проблеми в Україні. На початку карантину в Україні, так само, як і у всьому світі, різко знизилось споживання енергії, зокрема електричної. Так, за офіційними даними, споживання електроенергії у квітні порівняно з березнем 2020 р. підприємствами та населенням зменшилось на 11 %.

За даними НАЕК «Енергоатом» 29 травня 2020 р. на атомних станціях України в роботі 10 з 15 енергоблоків. Наявна генеруюча потужність НАЕК «Енергоатом» – 9470 МВт, поточна потужність становить 6610 МВт. 28 травня 2020 р. енергоблоки АЕС України виробили 160,08 млн кВт·г. Через балансові обмеження за 29 травня 2020 р. атомні станції України недовиробили 68,64 млн кВт г електроенергії. З початку травня виробництво склало 4 987,34 млн кВт г. Через балансові обмеження АЕС з початку травня недовиробили 1 205,3 млн кВт г. З початку 2020 р. – 33940,2 млн кВт г. Через балансові обмеження АЕС з початку року недовиробили 2538,4 млн. кВт г [183].

Суттєвий надлишок електроенергії разом з кризовими явищами в енергетиці та економіці суттєво змінили та продовжують змінювати баланс на ринку електроенергії. Розвиток сонячної енергетики є перспективним та водночас загрозливим для традиційної енергетики. Тому має бути утриманий економічний, енергетичний, екологічний баланс та забезпечена диверсифікація виробництва та споживання енергії з якнайвищою ефективністю.

Розвиток сонячної енергетики є перспективним в межах сільських територій з огляду на низку причин. По-перше, сільське господарство, яке є основою розвитку сільських територій, з одного боку, є одним із найбільших споживачів енергії, а з іншого боку, одним із найбільших забруднювачів навколишнього середовища. Тому використання сонячної енергії зможе забезпечити енергетичні потреби та зменшити негативний вплив на екологію. По-друге, сільські території є зручними для розташування сонячних електростанцій, які гармонійно сприятимуть просторовому розвитку регіонів. По-третє, розвиток сонячної енергетики може бути підсиленим іншими спорідненими галузями альтернативної енергетики, які ефективно можуть розвиватись в межах сільських територій, зокрема це використання відходів сільського

¹⁸² «Атомний вузол»: в Україні розгортається найбільша енергетична криза від початку незалежності – експерти. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/30599869.html> (дата звернення: 29.05.2020 р.).

¹⁸³ 28 травня атомні станції України недовиробили 68,64 млн кВт·г електроенергії. Офіційний сайт НАЕК «Енергоатом» URL: <http://www.atom.gov.ua/ua> (дата звернення: 29.05.2020 р.).

господарства, виробництво альтернативного палива, тощо. По-четверте, розвиток альтернативної енергетики на селі забезпечить соціальний ефект, а саме, створення робочих місць, посилення мотивації до енергоощадження та енергозбереження, стимулювання інноваційної діяльності в напрямі удосконалення виробничих технологій, проведення енергетичного аудиту з метою зменшення енергетичних втрат, розроблення нових технологій щодо виробництва та використання сонячної енергії. По-п'яте, реалізація масштабних енергетичних проектів потребує кооперації праці, що має важливе соціальне значення – згуртування людей для вирішення проблем і завдань, набуття навиків працювати в команді, посилення почуття довіри та взаємопідтримки.

Таким чином, альтернативна енергетика, зокрема сонячна, є перспективним напрямком як з економічної, так і екологічної точок зору. Разом з тим, для забезпечення максимального ефекту від подальшого розвитку даної сфери необхідне збалансування усіх складових енергетичної системи, що забезпечить диверсифікацію ризиків, ефективний стратегічний розвиток, енергетичну незалежність та покращення стану екології, а отже і якості життя.

2.7. Вплив глобального потепління на вирощування пшениці м'якої озимої

*Тищенко В. М., Кобилинська О. М., Кобилинський І. В.,
Макаова Б. Є., Кукіш М. А.
Полтавська державна аграрна академія*

Найбільш стародавньою культурою вважають пшеницю. Із часів зародження цивілізації пшеницю вважають символом здоров'я та процвітання в усьому світі. На сьогоднішній день посіви пшениці займають великі площі. Вона входить до трійки основних продовольчих культур разом із рисом та кукурудзою. Її зерна були знайдені вченими у пірамідах, що були побудовані за 3 тисячі років до нашої ери. З кожним тисячоліттям людина змінювала пшениці, відповідно до своїх потреб і нею було виведено нові сорти [184].

Основним призначенням є задоволення потреб людей високоякісними продуктами харчування. Пшеничне зерно є багатим на білки (13–15 %, залежно від сорту), також у ньому міститься

¹⁸⁴ Ремесло В. М., Сайко В. Ф. Сортова агротехніка пшениці. Київ : Урожай, 1975. 176 с.

велика кількість вуглеводів, вітамінів та провітамінів.

Озима пшениця:

- належить до холодостійких культур;
- потребує багато вологи протягом усієї вегетації;
- рослина довгого світлового дня;
- коренева система краще розвивається на пухких ґрунтах [185].

Основними якісними параметрами пшениці озимої, поряд з потенціалом урожайності та позитивними господарсько-корисними ознаками, повинні бути рівень зимостійкості з повною інформацією про фотоперіодичну чутливість і тривалість періоду яровизації, як основних складових ознак зимостійкості [186].

Оптимальні строки сівби пшениці озимої визначаються, перш за все для забезпечення перезимівлі рослин, який становить в умовах Лісостепу правобережного до 140 діб. До періоду припинення осінньої вегетації рослини пшениці озимої повинні пройти стадію яровизації, яка проходить від 30 днів до 70 днів, залежно від регіону. Стадію яровизації пшениця озима проходить у стані наклюнутого насіння, проростків та рослин за температури повітря $+5-8^{\circ}\text{C}$. Проте є дані, що стадію яровизації вона може проходити в діапазоні температур від $-6-8^{\circ}$ до $+16-18^{\circ}\text{C}$ [187].

У зв'язку із підвищенням середньорічної температури і зменшенням кількості опадів постає завдання як для науковців, так і для спеціалістів АПК у розробці ефективних еколого-безпечних заходів підвищення урожайності та суттєвого поліпшення якості зерна пшениці озимої.

У всіх зонах країни поширені зайняті пари, проте сьогодні багато господарств звертають увагу на чорний пар.

Науковці підкреслюють, що поля, де залишають під чистий пар, поліпшуються за фізичними та хімічними властивостями ґрунту, посилюються мікробіологічні й біологічні процеси, інтенсивно розкладаються токсичні речовини. Чорний пар – ефективний засіб очищення ґрунту від бур'янів, поліпшення його фітосанітарного стану [188].

Як попередник він забезпечує дружні сходи пшениці, які не тільки краще перезимовують і протидіяти несприятливим умовам під час відновлення вегетації, але й менше пошкоджуються шкідниками і вражаються хворобами.

¹⁸⁵ Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

¹⁸⁶ Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення / А. В. Черенков, М. С. Шевченко та ін. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2009. № 37. С. 8–12.

¹⁸⁷ Рост и развитие растений / В. И. Бондаренко, Н. А. Федорова, Е. М. Лебедев, А. Д. Артюхов. Київ : «Урожай», 1977. С. 7–25.

¹⁸⁸ Клімат України ; за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. С. 174–179.

Позитивний вплив чорного пару полягає в тому, що він забезпечує дружнє проростання насіння культурних рослин.

Відповідно набулий фактор зміни клімату потребує перегляду та визначення оптимальних строків сівби та встановлення біологічно придатних попередників для створення оптимальних агроекологічних умов та ефективного використання генетичного потенціалу сортів і зменшення енерговитрат на виробництво високоякісного продовольчого зерна пшениці озимої.

У порівнянні із більшістю сільськогосподарських культур пшениця найбільш чутлива до несприятливих погодніх умов, що зумовлено розмаїттям її територіальних географічних походжень та адаптацією до холодостійкості. У всьому світі зміна кліматичних зон призводить до постійних високих коливань та збільшує вірогідність впливу несприятливих погодніх умов, наприклад періоду посухи та злив [189].

Зміна клімату відбувається упродовж всього існування Землі, однак ніколи не була такою стрімкими, як за останні 30 років. Достовірно встановлено, що температура повітря підвищується в усіх частинах світу. Внаслідок цього в атмосфері відбувається перебудова глобальних процесів перенесення тепла і вологи на всіх континентах, яка супроводжується збільшенням гідрометеорологічних катаклізмів – посух, повеней, тайфунів, смерчів, градобоїв та інших. Вчені пов'язують глобальне потепління зі збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері Землі, що значно посилює парниковий ефект. Глобальна зміна клімату, обумовлена парниковим ефектом, стала найважливішою міжнародною проблемою. Адже «парниковий щит», який наразі підтримує температуру поверхні планети достатньою для збереження життя, може перетворитися у теплову пастку, яка загрожує змінити всю біосферу. Вуглекислий газ визнано одним з головних винуватців посилення парникового ефекту. Інші відомі парникові гази (їх близько сорока) у сумі спричиняють приблизно половину глобального потепління. Ці гази пропускають сонячну енергію (видиме світло) до поверхні Землі і затримують теплову енергію від нагрітої земної поверхні і, таким чином, збільшують кількість енергії на планеті і роблять клімат більш теплим. Саме тому вони називаються парниковими. Надлишок в атмосфері парникових газів та аерозолів, сонячна радіація та властивості

¹⁸⁹ Землеробство : підручник ; 2-ге вид. перероб. та доп. / В. П. Гудзь, І. Д. Примак, Ю. В. Будьонний, С. П. Танчик ; за ред. В. П. Гудзя. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 464 с.

земної поверхні змінюють енергетичний баланс кліматичної системи. Зміну клімату за останні 30 років називають «антропогенною», тому, що людство впродовж свого існування втручалось в природу і продовжує це робити – вирубує ліси та бездумно розорює землі, порушуючи режим вологості та вітровий режим планети, а також у великих обсягах спалює викопні палива, що є головним джерелом викидів парникових газів. Коли люди спричиняють будь-які зміни навколишнього середовища, змінюється і клімат. За песимістичними прогнозами, подальше бездумне руйнування навколишнього середовища людством може спричинити незворотну зміну клімату. Зараз клімат України у стані глобального потепління, воно охопило всю територію нашої країни, а швидкість підвищення температури повітря навіть дещо випереджає середньосвітову. Згідно досліджень сучасний клімат України характеризується нерівномірним по території потеплінням, яскраво вираже ним у зимові та літні місяці [190].

Найспекотнішими за всю історію метеорологічних спостережень за погодою є останні чотири роки. Стійке підвищення температури повітря фіксується протягом усього року. У 2019 р. по території України встановлено безліч температурних рекордів. Середня місячна температура повітря у лютому, березні, червні, жовтні та листопаді 2019 р. була однією із найвищих для цих місяців за весь період інструментальних спостережень за погодою. На жаль, разом із потеплінням збільшується повторюваність екстремальних температур (рис. 1) та кількості опадів (рис. 2), які негативно впливають на врожай сільськогосподарських культур [191].

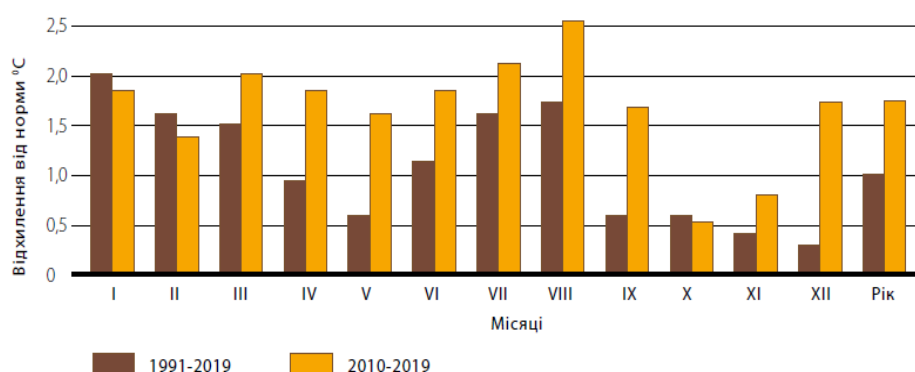


Рис. 1. Відхилення від норми (1961–1990 рр.) середніх місячних температур повітря за періоди 1991–2019 рр. та 2010–2019 рр.
Джерело: дані [191].

¹⁹⁰ Агрономіка Альманах «Байєр КропСайенс»: сучасне сільське господарство. URL : <http://docplayer.net/67011172-Agronomika-almanah-bayier-kropsaiens-suchasne-silске-gospodarstvo-1-14.html>.

¹⁹¹ Проект АПД. URL : <https://www.apd-ukraine.de/ua/pro-proekt/publikatsiji/knigi>.

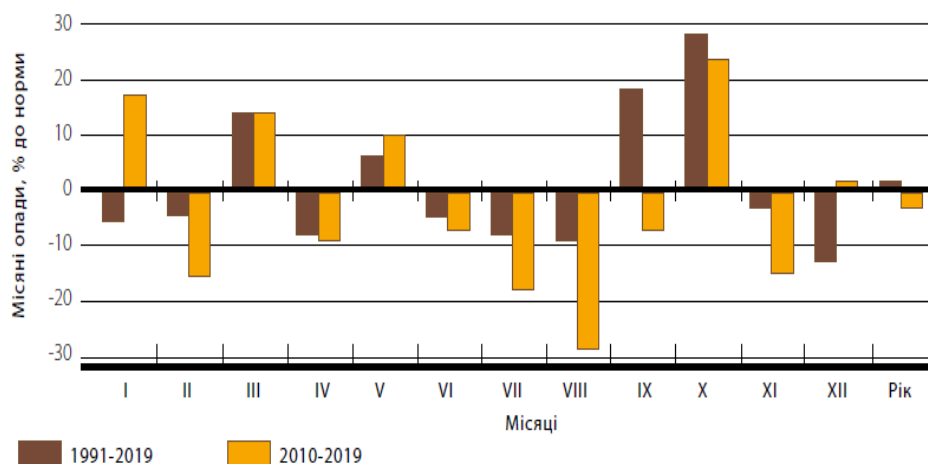


Рис. 2. Зміна кількості опадів по місяцях за період 1991–2019 рр. та за період 2010–2019 років відносно норми

Джерело: дані [191].

Проаналізувавши дані температури та опадів по Полтавській області за 10 років (2010–2019 рр.) з метеостанції «Метео Фарм», маємо такі результати у вигляді гістаграми (рис. 3–4):

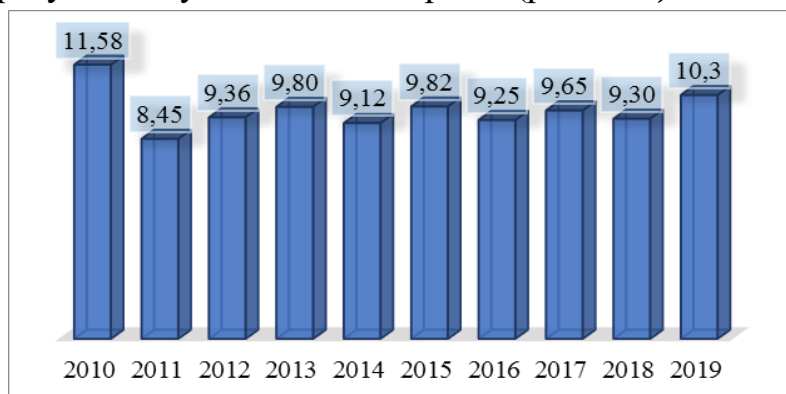


Рис. 3. Середня річна температура повітря, °C

Джерело: авторська розробка.

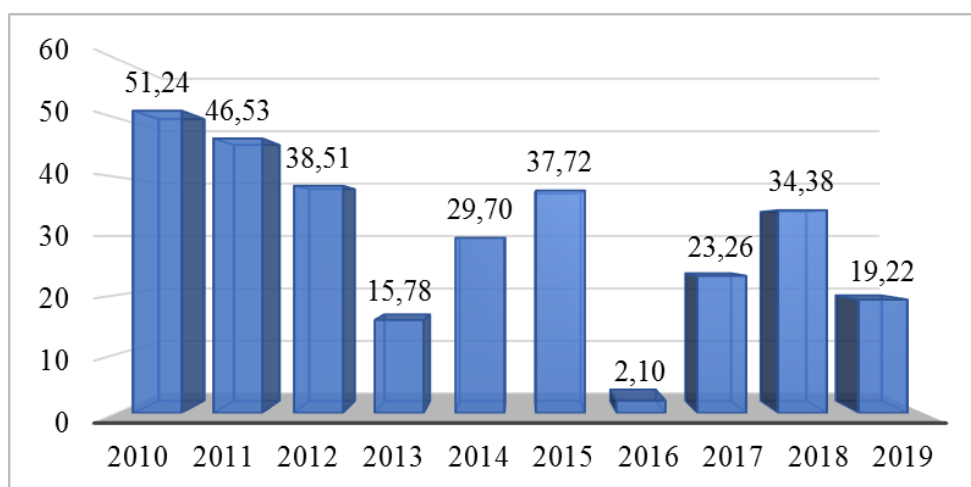


Рис. 4. Середня кількість опадів за рік, мм

Джерело: авторська розробка.

В умовах осіннього періоду саме наявність вологи у ґрунті, передусім, був пов'язаний процес проростання і появи сходів озимої пшениці. Значні запаси вологи у ґрунті необхідні з самого початку бубнявіння насіння, яке у м'якої пшениці відбувається за поглинання 50–55 % води від сухої маси насіння.

Нестача вологи у фазі кушіння зменшує загальну кущистість, у фазі трубкування – продуктивну кущистість, у фазі колосіння–цвітіння – озерненість колоса, під час формування та наливання зерна – призводить до дрібнозерності та щуплості зерна.

Потреба озимої пшениці у волозі за весняно-літню вегетацію в зоні Лісостепу дорівнює 230–330 мм. За період від відновлення вегетації до виходу в трубку ці потреби становлять 60–85 мм, від виходу в трубку до цвітіння – 110–145 мм, від цвітіння до воскової стиглості – 60–100 мм.

Транспіраційний коефіцієнт у пшениці становить 400–500, у сприятливих за вологою роки він знижується до 300, у посушливі – підвищується до 600–700. Він також зменшується у разі внесення достатньої кількості фосфорно-калійних добрив, які сприяють розвитку кореневої системи, та роздрібного внесення азотних добрив.

Озима пшениця найбільше поглинає вологи в період трубкування, особливо за 15 днів до колосіння, з тривалістю близько 20 днів, коли рослина інтенсивно росте і в неї формуються колоски та квітки (рис. 5–7).



Рис. 5. Утворення конусів наростання другого порядку.

Формування кількості колосків у колосі

Джерело: дані [192].

Озима пшениця потребує достатньої кількості вологи протягом усього періоду вегетації. Особливу увагу слід приділити своєчасному та якісному проведенню агрозаходів зважаючи на попередник, загальний стан посівів та рівень їх мінерального живлення, заселеність шкідниками, наявність хвороб. Якісне та своєчасне проведення весняного комплексу робіт відіграватиме важливу роль у формуванні майбутнього врожаю [192].



Рис. 6. Закладка покривних органів квіток, а також тичинок і маточки. Формується кількості квіток в колосках

Джерело: дані [192].

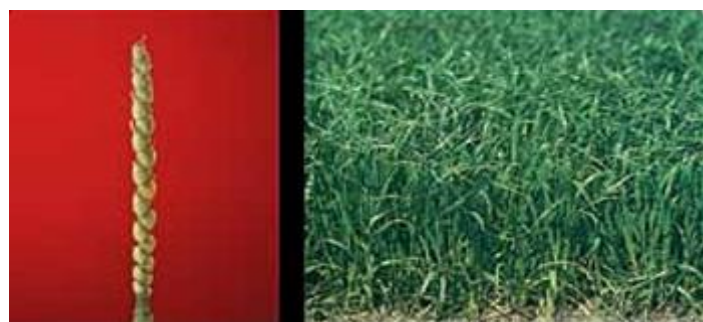


Рис. 7. Формування суцвіть і квіток (мікро- і макроспорогенез). Формується фертильність квіток і щільність колоса

Джерело: дані [192].

Практично всі посівні площі сільськогосподарських культур в Україні знаходяться в зоні ризикованого землеробства (території із природним дефіцитом опадів), де є постійний ризик втрати обсягів урожаю у надто посушливий рік або втрати якості урожаю у надмірно дощовий рік. Варто враховувати цей фактор для прийняття ефективних рішень та практичних заходів для пристосування (адаптації) до зміни клімату у довгостроковій перспективі та об'єктивно оцінювати погодні умови кожного року для зниження ризиків у короткостроковій перспективі [193].

¹⁹³ Шевченко А. И. Озимые зерновые: технологические перспективы. *Агровісник України*. 2008. № 8. С. 28–32.

РОЗДІЛ 3

НАПРЯМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ

3.1. Строки сівби як основний чинник формування агроекологічних умов вирощування кукурудзи

*Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Подоляк В. А.
Полтавська державна аграрна академія*

Різні гібриди і сорти кукурудзи, навіть в межах однієї групи стиглості істотно відрізняються за темпами росту і розвитку залежно від агроекологічних умов та певних взаємовідносин з навколишнім середовищем, про що свідчать дані Н. И. Володарського, А. І. Задонцева, Д. С. Золотова, А. К. Пономаренка, В. И. Золотова, А. К. Пономаренка, Н. Ф. Несенова, В. С. Жунька, Н. И. Дранищева, А. Ф. Мандратенка, Ю. М. Пащенко, В. С. Цикова, Д. С. Филева, Н. И. Логачева.

Так для лісостепової зони України науковими установами та передовою практикою установлені такі співвідношення гібридів різних груп стиглості у структурі посівів: ранньостиглих – 35 %, середньоранніх – 55 % та середньостиглих – 10 % [194]. Враховуючи сучасний розвиток селекції та насінництва кукурудзи, істотне розширення амплітуди температурних коливань за роками, особливо у бік її підвищення, назване співвідношення в кожному випадку повинно мати свою динаміку.

Важливим аспектом використання у виробництві гібридів кукурудзи різних груп стиглості є встановлення оптимальних параметрів, властивих тільки конкретним біологічним типам. В літературі дані про особливості росту і розвитку надземної частини, кореневої системи, водоспоживання ранньостиглого гібриду Кадр 195 СВ, середньораннього Кадр 267 МВ і середньостиглого Дніпровський 337 МВ в умовах східного Лісостепу відсутні. Як відмічає Т. К. Лобко, А. А. Андрієнко [195], поряд з основним біологічним об'єктом (гібридом) на проектування агроекологічних умов істотно впливає

¹⁹⁴ Золотов В. И., Пономаренко А. К. Сортовая агротехника новых районированных гибридов кукурузы. *Бюл. ВНИИ кукурузы*. 1985. № 2 (65). С. 22 –27.

¹⁹⁵ Золотов В. И., Пономаренко А. К. Сортовая агротехника как фактор, ограничивающий влияние засухи на семенную продуктивность кукурузы. *Бюл. Ин-т кукурузы*. 1994. № 79. С. 21–26.

досить потужний чинник – строк сівби. Він є чи не єдиним агротехнічним заходом, який не потребує додаткових матеріальних витрат, але від якого рівень продуктивності залежить у великій мірі. У практиці існують певні суперечності, стосовно вибору і впливу строків сівби, що, як правило, призводить до ускладнень при формуванні продуктивного агрофітоценозу посіву [196 , 197]. Згідно з дослідженнями ряду науковців у кожному агроформуванні необхідно вирощувати гібриди з різною тривалістю вегетаційного періоду [198, 199]. Потрібно орієнтуватися не лише в напрямку біологічних особливостей гібридів кукурудзи (урожайність, передзбиральна вологість), а й енергетичної доцільності їх вирощування.

Основними чинниками формування агроекологічних умов, відповідно до кожного об'єкта виробництва кукурудзи, є строки сівби, морфо-біологічна особливість гібрида, повнота та якість реалізації технологічних процесів. Створення таких умов, шляхом визначення оптимального для виробництва гібрида кукурудзи за строком досягання, є найбільш динамічним та істотним показником. За даними окремих авторів, питома вага ролі біологічного об'єкта (гібрида) серед інших (добрив і гербіцидів) у формуванні урожаю складає біля 35 % [200]. На основі своїх досліджень В. И. Золотов [195] встановив, що гібридам кукурудзи різної скоростиглості і продуктивності не підходить однакова агротехніка. Їм характерні певні відмінності у взаємовідносинах з навколишнім середовищем, різна реакція на зміну цих умов, яка істотно відрізняє гібриди за темпами росту і розвитку, висотою рослин, тривалістю й інтенсивністю фотосинтетичної діяльності [197–198].

Скоростиглість гібрида в поєднанні з строками сівби – це розмаїття агроекологічних умов технологій, моделі яких задаються виробничим менеджментом залежно від матеріально-технічного, фінансового та соціально-економічного станів суб'єктів господарювання. Слід зазначити, що саме агроекологічна варіабельність у зоні східного Лісостепу має більшу амплітуду для ранніх гібридів, дещо меншу для середньоранніх та середньостиглих і практично її не має для

¹⁹⁶ Золотов В. И., Пономаренко А. К., Несенов Н. Ф. Роль сортовой агротехники в формировании биологических элементов урожая зерна кукурузы. *Вісник аграрної науки*. 1993. № 4. С. 23–30.

¹⁹⁷ Пащенко Ю. М. Особенности сортовой агротехники раннеспелых и среднеранних линий кукурузы в условиях северной Степи УССР : автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09. Харьков, 1989. 18 с.

¹⁹⁸ Пащенко Ю. М. Сортові особливості вирощування насіння гібридів кукурудзи Дніпровський 203 МВ і Дніпровський 284 МВ. Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України. Дніпропетровськ : Пороги, 1995. С. 47–53.

¹⁹⁹ Циков В. С. Прогрессивная технология выращивания кукурузы. Київ : Урожай, 1984. 192 с.

²⁰⁰ Циков В. С. Технология, гибриды, семена (советы кукурузоводу). Днепропетровск : Ин-т кукурузы, 1995. 68 с.

середньопізніх гібридів. В зв'язку з цим важливим аспектом використання у виробництві гібридів кукурудзи Кадр 195 СВ. Кадр 267 МВ, Дніпровський 337 МВ є встановлення оптимальних параметрів, властивих тільки їм. У комплексі агротехнічних заходів важливе місце належить строкам сівби.

При визначенні оптимальних строків сівби потрібно в першу чергу враховувати вимоги кукурудзи до умов проростання та особливості агроєкологічних умов весни. Батьківщиною кукурудзи є південна Америка. Таким походженням пояснюється її потреба в достатній кількості тепла для росту і розвитку. Потреба її в теплі визначається мінімальною температурою, при якій починаються ростові процеси, і сумарною кількістю тепла, необхідною для завершення кожного етапу розвитку.

У вітчизняній і зарубіжній літературі зустрічаються різні погляди і рекомендації щодо строків сівби кукурудзу [201, 202]. Як відмічає ряд вчених, посів кукурудзи в пізні строки знижує врожайність зерна на 12–28 % [200, 201]. Насіння кукурудзи ранніх строків сильніше пошкоджувалось шкідниками і хворобами у порівнянні з оптимальним і пізнім. Крім того ранні посіви пошкоджувались кукурудзяним метеликом на 38–59 %. Це пов'язано з тим, що до часу льоту метеликів і відкладання яєць рослини були вже досить розвинені. Кукурудза, посіяна у оптимальний і пізній строк, в період масової кладки яєць, була менш розвинена, тому пошкодження були в межах 14–22 % [202, 203].

Досліди Е. Т. Вареници [204], проведені в Підмосков'ї, показали, що сівба в дуже ранні строки веде до зниження урожаю за рахунок низької польової схожості насіння кукурудзи.

За даними Калінінградської дослідної станції, встановлено безперечну перевагу ранніх строків сівби в порівнянні з пізніми [205]. В дослідях И. Т. Бородин [206] також вищий урожай кукурудзи одержано при ранніх строках сівби.

²⁰¹ Лобко Т. К., Андрієнко А. Л. Особливості сортової агротехніки гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Матеріали Всеукраїнської науково – практичної конференції молодих вчених і спеціалістів з проблеми виробництва зерна в Україні (5–6 березня). Дніпропетровськ, 2002. С. 63–64.

²⁰² Коцюбан А. И. Роль предшественника и густоты посевов. *Кукуруза и сорго*. 1991. № 2. С. 20–22.

²⁰³ Гришко В. В., Андрієнко В. В., Писаренко В. М. Поради по удосконаленню технології вирощування кукурудзи відповідно з сучасними вимогами ресурсозбереження, екологічної безпеки та охорони праці. Полтава : Верстка, 1997. 32 с.

²⁰⁴ Скубицкий И. И. Реакция гибридов кукурузы на загущение в юго-восточной Степи Украины. *Бюл. Ин-т кукурузы*. 1995. № 80. С. 27–32.

²⁰⁵ Єремко Л. С. Оптимізація структури посівів, різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів з проблеми виробництва зерна в Україні (5–6 березня). Дніпропетровськ, 2002. С. 57.

²⁰⁶ Григорович Б., Рихлівський І. Залежно від густоти посіву (вирощування кукурудзи). *Тваринництво України*. 1992. № 3. С. 24–25.

В результаті проведених на Черкаській дослідній станції дослідів з кукурудзою сорту Харківська 23 встановлено значну перевагу ранніх строків в порівнянні з пізніми [207]. В роки, коли рослини добре забезпечені вологою, особливо у другій половині вегетації, різні за скоростиглістю гібриди забезпечують при більш пізніх строках сівби такий же урожай, або навіть більший, ніж при оптимальних [208, 209, 210]. Але оскільки передбачити погодні умови в період вегетації кукурудзи неможливо, посів в такі строки пов'язаний з певним ризиком.

Досліди, проведені в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва при визначенні реакції гібридів кукурудзи на рівень мінерального живлення залежно від строків сівби, показали, що на не удобреному фоні різні за стиглістю гібриди істотно не реагували на строки сівби. Потенціальні можливості гібридів розкриваються, коли рослини забезпечені достатньою кількістю поживних речовин, а сівба проведена в оптимальний строк. Лише тоді була більш висока віддача добрив [211].

Слід зазначити, що в дослідях Куйбишевського сільськогосподарського інституту [197] істотної різниці по кількості первинних коренів залежно від строку сівби не спостерігалось. В цілому ж на долю коренів в загальній масі рослин припадає при першому строкові 25,9 %, другому – 32,8 % і третьому – 29,8 %.

Більшість авторів вважають основним критерієм для визначення строків сівби температурний режим на глибині заробки насіння [198].

Д. У. Федоров ще в 1914 р. [208] рекомендував починати сівбу кукурудзи при середньодобовій температурі повітря 13–15 °С, з тим щоб уникнути повільного розвитку сходів кукурудзи й ураження хворобами.

М. Ф. Пугач в умовах Краснодарського краю відмічає, що кукурудзу потрібно сіяти з таким розрахунком, щоб її сходи з'явилися в той час, коли середньодобова температура повітря буде вищою 15 °С.

На думку М. С. Левина, в умовах Харківської області сівбу кукурудзи слід проводити при температурі повітря 18–20 °С. Ряд вчених, таких, як В. І. Романов, А. І. Чернецкий, Д. Ф. Томашевский, В. Г. Вольский рекомендують сіяти кукурудзу при температурі ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С. Дана температура є об'єктивним показником можливості та доцільності проведення сівби у порівнянні з температурою повітря.

²⁰⁷ Азаренкова А. С. В зависимости от гибридов. *Кукуруза и сорго*. 1992. № 1. С. 23–24.

²⁰⁸ Чучмий И. П., Моргун В. В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Київ : Наукова думка, 1990. 284 с.

²⁰⁹ Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.

²¹⁰ Циков В. С. Довідник кукурудзозвода. Київ : Урожай, 1986. 232 с.

²¹¹ Кивер В. Х. Вирощування високих урожаїв кукурудзи за прогресивною технологією. Київ : Урожай, 1987. 64 с.

Для кукурудзи, як теплолюбної культури, значення температурного фактору в період сівба – сходи особливо важливо. За узагальненими даними В. С. Цикова, Л. А. Матюхи [212], при сівбі гібрида Краснодарський 303 ТВ 14 квітня польова схожість насіння складала 62–65 %, а 25 квітня – 68–73 %. На основі результатів досліджень Ульяновської дослідної станції, Х. Ахметов [199] відмічав зниження польової схожості насіння у пізньостиглого сорту Стерлінг при сівбі у ранні строки.

В дослідях А. И. Чернецкого [198], проведених на Красноградській дослідній станції, польова схожість при першому строковій сівбі (21–25 квітня) у Одеської 27 М була мінімальною, а у гібрида Буковинський 3 ТВ – максимальною і при переході на більш пізні не змінювалась.

Досліди, проведені на Генічеській дослідній станції А. И. Фесенком, показали, що при ранніх строках період сівба – сходи у гібрида кукурудзи ВИР 42 збільшувався [199]. Аналогічну закономірність спостерігала М. Г. Тарановская на Розівській дослідній станції при вивченні строків сівби для даного гібриду.

Як свідчать досліді Д. С. Филева, Д. С. Прокопала, М. А. Зеленського, В. Ю. Комарского, Б. Григоровича, І. Рихлівського, А. С. Азаренкової, В. П. Ковшера, динаміка появи сходів і тривалість періоду сівба – сходи при різних строках сівби визначається рівнем прогрівання ґрунту, вологістю і ступенем пошкодження шкідниками і хворобами.

Як вказували И. П. Чучмий, В. В. Моргун [199], період від сівби до сходів тим менший, чим більша температура ґрунту.

Такі вчені, як С. М. Бугай, В. В. Сабчук, А. І. Задонцев, П. Г. Гольден, В. И. Золотов, вважають, що сівбу найдоцільніше починати тоді, коли встановлюється середньодобова температура на глибині заробки насіння 10–12 °С. Найбільш сприятливі для росту і розвитку рослин умови в період сходи – викидання волотей складаються при середньодобовій температурі 20–23 °С. При температурі 10 °С ріст рослин кукурудзи припиняється. Оптимальна температура у другій половині вегетації (цвітіння волотей – повна стиглість) – 22–23 °С [196].

Для гібридів різних груп стиглості необхідна певна сума ефективних температур вище +10 °С на протязі періоду вегетації, для ранньостиглих вона становить 900–1000 °С; середньоранніх – 1100 °С; середньостиглих – 1150 °С; середньопізніх – 1200 °С та пізньостиглих – 1259–1300 °С [197]. Оптимізація сортової структури дає змогу максимально використовувати погодні умови й потенційні можливості

²¹² Циков В. С. Итоги и направления развития научных исследований по агротехнике кукурузы. *Бюл. ВНИИ кукурузы*. 1976. № 41–42. С. 19–24.

кожного гібрида [200].

Вивчення реакції рослин на зміну умов зовнішнього середовища в певній ґрунтово-кліматичній зоні дозволяє повніше враховувати вимоги кукурудзи до умов вирощування і більш обґрунтовано підходити до розробки агротехнічних прийомів, направлених на максимальне їх задоволення.

Згідно з даними С. І. Лебедева, при урожаї зерна 35–40 ц/га необхідно 260–300 мм опадів. Починаючи за 8–10 днів до викидання волотей і закінчуючи цвітінням, кукурудза потребує найбільшої кількості вологи. Період триває до 30 днів і є критичним у розвитку кукурудзи. В даний період закінчують формування чоловічі і жіночі квіти, проходить запліднення і збільшується накопичення сухої речовини. Оптимальні умови для кукурудзи складаються при випаданні 80–120 мм опадів, та вологості ґрунту 60 % [200]. Посухи в цей період призводять до значних порушень у фізіологічних процесах, обміні речовин, водному режимі та фізико-хімічних процесах. За даними L. A. Downey [201], нестача води на початку даного періоду зменшує урожай сухої речовини на 29 %. В. Д. Сакало [196] відмічає, що кількість рослин без качанів може досягати 50 %. Дослідами встановлено, що навіть при короткочасному дефіциті вологи в ґрунті (2–3 дні) у період викидання волотей урожай зерна зменшується на 22 % [201]. Використовуючи різні за скоростиглістю гібриди, залежно від строку сівби можна максимально оптимізувати взаємодію рослин в агроценозі і тим самим підвищити продуктивність гібридів. Враховуючи біологічні особливості нових біотипів гібридів кукурудзи та агрокліматичні умови вирощування, виникає необхідність уточнення строків сівби для зони східного Лісостепу України.

Вирощування гібридів кукурудзи з різною скоростиглістю при різних строках сівби дає можливість найбільш повно використовувати ґрунтово-кліматичні і виробничі ресурси для отримання високих і стабільних урожаїв.

Від строків сівби залежать умови життя і розвитку рослин кукурудзи, повнота, дружність і своєчасність сходів, а також рівень врожаю. За даними С. П. Кулжинського, И. В. Цоя, Н. Н. Третьякова [201], при виборі строків сівби необхідно враховувати ґрунтово-кліматичні умови, зокрема, характерні в більшості років весняного періоду наростання температур повітря і ґрунту, частоту заморозків, загальну тривалість безморозного періоду.

Як вказують Н. Н. Третьяков, И. А. Шкурпела, Д. Ф. Томашевский, з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов на практиці дотримуються календарних строків сівби. У виробничій практиці склалися середньокалендарні строки сівби кукурудзи, встановлені для окремих зон на основі багаторічних спостережень і досліджень. У центральних і північних районах Степу краще проводити сівбу в третій декаді квітня – на початку травня, у північно-західних районах – у кінці квітня – на початку травня, на Поліссі обмеженість весняного тепла змушує проводити сівбу в особливо стислі строки – не більше, як за 5–7 днів. Кращим строком сівби даної культури на півдні Полісся є кінець квітня – початок травня, а на півночі – середина першої декади травня. У південному Лісостепу – від 30 квітня до 10 травня [197].

В середній Європі сівбу проводять 15 квітня – 5 травня, в Білорусії – 20 квітня – 5 травня [200].

Г. Г. Стрінгфілд [198], I. E. Berger [201] в США максимальний урожай отримали при сівбі 7–12 травня. Затримання сівби на одну, дві і три неділі привело до зменшення урожаю зерна відповідно на 1,25 ц/га, 4,39 ц/га і 8,78 ц/га.

В дослідях В. В. Собчука, С. М. Бугая [197] в умовах Черкаської області при сівбі 16 квітня урожайність зерна кукурудзи сорту Харківська 23 становила 42,3 ц/га, 27 квітня – 52 ц/га, 3 травня – 46,6 ц/га і 6 травня – 43,4 ц/га.

М. В. Стрюк в результаті проведених на Хмельницькій дослідній станції досліджень стосовно строків сівби, рекомендує вважати оптимальним строком сівби для Хмельницької області 25–26 квітня [202].

В дослідях Г. П. Жемели, В. В. Шевельова [213] в умовах лівобережного Лісостепу ранньостиглий гібрид Дніпровський 203 МВ та середньоранній Дніпровський 273 МВ забезпечили максимальну урожайність при сівбі 1–8 травня.

Як свідчать досліді В. С. Цикова, Д. Ф. Томашевського, та згідно з дослідженнями інших вчених [197–199] у центральному Лісостепу календарні строки припадають на третю декаду квітня – першу декаду травня. Практичне вирішення питання про строки сівби кукурудзи завжди необхідно узгоджувати з умовами, які складаються у весняний період. Умови недостатнього зволоження лісостепової зони вимагають особливо чіткого дотримання (визначення) строків сівби.

²¹³ Жемела Г. П., Шевельов В. В. Вплив деяких агротехнічних заходів вирощування на забур'яненість та вологозабезпеченість кукурудзи. *Вісник ПДСГП*. 2000. № 2. С. 12–15.

Строк сівби залежить від морфо-біологічних особливостей гібридів. Як відмічає Д. Ф. Томашевський [201], основним критерієм визначення оптимального строку сівби кожного біотипу гібрида є його реакція на температурний фактор.

За даними П. И. Хлебова, Н. С. Возики [202], ранні і пізні сорти та гібриди мають ряд біологічних відмінностей, які необхідно враховувати при визначенні строків сівби. Перші з них, як правило, характеризуються підвищеною холодостійкістю, особливо на початкових етапах розвитку.

Кременисті сорти більш стійкі до пліснявіння на відміну від зубовидних. Н. Н. Третьяков і И. А. Шкурпела, С. П. Заика вважають, що ранньостиглі і середньостиглі сорти і гібриди, що відносяться до кременистої групи, більш холодостійкі.

На необхідність врахування при визначенні строків сівби кукурудзи біологічних особливостей сортів і гібридів вказують В. С. Циков, Н. И. Логачев, І. В. Якушкін, В. В. Таланов, А. А. Корнилов.

В результаті проведених дослідів на Єрастівській дослідній станції Т. К. Лобко, А. Л. Андрієнко [201] рекомендують диференціювати строки сівби гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості.

За даними З. М. Пищевой [214], більш скоростиглі сорти і гібриди слід висівати раніше ніж ті, що досягають пізніше. Відносно питання про строк сівби різних за групою стиглості гібридів кукурудзи існує і інша думка. Так Д. С. Филев, И. С. Прокопало, А. И. Головка та ін. [198] в умовах даної станції при вивчення гібридів різних груп стиглості прийшли до висновку, що сівбу необхідно починати з пізньостиглих і закінчувати ранньостиглими гібридами кукурудзи.

На основі результатів досліджень Жеребківської дослідної станції М. Д. Григорьев, Е. П. Волна [199] відмічали, що величина урожаю залежить від скоростиглості гібрида, строку сівби і умов року. У скоростиглого гібрида Одеський 27 максимальна урожайність (60,6 ц/га) спостерігалась при сівбі 5 травня, у середньостиглого ВІР 42 (66,6 ц/га) при сівбі 25 квітня. Пізніше Е. П. Волна [197] рекомендує починати сівбу з середньопізніх гібридів у третій декаді квітня, потім середньостиглих в кінці квітня і першій п'ятиденці травня і закінчувати середньоранніми і ранньостиглими у першій декаді травня. Таким чином, строки сівби в певних екологічних умовах треба визначати окремо для кожного сорту й гібрида [203–204].

²¹⁴ Рекомендації по виробництву зерна кукурудзи за індустріальною технологією. Київ : Урожай, 1981. 31 с.

В дослідках А. И. Чернецкого [198] на Красноградській дослідній станції максимальний урожай спостерігався у гібрида Буковинський 3 ТВ при сівбі 21–29 квітня, а в Одеського 27 М – 1–10 травня, а гібрид ВІР 25 був досить пластичним до строків сівби.

За даними Ізмаїльської дослідної станції, найбільш доцільним, з точки зору використання біологічних і природних ресурсів, досягнення високих економічних показників є вирощування середньораннього гібрида кукурудзи Дніпровський 284 МВ і середньостиглого Луч 330 МВ при сівбі 25 квітня – 5 травня, а середньопізннього ДнОд 417 МВ – 25 квітня. В більш пізні строки (15 травня) краще висівати ранньостиглий гібрид Дніпровський 172 МВ [204].

Дослідженнями Т. К. Лобко, А. А. Андрієнка [201], проведеними на Ерастівській дослідній станції, на зміну строків сівби мінімально реагує середньоранній гібрид Євро 202 і середньостиглі Дніпровський 358 МВ та Дніпровський 337 МВ. Найбільше знижували зернову продуктивність і мали високу вологість зерна середньопізнні гібриди Кадр 443 МВ і Євро 401 при сівбі їх в пізні строки (14–15 травня).

Урожайність зерна кукурудзи різних за скоростиглістю гібридів по-різному змінюється в окремі роки в залежності від строку сівби. Тому основним критерієм визначення оптимальних умов для кожного біотипу гібрида повинна бути його взаємодія в посіві, при якій створюється саморегулююча система агроценозу, що визначатиме адаптивний потенціал гібриду залежно від агроєкологічних умов.

За останні роки накопичений великий експериментальний матеріал по даному питанню [204–207 та ін.]. Що в свою чергу вимагає необхідності перегляду і удосконалення комплексу агротехнічних прийомів і перш за все строку сівби залежно від морфо-біологічних особливостей гібридів в умовах східної частини Лісостепу.

3.2. Механізм біотичної саморегуляції та його роль при функціонуванні природно-антропогенних систем як індикатора сталості їх розвитку

Жукова О. Г., Гончаренко А. В.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Всесвітні форуми (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.; Йоганнесбург, 2002 р.) засвідчили, що стійкий розвиток соціально-економічних систем

пов'язаний з успіхами природоохоронної діяльності. Водночас, на сучасному етапі розвитку біосфери всі її складові зазнають значного техногенного впливу [215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222]. Загальна маса сучасного людського господарства та продуктів техносфери становить щорічно 140 Гт/рік (викид в атмосферу – 35 Гт/рік, скид у водойми – 15 Гт/рік, розміщення на поверхні землі – 90 Гт/рік). Техногенні забруднювачі (полютанти) відносять до різних класів небезпеки, в кількісному відношенні вони складають – 250–300 кг на кожного жителя планети. Техногенне навантаження на довкілля призводить до забруднення токсичними сполуками: по-перше, іонами важких металів, які довгий час зберігалися у природних системах; по-друге, речовинами синтетичного походження (ксенобіотиками), що раніше до них не надходили, тощо. Біотичні процеси їх детоксикації потребують довгого часу знезараження через відсутність адаптивних механізмів біоти.

У XX–XXI ст. у межах біосфери з'явилися так звані пріоритетні екотоксиканти [223] – найбільш токсичні ксенобіотики для природних систем, для яких характерна здатність до накопичення у трофічних ланцюгах [224, 225], екотоксична стійкість знаходження у природному навколишньому середовищі. Серед показників токсичності стосовно людей автори відмічають: канцерогенність, мутагенність, репродуктивність та ендокринний статус впливу тощо. До пріоритетних ксенобіотиків, які знаходяться у водному басейні річки, відносять важкі метали, леткі феноли, синтетичні поверхнево активні речовини (СПАР), нафтопродукти [226].

Під впливом речовин антропогенного походження (специфічних модифікуючих (антропогенних) факторів) відбувається процес трансформації гідроекосистем, який схематично можна представити як

²¹⁵ Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. Мін. екології та прир. ресурсів України, ЗАТ К., 2012. 258 с.

²¹⁶ Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 році. Мін. охорони навк. прир. сер-ща України. URL : <http://menr.gov.ua/index.php/dopovid1>.

²¹⁷ Мислюк О. О. Основи хімічної екології. Київ : Кондор, 2012. 660 с.

²¹⁸ Техноекологія : навч. посіб. / Удод В. М. та ін. Київ : Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., Ін-т телекомунікацій і глоб. інформ. простору НАН України, 2007. 195 с.

²¹⁹ Васюков А. Е., Бланк А. Б. Химические аспекты экологической безопасности поверхностных вод. Харьков : Ин-т монокристал лов., 2007. 256 с.

²²⁰ Tyler Miller Jr. Living in the environment (Principles, Connections, and Solutions) Wadsworth / Tomson Zearing. 10 Davis Drive, Belmont, CA 94002-3098, USA, 2002. 758 p.

²²¹ Удод В. М., Трофімович В. В., Волошкіна О. С. Основи екотоксикології. Київ : КНУБА, 2008. 88 с.

²²² Васюкова Г. Т., Грошева О. І. Екологія. Київ : Кондор. 2009. 524 с.

²²³ Удод В. М., Яців М. Ю. Пріоритетні екотоксиканти та їх вплив на навколишнє природне середовище. Київ : КНУБА, 2013. 40 с.

²²⁴ Удод В. М., Вільдман І. Л., Жукова О. Г. Екологічний підхід в оцінці ефективності внутрішньоводоймних процесів водних систем річок Кальміус та Інгулець. Вісник КрН ім. М. Остроградського. 2014. Вип. 2 (85). С. 161–166.

²²⁵ Удод В. М., Жукова Е. Г. Регионально-экологический подход к оценке возможных последствий загрязнения водного бассейна р. Кальмиус. Химия и технология воды. 2015. Вып. 1, т. 37. С. 93–99.

²²⁶ Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основы экологии та охорони довкілля. Київ : ЦНЛ. 2006. 394 с.

послідовність певних стадій [224, 227]:

- при перевищенні водного техногенного навантаження за гранично допустимими концентраціями (ГДК) по індивідуальним та сумарним показникам змінюється хімічний склад води, що у подальшому призводить до змін показників, які характеризують стан гідробіоценозів [224], але зберігаються основні структурні параметри самоорганізації гідроекосистем;

- структурна перебудова гідроекосистем починається при перевищенні техногенного навантаження за ГДК в 3–5 разів;

- на стадії появи деградаційних процесів водних систем (при перевищенні ГДК в 6–7 разів) змінюється біологічна структурна організація гідроекосистем, знижується саморегулююча здатність;

- на стадії якісного виснаження водних систем (перевищення кратності ГДК по відношенню до «фоновому» стану в 10 разів) знижується не тільки саморегулююча, але й асимілююча здатність тощо.

Таким чином, внаслідок дії специфічних модифікуючих (антропогенних) факторів, з урахуванням наших даних, відбуваються такі процеси [225]:

- при перевищенні кратності ГДК забруднюючих речовин на першій стадії внаслідок забруднення водного басейна відбувається зміна хімічного складу водних систем;

- вплив екотоксикантів на біоту проявляється в двох взаємопротилежних тенденціях: ушкоджуюча дія полютантів та пристосувальні реакції гідробіонтів на зміни середовища свого існування [227, 228, 229, 230];

- рівень інтоксикації на біоту залежить від таких чинників, як фізико-хімічна структура полютантів, токсичність, концентрація та час їх дій, екологічний стан гідроекосистем в момент дії ксенобіотиків, інтенсивність внутрішньоводоймних процесів;

- порушення динамічної рівноваги гідроекосистем за рахунок дії спеціалізованих модифікуючих (антропогенних) факторів;

- порушення структурно-функціональної самоорганізації гідроекосистем в процесі їх розвитку;

- порушення екобезпечного розвитку водного басейну річки через переваги деградаційних процесів над можливістю асимілюючої здатності гідроекосистем.

²²⁷ Мислюк О. О. Основи хімічної екології. Київ : Кондор, 2012. 660 с.

²²⁸ Романенко В. Д. Основи гідроекології. Київ : Оберег, 2001. 786 с.

²²⁹ Грубінко В. В. Системна оцінка метаболічних адаптацій у гідробіонтів. *Наук. записки Тернопільського державного університету ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. Спец. вип. Гідроекологія*. 2001. № 4 (15). С. 36–39.

²³⁰ Протасов А. А. О взаимосвязи биоразнообразия со структурными показателями сообществ и гидробионтов. *Биология внутренних вод*. 2012. № 4. С. 5–10.

Хімічні аспекти екологічної безпеки процесу розвитку водних об'єктів за умов дії модифікуючих факторів охарактеризовані в [219, 226, 230]. Автори констатують, що для оцінки екобезпечного розвитку водних систем важливим є комплексний характер досліджень, який дозволяє показати причинно-наслідкові зв'язки розвитку природних систем як функціональної і просторової одиниці біосфери [226–229, 231]. В роботах також відмічено, що, якщо предметом досліджень є водні екосистеми, то найбільш повно вивчаються гідробіоценози через їх функціональні ролі в розвитку водних систем. Такі висновки спираються на базові уявлення щодо біологічних систем та їх ролі у функціонуванні гідроекосистем. Крім того, при переході від окремого організму до гідробіоценозу змінюється механізм внутрішньої регуляції, який принципово інший. Пояснення цьому можуть бути такі факти:

1) існування окремих живих організмів підтримується за рахунок фізіологічних та біологічних процесів та швидкості їх протікання, а формування абіотичного середовища відбувається за рахунок змін структурної самоорганізації водних систем;

2) функціонування гідроекосистем підтримується через взаємозв'язки та взаємодії екологічних та специфічних модифікуючих (антропогенних) факторів, появою природно-антропогенної системи (ПАС). В обох випадках характеризується залежність впливу в системі «вплив екотоксиканта – ефект дії». Зону між критичними значеннями дії факторів називають зоною толерантності (виживання) екосистем стосовно дії модифікуючих факторів. Для нормальної життєдіяльності та забезпечення стійкого розвитку кожний чинник впливу повинен не виходити за межі критичних точок (закон оптимуму). В гідроекосистемах, де механізм саморегуляції їх розвитку дифузний або стохастичний [219], відносна стабільність функцій між екологічними та антропогенними факторами підтримується в умовах нестабільності біотичної складової [231] та їх адаптивних можливостей із врахуванням змін структурної самоорганізації річкових екосистем. Водночас при переході від окремого організму до гідробіоценозу та водних екосистем змінюється механізм внутрішньої регуляції, який принципово інший.

В біосистемах, де існування окремих живих організмів підтримується за рахунок швидкості протіканні фізіолого-біологічних процесів, а формування абіотичного середовища відбувається за рахунок змін структурної самоорганізації екосистем. В той же час функціонування водних екосистем підтримується в наслідок

²³¹ Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. Москва : Наука, 2000. 147 с.

функціональної взаємозалежності нідробіонтів в умовах дії на них модифікуючих факторів та виникнення природно-антропогенного середовища [219, 227, 228].

В таблиці 1 показано вплив речовин-забруднювачів антропогенного походження на гідробіонти, а на рис. 1 – залежність ступеню впливу екологічних та антропогенних чинників на життя організмів в системі «вплив екотоксиканта – ефект дії». Зону між критичними значеннями дії факторів називають зоною толерантності (виживання) екосистем стосовно дії окремих чинників [228, 229].

Для нормальної життєдіяльності та забезпечення стійкого розвитку кожен чинник повинен мати оптимальні значення або не виходити за межі критичних точок (закон оптимуму). Гідроекосистема, де механізм регуляції розвитку дифузний або стохастичний [229], відносна стабільність функцій між екологічними та антропогенними факторами підтримується в умовах нестабільності біотичної складової та їх адаптивних можливостей із врахуванням змін структурної самоорганізації екосистем.

Можна зазначити, що на рівні ГБ відбуваються специфічні реакції та сумарні ефекти (синергічні реакції, зміни метаболічних реакцій тощо), що позначається на різних рівнях біотичної організації процесів розвитку водних екосистем. А при дії модифікуючих факторів на гідробіоценози відбуваються одночасно зміни життєвого середовища біоти [230, 231, 232, 233].

1. Вплив екотоксикантів на компоненти клітин

Складові частини	Характеристика	Функції у звичайних умовах	Типові зміни при дії токсикантів
Цитоплазма	Підмембранний компонент	Об'єднує компоненти клітини, гліколіз, синтез білка за участю рибосом	Порушення синтезу білка, деструктуризація компоненту
Цитоскелет	Підмембранний компонент	Локалізує структури актину, міозину; формує форму клітин; транспорт	Зміна форми клітин, вплив на транспорт БАР, вплив на актин, міозин
Центросома	Підмембранний компонент	1-2 центріолі у формі циліндрів оточують центросферу	Деструкція мікротрубочок, розлад внутрішньоклітинного транспорту
Рибосома (розм. 15-20 мм)	Підмембранний компонент	Матричний синтез білка	Порушення зв'язку і-РНК з т-ТРК у малій субодиниці, розлад у синтезі поліпептидного ланцюга

²³² Голубець М. А. Плівка життя. Львів : Поллі, 1997-6, 2000. 316 с.

²³³ Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. Москва : ВИНТИ, 1995. 472 с.

Складові частини	Характеристика	Функції у звичайних умовах	Типові зміни при дії токсикантів
Вакуолярна система Ендоплазматична сітка (d = 25-30 нм)	Одно мембранні органели	Синтез, дозрівання, накопичення білка, ліпідів, вуглеводів	Зниження розщеплення токсинів. Зміна діаметру каналців і міхурців
Вакуолярна система. Апарат Гольджі (20-2000 нм)	Одно мембранні органели	Синтез і виведення речовин із депо	Порушення виведення речовин з міхурців
Вакуолярна система. Лізосоми (до 1 мкм)	Одно мембранні органели	Руйнування речовин, органел, клітин	Зміна округлості тілець, накопичення «відходів»
Вакуолярна система. Вакуолі	Одно мембранні органели	Мішечки з рідиною Скоротні, травні, арагоцитарні у тварні	Накопичення речовин (рідини у рослин, продуктів фагоцитозу у тварин)
Мітохондрії	Двомембранні органели	Окисно відновні процеси. Синтез АТФ, РНК, ДНК, білка	Порушення будови із зміною синтетичних процесів та накопичення АТФ
Пластиди рослин: Хлоропласти Лейкопласти Хромопласти	Двомембранні органели	Фотосинтез з перетворенням світлової енергії в енергію хімічну	Розлад функції хлорофілу у гранах
Цитоплазма	Підмембранний компонент	Об'єднує компоненти клітини, гліколіз, синтез білка за участю рибосом	Порушення синтезу білка, деструктуризація компоненту
Цитоскелет	Підмембранний компонент	Локалізує структури актину, міозину; формує форму клітин; транспорт	Зміна форми клітин, вплив на транспорт БАР, вплив на актин, міозин
Центросома	Підмембранний компонент	1-2 центріолі у формі циліндрів оточують центросферу	Деструкція мікротрубочок, розлад внутрішньоклітинного транспорту
Рибосома (розмір 15-20 нм)	Підмембранний компонент	Матричний синтез білка	Порушення зв'язку і-РНК з т-ТРК у малій субодиниці, розлад у синтезі поліпептидного ланцюга
Вакуолярна система Ендоплазматична сітка (d = 25-30 нм)	Одно мембранні органели	Синтез, дозрівання, накопичення білка, ліпідів, вуглеводів	Зниження розщеплення токсинів. Зміна діаметру каналців і міхурців
Вакуолярна система. Апарат Гольджі (20-2000 нм)	Одно мембранні органели	Синтез і виведення речовин із депо	Порушення виведення речовин з міхурців

Складові частини	Характеристика	Функції у звичайних умовах	Типові зміни при дії токсикантів
Вакуолярна система. Лізосоми (до 1 мкм)	Одно мембранні органели	Руйнування речовин, органел, клітин	Зміна округлості тілець, накопичення «відходів»
Вакуолярна система. Вакуолі	Одно мембранні органели	Мішечки з рідиною Скоротні, травні, арагоцитарні у тварні	Накопичення речовин (рідини у рослин, продуктів фагоцитозу у тварин)
Мітохондрії	Двомембранні органели	Окисно відновні процеси. Синтез АТФ, РНК, ДНК, білка	Порушення будови із зміною синтетичних процесів та накопичення АТФ
Пластиди рослин: Хлоропласти Лейкопласти Хромопласти	Двомембранні органели	Фотосинтез з перетворенням світлової енергії в енергію хімічну	Розлад функції хлорофілу у гранах
Ядро Первинний апарат	Двомембранні органели	Транспорт	Зміна функцій пор між двома мембранами
Ядро Каріоплазма	Двомембранні органели	Сталість середовища ядра	Зміна рідкого середовища ядра
Ядро Хроматин	Двомембранні органели	Носії спадкової інформації	Розлад утворення хромосоми з хроматину

Джерело: авторські дослідження.

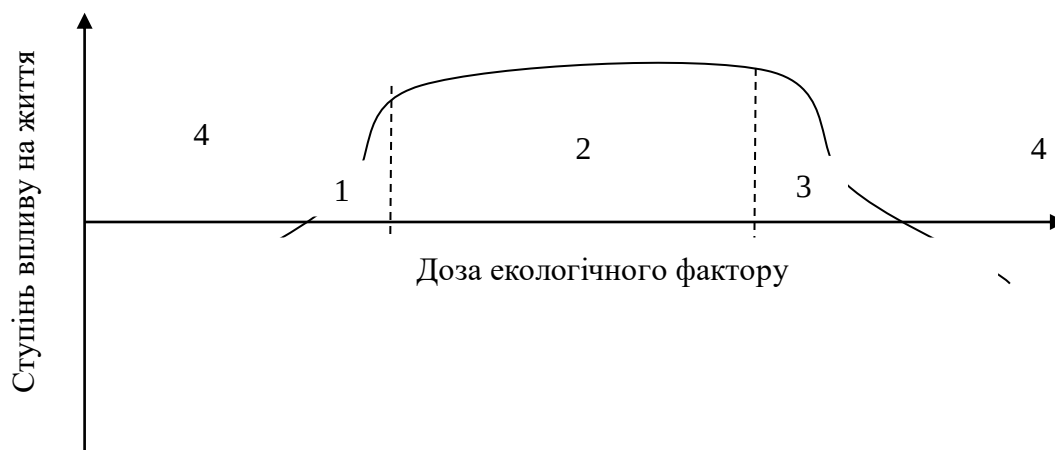


Рис. 1. Залежність ступеня впливу екологічного фактору на життя від його дози

Примітки: 1, 3 – зона пригнічення; 2 – зона толерантності (зона оптимуму); 4 – зона смерті.

Джерело: авторські дослідження.

Відповідно теорії біотичної саморегуляції екосистем, біота з моменту свого виникнення здійснювала та здійснює на навколишнє

середовище модифікуючий вплив [234, 235], який зростає в процесі розвитку біоти. Під впливом біоти відбувалося формування регульованого довкілля та одночасно регулюючі механізми біоти.

Таким чином, в розвитку водних систем основна роль зберігається за біотою (асимілююча та саморегулююча здатності) із-за важливості тих функцій, які виконують живі організми. На рівні гідробіоценозів відбуваються специфічні реакції та сумарні ефекти (синергізм, зміни метаболічних та біосинтетичних процесів тощо), що позначається на різних рівнях біотичної самоорганізації екосистем в процесі їх розвитку.

Основна задача механізму біотичної саморегуляції – збереження природного рівня як складової їх екобезпечного розвитку. В першу чергу, це залежить від природоохоронної діяльності в регіоні, а по-друге, від своєчасного контролю за інтенсивністю механізму біотичної регуляції розвитку екосистем як ПАС.

Основною передумовою виконання цих досліджень повинен бути той факт, що багато чого не з'ясовано у механізмах саморегуляції природних або природно-антропогенних систем. Відсутня необхідна інформація відносно окремих ланцюгів впливу модифікуючих факторів на біоту та зміни її функціональних властивостей на кількісному рівні за цих умов [215–219, 232, 234, 235, 236]. І тому, в теорії біотичної регуляції слід звернути на наступні принципіальні моменти, які стверджують автори:

- саме процеси біотичної саморегуляції, які розвивалися на Землі на протязі приблизно 4 млрд. років стали найсильнішим фактором перетворення природного середовища на Землі;

- біота після свого виникнення впливала на навколишнє середовище таким чином, щоб всесвітньо покращити стабільність, стійкість середовища свого існування;

- перед наукою і практикою постійно стоїть завдання оцінити глибину антропогенних змін як у всіх складових біосфери, так і в конкретних екосистемах та встановити допустимі межі антропогенних навантажень на них, критичні межі їх стійкості до різноманітних специфічних модифікуючих чинників, знайти шляхи ефективного самовідновлення їхніх природних ресурсів;

- особливого значення набуває розробка методів визначення

²³⁴ Данилов-Данильєв В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. Москва : Традиция. 2000. 416 с.

²³⁵ Горшков В. Г. Экологическая устойчивость и локальная адаптация. Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 1991. № 3, т. 36. С. 313–321.

²³⁶ Benefit Sharing from Integrated Land and Water Use in River Basins ; World Water Week, August 21–27, 2005, Stockholm : 2005 Synthesis, 23 p.

екологічних потенцій корінних екосистем, ефективності їх використання сучасними ПАС, величин їх витрат за теперішніх умов їх існування;

- враховуючи новизну питання автори констатують основний висновок теорії біотичної саморегуляції – втрата стійкості розвитку водних екосистем призведе до перебудови біосистем в негативну сторону для стану біоти до тих пір, поки людство не повернеться до тих меж впливу на довкілля, які можна вважати межами його стійкості;

- виходячи із неможливості передачі регуляторних функцій біоти технічним системам, єдиним способом вирішення екологічної проблеми – скорочення екологічного впливу на екосистеми до меж їх господарської ємності.

Резюмуючи, можна відзначити, що вивчення впливу модифікуючі фактори на гідробіоценози та реакцію окремих організмів на ці зміни дають змогу визначити механізми забезпечення гомеостазу екосистем. Сьогодні очевидно стало те, що змінені величини і режими річкового стоку, якісне виснаження вод призводять до порушення життєвого циклу гідробіонтів [237, 238, 239] і, в загальні, ініціюють деградаційні процеси в гідроекосистемах. Зазначені зміни в водних системах сприяють порушенню механізму гомеостазу. І як загальний висновок більшість зазначених авторів стверджують, що теорія біотичної саморегуляції навколишнього середовища поки що є поодиноким варіантом наукового фундаменту для обґрунтування процесів стійкого розвитку. Основою цієї концепції стали відомі фундаментальні закони фізики та екології [240, 241], які дозволяють визначити узгодженість розвитку та функціонування природних природно-антропогенних систем основним принципам і законам загальної екології. Сутність біотичної саморегуляції водних систем полягає у наступному:

- 1) весь еволюційний процес розвитку з урахуванням геологічного палеонтологічних, палеогеографічних, біогеохімічних чинників характеризується тим, що біота була та є потужним фактором формування природних систем;

- 2) руйнування природних екосистем, яке відбувається в наш час, призводить до їх структурно-функціональної трансформації і виникненню кризових екологічних ситуацій;

- 3) для запобігання кризових ситуацій необхідно зберегти

²³⁷ Postel S. Hydro Dynamics. *Natural History*. 2003. Vol. 112, № 4. P. 60–63, 66–67.

²³⁸ Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління / Яцик А. В. та ін. Київ : Генеза, 2007. 358 с.

²³⁹ Білявський Г. О., Бутченко А. І., Навроцький В. М. Основи екології. Київ : Лібра, 2002. 352 с.

²⁴⁰ Реймерс М. Ф. Экология. Москва : Россия молодая, 1994. 367 с.

²⁴¹ Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

природний механізм біотичного саморегуляції, тобто стійкість розвитку екосистем, яка залежить від стабільності взаємозв'язків і взаємодіє між екологічними та антропогенними факторами у визначених межах господарської екологічної ємності водних систем, що буде сприяти виключенню розвитку в них деградаційних процесів;

4) одним із природоохоронних заходів є визначення інтенсивності біотичної саморегуляції екосистем з використанням біоценотичних методів контролю [240]. Завдяки цим методам можна буде охарактеризувати гранично допустимий рівень інтенсивності біотичної саморегуляції в умовах дії модифікуючих факторів, за межею якого порушується екологічно безпечний рівень розвитку природних і природно-антропогенних систем на тепер і перспективу.

Для збереження біотичної саморегуляції ПАС необхідно підтримувати біоту Землі на рівні оптимальної екологічної ємності екосистем (за рахунок попередження інтенсивного забруднення водних систем, підтримуючи узгодженість між екотоксикодинамічними та екотоксикокінетичними процесами, зберігаючи тим самим непорушеним рівень динамічної рівноваги).

Таким чином, природна біотична саморегуляція навколишнього середовища існувала та існує на протязі усього часу існування життя на Землі. Завдяки біотичній регуляції в природній системі відновлювалися та забезпечувалися сприятливі умови для існування живих організмів. Факт збереження життя на Землі у минулому означає, що біотична регуляція ніколи не переставала діяти у глобальних масштабах. Відповідно теорії біотичної саморегуляції, з моменту свого виникнення біота здійснювала формуючий вплив на довкілля, який збільшувався із розвитком біоти. Під впливом біоти формувалося регульоване навколишнє середовище і, разом з тим, розвивалися відповідні регулюючі механізми біоти.

3.3. Розвиток аграрного сектору за допомогою впровадження екологічних інновацій

*Калюжна Ю. П., Козаченко Ю. А., Терещенко І. О.,
Черненко К. В., Яснолоб І. О.
Полтавська державна аграрна академія*

Сільське господарство України є однією з найважливіших галузей економіки. Аграрний сектор економіки за рівнем негативного впливу на

довкілля нині можна віднести до екологічно небезпечних галузей. Як зазначають деякі науковці: «внесок агропромислового комплексу у забруднення і деградацію довкілля становить у середньому 35–40 %, у тому числі, земельних ресурсів – понад 50 %, поверхневих вод – 40–45 %, ґрунтових вод – до 30 % [242].

Забруднення ґрунтів важкими металами, хімічним речовинами, які використовують для захисту рослин загрожує біологічним видам тваринного та рослинного походження, знижує якість харчових продуктів та негативно впливає на здоров'я людей.

Крім того, досить поширеним явищем на сьогодні є пошкодження культурних рослин різними хворобами і шкідниками. При боротьбі з якими застосовуються різні хімічні засоби, що призводить до збільшення забруднення навколишнього середовища.

Такі ж проблеми виникають при застосуванні мінеральних добрив. При цьому велика кількість азоту і фосфору потрапляє в ґрунтові і підземні води, а з них до рік і озер.

Розв'язання всіх цих проблем потребує впровадження екологічних інновацій в усі галузі сільського господарства.

Але, інноваційний процес в аграрному комплексі має певні особливості, пов'язані із його специфікою, а саме: наявністю живих організмів, сезонністю та підвищеними ризиками тощо.

На сьогоднішній день розвиток науково-технічного прогресу та активізація інноваційних процесів відіграють значну роль в аграрному секторі. Зокрема, в рослинництві запроваджуються нові технології вирощування сільськогосподарських культур, систем обробітку ґрунтів, технологій зберігання виробленої продукції. Популярними стають технології «нульового» обробітку ґрунтів, «точного» та органічного землеробства, системи паралельного водіння агротехніки та внесення добрив для захисту рослин, яке базується на GPS+навігації [243].

Науковці із Агенції економічного розвитку PPV Knowledge Networks пропонує вирощувати та використовувати в сільському господарстві енергетичну культуру – міскантус [244].

Міскантус – багаторічна трав'яниста рослина сімейства злакових. У дикому стані він росте і використовується для опалення на території майже всієї Південно-Східної Азії і Центральної Америки. Міскантус гігантський,

²⁴² Екологізація секторів економіки: сільське господарство: URL: <http://www.ecoleague.net/provel/tematychni-napriamy-diialnosti/ekolohizatsiia-sektoriv-ekonomiky/silske-hospodarstvo>.

²⁴³ Володін С. А. Теоретико-методологічні та організаційні засади інноваційного провайдингу на наукоємному аграрному ринку. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2007. 384 с

²⁴⁴ Володимир Воробей, Ярослав Мелех, Назарій Гудз. Міскантус – енергетична культура для створення біопалива. URL : <https://uhbdp.org/ua/eco-technologies/articles/2382-miskantus-energetichna-kultura-dlya-stvorenniya-biopaliwa>.

який зараз найбільше використовується в Україні та інших європейських країнах, – щорічно відновлювана сировина рослинного походження з високою теплотворною здатністю (стебла містять 57 % целюлози). Врожайність сухої біомаси становить 20–25 т/га, що може замінити 10–14 т вугілля, а 1 т сухої маси міскантуса еквівалентна 750 кг вугілля.

Використання сухої соломи міскантуса – економічно виправдана заміна традиційних джерел енергії (газу, мазуту, вугілля), що підтверджується багаторічним досвідом європейських та американських країн.

Отже, запропонуємо наступний розподіл інновацій, який можна використати у аграрному секторі (рис. 1).



Рис. 1. Класифікація інновацій для використання в аграрному секторі

За оцінками експертів, в Україні загалом налічується до 1000 га міскантуса, в основному ці посадки сконцентровані в Київській та Хмельницькій областях.

Для генерації тепла та електроенергії міскантус використовують у вигляді соломи, підсушених гранул, пелет та тріски.

Для прикладу використання енергії сонця: «у пустелі на Півдні Австралії завершилося будівництво ферми для вирощування томатів. Еко-ферма Sundrop житиметься за рахунок енергії Сонця, а для поливу томатів використовуватиме опріснену морську воду», повідомляє ресурс ecotown.com.ua

Вирощувати продукцію Sundrop буде без пестицидів, викопного палива та ґрунтових вод. За рік в теплицях вирощуватиметься близько 15 млн кілограмів помідорів, які продаватимуться в місцевих магазинах. Крім того, ферма вироблятиме 450 тис. м³ прісної води на рік, що еквівалентно 180 олімпійським басейнам. Еко-ферма економитиме понад 2 млн. літрів дизельного пального щороку.

«За рахунок створення високотехнологічних теплиць, ми розвиваємо рішення для виробництва продуктів здорового харчування таким чином, щоб забезпечити достатній запас продукції. В кінцевому рахунку такі еко-ферми сприятимуть довгостроковій життєздатності сільського господарства в тих регіонах, де не вистачає води і енергії», – зауважив директор Sundrop [245].

Прикладом використання вогню є розробка науковцями Піролізного котла. складається з двох камер, перша – завантажувальна, в неї поміщають паливо і підпалюють. В результаті згоряння палива і піролізного газу виділяється велика кількість тепла. ККД обладнання може досягати 70–100 %. Тому, на відміну від твердопаливних котлів прямого горіння, економія палива у піролізному збільшується в 2–3 рази.

Сьогодні піролізний котел знайшов своє застосування і в теплиці. До системи піролізного опалення є дві основні вимоги: мінімізація часу на її обслуговування і мінімізація витрат на процес опалення, тобто зменшення собівартості майбутнього врожаю.

У піролізному котлі вода нагрівається, а потім за допомогою циркуляційного насоса подається в труби, віддаючи тепло до теплиці. Нагрівання води відбувається в результаті згоряння палива, в якості якого можна використовувати дрова та/або будь-які брикети, а також рештки рослин, що непридатні до компостування. Додатковою перевагою піролізного котла може бути той факт, що він виключає можливість потрапляння продуктів згоряння всередину теплиці.

При використанні малої біогазової установки, яка ферментує органічні відходи за допомогою анаеробних організмів, трансформує біомасу в гомогенне біодобриво. Цей процес супроводжується

²⁴⁵ Австралійці у пустелі побудували еко-ферму. URL : <https://uhbdp.org/ua/news/innovatsiji-v-apk/1051-avstralijsi-pobuduvali-eko-fermu-u-pusteli>.

виділенням біогазу, який на 50–85 % складається з метану (CH₄).

Ефективність малої біогазової установки прямо пропорційна до об'єму накопичувального бака, тобто чим більше органічної рідини, тим ефективніше працюють бактерії. Оскільки оптимальна температура ферментації у реакторі складає 40–47 °С, при поганій термоізоляції більшість отриманого газу може використовуватись на догрів самого ферментаційного блоку [246].

Використання біорозкладної плівки IMMER Group для мульчування ґрунту може успішно застосовуватися в органічному і традиційному землеробстві для вирощування овочевих та зернових культур: помідорів, часнику, цибулі ріпчастої, моркви, буряка, капусти, гарбуза, кукурудзи, соняшнику, ріпаку, сої, гороху, квасолі тощо .

Запропоноване IMMER Group агротехнологічне рішення допомагає знизити кількість застосовуваних гербіцидів в 3 рази, поліпшити розвиток рослини в 1,4 рази і підвищити врожайність до 71 % навіть в умовах обмеженої вологості.

Застосування біорозкладної мульчуючої плівки компанії IMMER Group сприяє суттєвій економії зрошувальної води. Так, на ділянках зі зрошенням томатів без мульчування ґрунту було проведено 15 поливів, при нормі витрати води 3300 м³/га, сумарне водоспоживання було максимальним – 5070 м³/га. Частка зрошення у сумарному водоспоживанні становила 65,0 %. В той же час на ділянках з чорною плівкою кількість і норма поливів суттєво зменшувалися – на 5 поливів (економія поливної води складала 1020 м³/га або 30,9 %). Частка зрошення у сумарному водоспоживанні становила 56,0 %. Коефіцієнт водоспоживання, що зафіксований в цьому варіанті мульчування 36,0 м³ на одну тону плодів був значно менший, ніж за зрошення без мульчі – 51,0 м³/т, зменшення становило 41,7 % [247].

Використання крапельного зрошення є економічно обґрунтованим і екологічно безпечним способом поливу садів, виноградників, ягідників, овочів та баштанних культур в умовах відкритого ґрунту, а також в теплицях і на присадибних ділянках.

Економія води (від 50–70 % до 2–5 разів); електроенергії (50–70 % і більше), добрив (20–50 %). Ефективність зрошення сягає 85–90 %, оскільки вода надходить безпосередньо до кореневої системи рослин, площа поверхні якої становить від 40 до 60 % обсягу загальної площі

²⁴⁶ Еко-технології, дружні до навколишнього середовища. URL : <https://enviro.uhbdp.org/ua/catalog/31-zelena-enerhetyka/61-mala-biogazova-ustanovka>.

²⁴⁷ Еко-технології, дружні до навколишнього середовища. URL : <https://enviro.uhbdp.org/ua/catalog/31-zelena-enerhetyka/61-mala-biogazova-ustanovka>.

ділянки [248].

В умовах сьогодення Євросоюз розпочав реалізацію нової екологічної моделі розвитку, проголосивши перехід до циркулярної (кругової) економіки. У березні Європейська комісія прийняла план дій, який оголошено одним з основних блоків європейського екологічного курсу (European Green Deal).

Його мета – привести економіку ЄС у відповідність з «зеленим» майбутнім, зміцнити конкурентоспроможність при одночасному захисті навколишнього середовища, забезпечити збереження використовуваних ресурсів як можна довше [249].

Вирішення екологічної проблем при застосуванні інновацій це є якісне відновлення не тільки техніко-технологічного виробництва, але і його використання принципів та маркетингових прийомів, що дозволить збільшити ефект зростання конкуренції аграрного сектору.

Ті принципи, які лежать в основі ефективності екологічних інвестицій дозволяють переорієнтуватися із застарілих технологій на нове покоління екологічних технологій, спрямованих на більш повне й комплексне використання природносировинних ресурсів і мінімізацію внаслідок цього потенційних виробничих відходів.

Отже, як зазначає В. І. Ткачук: «екологізація є напрямом розвитку аграрного сектору, що базується на освоєні екологічних методів господарювання та забезпечує відтворення природних і антропогенних ресурсів за рахунок формування стійких еколого-економічних систем, які спрямовані на збільшення обсягів виробництва конкурентоспроможної аграрної продукції через використання екологічних методів та раціонального залучення підвищення ефективності використання природних, матеріальних і трудових ресурсів сільської місцевості [250].

За дослідженням В. Дідуха: «на сьогоднішній день сегмент світового ринку екологічних технологій складає близько 1000 млрд. євро в рік, являючись вже сьогодні важливим чинником розвитку світової економіки. 45 % цього сегменту займають технологічні рішення в галузі енергозбереження.

Економічне зростання сегменту ринку екологічних технологій складає близько 5,4 % в рік і за оцінками експертів до 2020 р. складатиме 2200 млрд євро в рік».

²⁴⁸ Зелені інновації – шлях до майбутнього. URL : <https://dntb.gov.ua/news>.

²⁵⁰ Ткачук В. І. Екологізація виробництва як пріоритет процесу диверсифікації аграрних підприємств. *Ефективна економіка*. № 4. 2014. URL : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2899>.

Також автор зазначає, що: «...у найближчі кілька років в Україні, за даними фахівців, пріоритетними інвестиціями у розвиток екологічно-безпечних технологій мають бути інвестиції у сферу охорони водних ресурсів (майже 60 % загальних інвестицій), сферу охорони атмосфери (приблизно 16 %) та сферу охорони надр і раціонального використання земель та збереження заповідного фонду (10–12 %). Надзвичайно перспективним вважається використання біопалива, вітрової та сонячної енергії» [251].

Як висновок можемо зазначити, що в умовах сьогодення, хоча Україна і має досить високий інноваційний потенціал, але структура економіки і механізм господарювання є не спроможними повністю використати цей потенціал.

Проблема розвитку екологічних інновацій є основною для підприємництва, який має низький рівень в активності вітчизняних суб'єктів господарювання. Саме аграрії є основними суб'єктами інноваційної діяльності. Але без активного масового підприємництва ні наука, ні державні органи, правові, фінансові, торговельні інститути самостійно інноваційну еко-економіку не сформують. Вся проблема у значних коштах, які потребують екологічні інновації, а найбільше коштів вкладається у промисловість, ніж а аграрний сектор.

У І кварталі 2020 р. інвестиції в економіку України скоротилися на 29 %, у сільське господарство – на 35,3 %.

Про це повідомив завідувач відділу інвестиційного та матеріально-технічного забезпечення Національного наукового центру «Інститут аграрної економіки» Олександр Захарчук [252].

«За його словами, зменшення інвестицій в аграрний сектор економіки на 35,3 %, яке відбулося за три місяці 2020 року, – це один з найбільших спадів капіталовкладень за останні 5 років.

Як результат, у сільському господарстві, яке традиційно забезпечує близько 11–15 % валової доданої вартості держави, накопичуються й поглиблюються численні проблеми, висловив занепокоєння науковець. Основні з них – нерозвиненість виробничої інвестиційної та інноваційної інфраструктури, надмірний знос основних засобів і відсутність умов їх відтворення, недостатня ліквідність інвестицій, невирішеність проблеми іпотеки, брак фінансування заходів з розвитку шляхової мережі на селі тощо» [250].

²⁵¹ Дідух В. Екологізація інноваційної діяльності відповідно до вимог сталого розвитку суспільства. *Ефективність державного управління*. 2011. № 27. С. 359–369.

²⁵² Експерти повідомляють про скорочення інвестицій в економіку України. URL : <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3034670-eksperti-povidomlaut-pro-skorocenna-investicij-v-ekonomiku-ukraini.html>.

Отже, для покращення інвестиційного забезпечення у розвиток екологічних інновацій у аграрний сектор потрібно:

1) сконцентрувати зусилля на реалізацію стратегічних та поточних заходів підвищення ефективності діяльності аграрних підприємств;

2) здійснити підтримку держави у формуванні власних інвестиційних ресурсів;

3) створенні ефективного механізму державної підтримки інноваційно-інвестиційної діяльності аграрних виробників;

4) покращити політику кредитування для залучення інвестицій в екологічні інновації агропромислового комплексу.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

4.1. Вплив сортових властивостей та стимуляторів росту рослин на урожайність побічної продукції ячменю ярого

*Горобець М. В., Писаренко П. В., Міщенко О. В., Гангур В. В.
Полтавська державна аграрна академія*

Ячмінь ярий має важливе значення для повноцінного забезпечення продовольчої безпеки України, адже він відноситься до культур універсального використання. Ячмінь культура багатопланового використання, адже зерно використовується для продовольчих, технічних і кормових цілей. В зерні ячменю ярого міститься 65–68 % вуглеводів, 7–18 % білка, 2,1 % жиру, 1,5–2,5 % золи і 3–5 % клітковини (Т. І. Панкова, 2016) [253, с. 188]. З зерна цієї культури готують перлову, ячну крупу, а також борошно, яку можна домішувати до житнього або пшеничного борошна. У білку зернівки міститься повний набір незамінних амінокислот, включаючи особливо дефіцитні – лізин і триптофан. Ячмінь ярий є відмінною сировиною для пивоварної та спиртової промисловості. З зерна ярого ячменю виробляється солодовий екстракт, який широко застосовується в промисловості. Для виробництва 100 л пива потрібно в середньому 11 кг солоду, 4 кг зерна, 150 г хмелю і 50–120 г дріжджів (І. В. Куркова, 2016) [254, с. 18].

Для отримання високих і стабільних врожаїв ячменю ярого важливе значення має вплив сортових властивостей самих рослин та своєчасне використання стимуляторів (особливо допосівна обробка насіння та подальша обробка посівів у фазі кущення). Переваги стимуляторів росту, перш за все в тому, що вони не переслідують мету біологічного знищення шкідливих організмів, а застосовуються навіть в мікрокількостях для суттєвого впливу на ростові, фізіологічні і формотворчі процеси, що відбуваються в рослинах, дозволяючи людині управляти розвитком останніх в потрібному для себе напрямку. За своїм походженням, стимулятори росту можна розділити на дві основні групи: ендогенні – природні (гібереліни, ауксини, етилен, кініни та ін.) і

²⁵³ Панкова Т. І., Шевченко С. Ю. Вплив різних прийомів обробки ґрунту і мінеральних добрив на продуктивність і урожай ячменю. *Нова наука: проблеми та перспективи*. 2016. № 10. С. 187–190.

²⁵⁴ Куркова І. В., Кузнецова С. А. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность ярового ячменя сорта Амур. *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2016. № 2 (39). С. 17–21.

екзогенні – синтетичні, що отримані в результаті органічного синтезу. Природні стимулятори діють спільно і узгоджено, вони беруть участь в обміні речовин на всіх етапах життя рослини, впливають на процеси росту і формування нових органів, цвітіння, плодоношення, старіння, переходу до спокою і виходу з нього. Синтетичні стимулятори росту є фізіологічними аналогами ендогенних фітогормонів або їх антагоністами, які впливають на загальний гормональний статус рослин дозволяючи, таким чином модифікувати зростання і розвиток в бажаному напрямку і бажаного ступеня.

В даний час накопичена велика кількість експериментальних даних, що підтверджують стимулюючий вплив як природних, так і синтетичних стимуляторів росту на проростання насіння, зростання і продуктивність різних рослин (Н. В. Барбасов, 2017) [255, с. 120]. Обробка насіння гороху сорту Флагман препаратом Альбіт (50 мл/га) вегетуючих рослин у фазі бутонізації-цвітіння (35 мл/га) на чорноземах сприяло збільшенню маси зерна з колоса на 9,8 %, маси 1 000 насінин – на 4,5 %, врожайності зерна – на 15,6 % (В. І. Єсіпов, 2016) [256, с. 115]. Спільне застосування гербіциду та Альбіту по вегетуючим рослинам сприяло підвищенню врожайності зерна гороху на 15 % (М. А. Євдокімова, 2015) [257, с. 17]. Дослідженнями В. В. Глуховцева (2015) [258, с. 20] встановлено, що стимулятори росту істотно підвищували вміст сирого протеїну в зерні зернобобових культур, але не змінювали концентрацію сирого клітковини, жиру і золи. Виробничий досвід з вивчення комплексного впливу стимуляторів росту на продуктивність ячменю ярого показав ефективність застосування біостимулятора Гумат К/Na + мікроелементи. Обробка насіння підвищує урожай ячменю на 17,0 %, а поєднання її з обробкою по вегетації на 35,5 % (ячмінь ярий). Максимальна врожайність в середньому за роки досліджень досягла 1,91 т/га, відповідно (А. В. Васін, 2014) [259, с. 8].

В. В. Глуховцев у своїх дослідженнях, що вивчали використання стимуляторів росту на посівах ячменю ярого роблять висновки про їх

²⁵⁵ Барбасов Н. В., Вільдфлуш І. Р. Вплив макро -, мікродобрив і регуляторів росту на продукційний процес посівів і врожайність ячменю на дерново-підзолистому легкосуглинистому ґрунті. *Ґрунтознавство і агрохімія*. 2017. № 2 (59). С. 119–130.

²⁵⁶ Єсіпов В. І., Петров А. М. Современные ресурс- и влагосберегающие технологии возделывания зерновых культур : учеб. пособие. Самара, 2016. 292 с.

²⁵⁷ Евдокимова М. А., Соловьева Н. И., Данилов А. В., Михайлова А. Г. Стимуляторы роста на посевах ярового ячменя. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. 2015. Вып. XVII. С. 16–18.

²⁵⁸ Глуховцев В. В., Кукушкина Л. А., Дёмина Е. А. Стимуляторы роста в современных технологиях возделывания яровой пшеницы. *Успехи современной науки*. 2015. № 5. С. 19–21.

²⁵⁹ Васін В. Г., Бурунов А. Н. Вплив добрив і обробки посівів препаратами Мегамікс на показники фотосинтетичної діяльності посівів ярої пшениці та ячменю. *Вісник Ульяновської державної сільськогосподарської академії*. 2014. № 1 (25). С. 6–10.

позитивну дію на рослини. За 2011–2014 рр. вивчення виділилися комплекси сучасних добрив для листового підживлення: Амінокат + Флорон, Амінокат + Нутривант Плюс зерновий, Хелатонік + Едагумом і Хелатонік + Біоплант Флора, що поєднують мінеральні та органічні речовини і володіють стимулюючими і антистресовими властивостями. Їх використання на сортах ячменю ярого підвищували урожай зерна від 7,5 до 17,8 % (В. В. Глуховцев, 2015) [260, с. 21].

У 2013 р. були проведені випробування багатоцільового стимулятора росту Біодукс в умовах Белгородської області на посівах ярого ячменю в дозі 4 мл/т для протруювання насіння і 1 мл/га. Встановлено, що обробка в фазу кушіння, сприяє підвищенню врожайності ярого ячменю сорту Княжич на 4,81 ц/га, або на 11,6 %. Він же у дозі 4 мл/т для протруювання насіння перед посівом і 1 мл/га-обробка в фазу кушіння, сприяє підвищенню врожайності ярого ячменю сорту Велес на 5,6 ц/га, або на 11,8 %. У технології обробітку ярого ячменю, доцільно використовувати препарат Біоdux для протруювання насіння перед посівом в дозі 4 мл/т і при обробці посівів у фазі кушіння в дозі 1 мл/га (В. Г. Пожарський, 2014) [261, с. 27].

Польові дослідження, що закладені в 2015–2017 рр. з ранньостиглим сортом ярого ячменю показали, що дворазова обробка посівів ячменю Кристалом у фазі кушіння і виходу в трубку забезпечувала прибавку врожаю до фону 5,6 ц/га, окупність 1 кг НРК кг зерна при цьому склала 14,3 кг. Використання Нутривант Плюс в фазах кушіння і виходу у трубку на основі мінерального підживлення в пропорції $N_{90}P_{60}K_{90}$ забезпечувало прибавку врожайності на рівні 4,3 ц/га (Н. В. Барбасов, І. Р. Вільдфлуш, 2017) [255, с. 124].

Дослідження з вивчення способів застосування стимулятора росту «Емістим Р» на ріст, розвиток і продуктивність зерна ячменю ярого на чорноземовидних середньопотужних ґрунтах. Стимулятором росту «Емістим Р» проводили обробку насіння перед посівом і обприскування рослин у фазу кушіння. Найбільший приріст площі листя в період від кушіння до виходу в трубку відзначений у варіанті при спільному застосуванні азотно-фосфорних добрив і обприскуванням рослин стимулятором «Емістим Р» – 0,26 тис m^2 /сут. на 1 га посіву. Найбільший урожай ячменю ярого отримано при обприскуванні рослин препаратом у

²⁶⁰ Глуховцев В. В., Санина Н. В., Апаліков А. А. Особенности реакции сортов ярового ячменя на внекорневые подкормки в условиях среднего Поволжья. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015. № 6 (56). С. 20–23.

²⁶¹ Пожарский В. Г. Влияние многоцелевого регулятора роста Биодух (Биодукс) на урожайность ярового ячменя. *Современный фермер*. 2014. № 1. 40 с.

фазу кушіння та дворазовій обробці (насіння і рослин) – 36,5 і 36,9 ц/га, відповідно (С. А. Фокін, 2018) [262, с. 328].

В. А. Кулигін та Т. І. Пасько також оцінювали ефективність стимуляторів росту рослин різної хімічної природи при вирощуванні ячменю ярого. Надбавка врожаю зерна при обробці насіння Епіном і Силком склала 3,0–3,9 ц/га, а при спільній обробці насіння і рослин ячменю ярого на IV етапі органогенезу – 5,1–5,4 ц/га. Вивчення впливу тритерпенових регуляторів росту на якість зерна ячменю ярого (Геліос, Парнас, Ростовчанка 5), показало, що обробка препаратами підвищувала вміст сирової клейковини в зерні на 1,3–2,0 % [263, с. 93]. У роботі Л. Ю. Керефової та Б. Х. Губашієва найбільший вміст білка в зерні ячменю ярого відзначено при використанні Агату – 25 К і Краснодара – 1, також вміст клейковини і вихід кондиційного зерна збільшилися [264, с. 56].

Як бачимо з аналізу наукової літератури, позитивний спектр дії стимуляторів росту рослин надзвичайно різноманітний. В першу чергу, це підвищення врожайності та якості зерна, підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, зменшення норм гербіцидів та інсектофунгіцидів при спільному використанні з регуляторами росту, прискорення дозрівання, запобігання про це свідчить досвід багатьох науково-дослідних установ та численні науково-виробничі перевірки. Тому в останнє десятиліття стимулятори росту рослин стали широко використовуватися в товарному виробництві як важливий елемент екологічно безпечних ресурсозберігаючих технологій.

Відомо, що врожайність сучасних сортів ярого ячменю значною мірою залежить від кількісних параметрів основних елементів їхньої структури, а саме – щільності стеблостою, озерненості колоса, маси зернівки та індивідуальної продуктивності колоса. Дослідження з вивчення впливу побічної продукції в поєднанні з різними дозами мінеральних добрив на елементи продуктивності і формування показників структури врожаю різних за біологією сортів ярого ячменю проводили протягом 2017–2019 рр.

Дослідження проводили на експериментальних полях ФГ «Горобець», с. Шилівка, Решетилівського району, Полтавської області. Ґрунти на експериментальних полях низько забезпечені азотом, середньо-фосфором і

²⁶² Фокін С. А. Влияние применения стимулятора роста Эмистим Р на рост и развитие яровой пшеницы. *Растения в муссонном климате. антропогенная и климатогенная трансформация флоры и растительности* : Материалы VIII научной конференции. Благовещенск, 2018. С. 327–241.

²⁶³ Кулигин В. А., Пасько Т. И. Эффективность приемов возделывания ярового ячменя. *Сельскохозяйственные науки*. 2016. № 2. С. 91–94.

²⁶⁴ Кокина Л. П., Щеклеина Л. М. Биологические свойства семян ячменя в зависимости от сроков уборки. *Вестник БГАУ*. 2019. № 1. С. 56–64.

підвищено – калієм. Вміст гумусу – 1,2–2,0 %, рН сол 7–8. ДСТУ ISO 14255:2005 – Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування. ДСТУ 4114–2002 – Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. ДСТУ ISO 14254:2005 – Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності в хлоридно-барійових екстрактах.

Територія господарства – слабо-хвиляста рівнина. Клімат різко континентальний, ГТК = 0,5–0,6. Сума середньодобових позитивних температур повітря дорівнює 3400–3500 °С. Середньорічна кількість опадів 300–350 мм., амплітуда мінімальних і максимальних температур – 7,8 °С (від +43 до – 35 °С). Основними сортами ячменю ярого, які ми використовували були: Геліос, Вакула та Парнас, а стимуляторами росту – Епін-екстра, Циркон, Полістін, контроль (без обробки стимуляторами). Періодичність обробки стимуляторами контрольних полів ячменю ярого – допосівна обробка насіння та обробка посівів у фазі кущення.

Дамо коротку характеристику використовуваним стимуляторам росту. Епін-екстра – стимулятор і адаптоген широкого спектру дії, має сильну антистресову дію, синтезований аналог природної речовини. Діюча речовина препарату «Епін-екстра»: розчин епібрассінолідів в спирті 0,025 г/л. Діючи опосередковано через гормональну систему, він впливає на активність і біосинтез ферментів окисного циклу, надає різнобічний вплив на рослину, підсилює її ріст і підвищує стійкість до біотичних і абіотичних факторів, збільшує урожай і покращує його якість. Натуральна речовина епібрассінолід не є токсичною.

Циркон – природний стимулятор росту, що складається з суміші естерів кавової кислоти (хлорогенової і цикорієвої), отриманий шляхом екстракції з рослин, що є джерелами багатьох лікарських препаратів. Діючою речовиною препарату є суміш гідроксикоричних кислот (ГКК), що отримані з рослинної сировини ехінацеї пурпурової. Циркон є фізіологічно активною сполукою, що виконує функції росторегулятору, антистресового адаптогену і індуктора хворобостійкості. Препарат пролонгує і активує ауксини клітини шляхом інгібування ферменту ауксиноксидази, запобігає зниженню врожайності сільськогосподарських культур, особливо в умовах посухи.

Полістін – біологічно активна фракція пташиного посліду, виділену методом двостадійного мікробіологічного синтезу. Містить весь спектр мікроелементів в біологічно активній формі, а також значні кількості фітогормонів: ауксинів (по індолілу – 3-октової кислоті) не менше 3 мг/л,

гіберелінів (по гібереловій кислоті) не менше 34 мг/л, цитокінінів (по кінетину) не менше 500 мг/л, гумінових і фульво-сполук не менше 2000 мг/л.

Посівна експериментальна площа становила 100 га. Облікова площа становила 100 га. Норма витрати використаних стимуляторів склала: Епін-екстра – 50 мл/га, циркону – 20 мл/га, Полістін – 2 л/га. Якість зерна ячменю ярого відповідало вимогам ДСТУ–3769–98. Ячмінь. Технічні умови. Схожість насіння в лабораторних умовах визначали згідно ДСТУ 4138–2002. Енергія проростання і схожість насіння відповідали вимогам ГОСТу 12038–84.

Хімічний склад зерна ячменю ярого значною мірою визначається сортовими особливостями та агротехнікою його вирощування. Як вже було сказано вище, в його зерні міститься близько 86% сухої речовини. З органічних сполук у зерні переважають вуглеводи, на частку яких припадає до 80 % сухої речовини. Основним представником вуглеводів є крохмаль, який є резервним поживним матеріалом і джерелом енергії зародка. Вирішальна роль у проходженні основних життєвих процесів належить білку, який, у свою чергу, складається з амінокислот.

В середньому за роки досліджень найбільша урожайність ячменю ярого отримана у варіантах при обробці рослин стимулятором Епін-екстра (табл. 1). Урожайність побічної продукції ячменю озимого – соломи, в середньому за три роки досліджень становила 4,45–5,28 т/га. Слід відмітити, що для ячменю озимого, вихід соломи був прямопропорційним урожайності зерна, що позначається і на загальній продуктивності різноротаційних сівозмін. У середньому за три роки досліджень в умовах Полтавської області, ці показники становили: зернових одиниць – 3,10–3,28 т/га, кормових – 5,64–5,87, кормопротейнових – 4,44–4,84, перетравного протеїну – 0,32–0,40 т/га.

1. Вплив сортових властивостей на урожайність побічної продукції ячменю ярого, середнє за 2017–2019 рр.

Сорти	Співвідношення основної продукції до побічної	Урожайність побічної продукції, т/га
Геліос	1:1,35	5,28
Вакула	1:1,30	4,88
Парнас	1:1,31	4,45
НІР0,95	-	0,15

Джерело: особисті результати автора.

Нами встановлено, що із застосуванням стимуляторів росту – Епін-екстра, Циркон і Полістін листової поверхні збільшилася на 3,6; 1,2 і 4,0 тис. м²/га відповідно регуляторам росту. У 2019 р. асиміляційна

поверхня листя посівів ячменю ярого в фазу колосіння була найбільш високою за всі роки досліджень і склала 36,6–42,1 тис. м²/га. Мінімальної вона була у варіантах контроль і при використанні стимулятора Циркон. Обприскування посівів стимуляторами Епін-екстра і Полістін істотно збільшувало асиміляційну поверхню листя досліджуваних сортів ячменю ярого. Застосування стимулятора Епін-екстра дозволило збільшити асиміляційну поверхню листя на 3,8 тис. м²/га, а застосування препаратів Полістін – на 5,4 тис. м²/га, при цьому ефект від його застосування є більш істотним, ніж від застосування стимулятора Епін-екстра. В середньому за 3 досліджувані роки значне збільшення площі асиміляційної поверхні листків посівів ячменю ярого по відношенню до контролю спостерігалось у варіантах з застосуванням стимуляторів Епін-екстра і Полістін і склало відповідно 2,9 і 3,8 тис. м²/га.

Особливості формування врожайності соломи ячменю ярого в залежності від впливу використовуваних стимуляторів росту приведено в табл. 2.

2. Формування врожайності соломи ячменю ярого залежно від впливу стимуляторів росту, середнє за 2017–2019 рр.

Стимулятори росту	Урожайність за сортами, т/га		
	Геліос	Вакула	Парнас
Епін-екстра	5,6	5,3	5,3
Циркон	5,3	5,0	5,1
Полістін	4,8	4,9	4,8
Контроль (без обробки)	4,2	4,4	4,4
НІР0,95	2,2	2,5	2,4

Джерело: особисті результати автора.

Висновки. Нами показано, що стимулятори росту рослин є однією з найперспективніших груп біологічно активних сполук, які з кожним роком поповнюються новими препаратами. Результати дослідження свідчать, що розчини стимуляторів мають позитивний вплив на ріст, урожайність побічної продукції ячменю ярого – сортів Геліос, Вакула та Парнас. Найбільш ефективною за дією на досліджувані показники є обробка розчином стимулятора росту – Епін-екстра. Обробка розчином стимулятору проводили у два прийоми – допосівна обробка насіння та обробка посівів у фазі кущення.

Найкращий позитивний ефект від обробки стимулятором Епін-екстра показав сорт ячменю ярого Геліос, дещо слабший позитивний ефект був зафіксований для сортів Парнас і Вакула. В загальному слід відмітити, що всі досліджувані сорти мали більші показники урожайності ніж у контролі.

4.2. Біоконверсія як засіб зниження негативного впливу сільськогосподарського виробництва на екологічний стан довкілля

Климчик О. М.

Поліський національний університет

Сільське господарство є однією з основних галузей народного господарства, оскільки попит на сільськогосподарську продукцію постійно зростає, в першу чергу внаслідок збільшення чисельності населення. Важливою галуззю агропромислового комплексу є тваринництво, що забезпечує людину необхідними продуктами харчування, а промисловість – сировиною. Проте у зоні тваринницьких комплексів основними екологічними проблемами є забруднення атмосферного повітря сірководнем, аміаком та іншими сполуками, нагромадження патогенних мікроорганізмів тощо.

Наразі сучасні біотехнології переробки відходів тваринництва надають екологічно безпечні способи утилізації відходів тваринницьких комплексів – стоків з тваринницьких ферм, підстилкового гною тощо. Зокрема високий енергетичний потенціал гною дає можливість використовувати його для одержання альтернативного палива – біогазу. Цей напрям утилізації гною в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів набуває особливо важливого значення.

Одним із шляхів раціонального використання енергії рідкого гною тваринницьких ферм є його метанове зброджування, при якому знешкоджуються стоки, утворюється біогаз і фугат як цінне органічне добриво [265]. Метанове зброджування гнойових стоків відбувається у біогазових установках (БГУ), в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів, а також рослинних решток одержують біогаз та органічне добриво. Біогаз має всі переваги, що властиві природному газу: він легко транспортується по газопроводах, згоряє без диму й залишку (попелу, шлаку). Слід особливо підкреслити значення БГУ у гарантованому знищенні збудників інфекційних хвороб, що нерідко присутні у гною [266].

Сучасним сільськогосподарським підприємством є СТОВ «Пермога» с. Іванківці Житомирського району, що спеціалізується на вирощуванні хмелю, зернових та розведенні великої рогатої худоби (ВРХ). Проте основні екологічні проблеми у зоні розташування тваринницьких ферм

²⁶⁵ Біоконверсія в управлінні агроєкосистемами / Городний Н. М., Тивончук С. А., Бэрри Э. С., Быкин А. В. Київ, 1996. 232 с.

²⁶⁶ Мельничук М. Д., Кляченко О. Л. Біотехнологія в агросфері : навч. посіб. Київ, 2014. 247 с.

підприємства полягають у тому, що інтенсифікація тваринництва потребує правильного використання відходів, які нагромаджуються у великій кількості і здійснюють шкідливий вплив на довкілля [267]. Тому вельми перспективним є застосування безвідходного способу утилізації відходів тваринницьких ферм – біогазової технології [266].

Для невеликих сільськогосподарських підприємств, таких як СТОВ «Перемога», доцільно використовувати метантенки (бродильні камери) з нерухомими перекриттями, діаметром 24 м і загальною висотою 19,6 м [268]. Корисний об'єм метантенка – 5200 м³, перекриття напівсферичні. У верхній частині перекриття розташована горловина діаметром 4 м і висотою 2,5 м. Для збору газу на горловині метантенка встановлені газові ковпаки висотою 3,8 м. Тиск газу в них становить 3–3,5 кПа. Вітчизняний досвід показує, що відношення діаметра метантенка до його глибини має знаходитись в межах 1: 1–1: 0,8 [270].

У разі нормальної роботи реактора отриманий газ містить близько 70 % метану, вуглекислого газу – 40 %, сірководню – до 3 % [269]. Він не має неприємного запаху, а його теплоутворювальна властивість сягає 25 МДЖ/м³. Залишковий продукт синтезу метану містить велику кількість поживних речовин та мікроелементи – такі як фосфор, калій і азот. Ці рештки можна використовувати як добрива.

Установки з об'ємом метантенка від 800 м³ можуть бути побудовані на фермі СТОВ «Перемога» з поголів'ям ВРХ у 200–600 голів. Одним із важливих факторів, що впливають на об'єм біогазу, є вид біомаси, яка зброджується. Для одержання високої рентабельності вміст сухої речовини у гною має становити понад 8–10 %, органіки – 85 % [269]. Тому проектування метантенка БГУ починають із розрахунку добового та річного виходу гнойової біомаси. Добовий вихід безпідстилкового гною визначається як сума екскрементів та кількості води, що надходить з усіх джерел у систему гноєвидалення; у випадку утримання тварин з використанням підстилки, враховується її кількість [268].

На фермі даного підприємства практикують два основних способи утримання худоби – прив'язний та безприв'язний. Останній поділяють на вільно вигульний, утримання на глибокій підстилці та комбінований.

Визначимо ефективність біоконверсії гнойової біомаси в біогаз на даному підприємстві у разі утримання на фермі 600 голів ВРХ.

²⁶⁷ Мельник Н. М., Климчик О. М. Оцінка екологічного стану довкілля в межах впливу СТОВ «Перемога» с. Іванківці Житомирської області. *Наука. Молодь. Екологія* : зб. допов. учасників VI-ї наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. Житомир, 2010. С. 65–66.

²⁶⁸ Агроекологія : навч. посібник / Смаглій Ф.О., Кардашов А.Т., Литвак П.В. та ін. Київ, 2006. 671 с.

²⁶⁹ Никитин Г. А. Метановое брожение в биотехнологии : учеб. пособ. Киев, 1990. 207 с.

Добовий вихід безпідстилкового гною визначаємо [268]:

$$Q_{\text{Гдоб}} = (M_{Ej} + B_j) \cdot N_j, \quad (1)$$

де $Q_{\text{Гдоб}}$ – добовий вихід гною, т; M_{Ej} – добова маса екскрементів від однієї голови, кг (приймаємо 55 кг); B_j – добова кількість води, яка потрапляє в систему гноєвидалення, кг; N_j – поголів'я тварин, що одночасно утримується на фермі чи комплексі, гол.

Добову кількість води, що потрапляє в систему гноєвидалення, розраховуємо:

$$B_j = K \cdot M_{Ej}, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт, який враховує тип конвеєрної системи і розраховується в залежності від добового виходу екскрементів тварин.

Для умов ферми СТОВ «Перемога» приймаємо $K=0,3$ [265]. Добова кількість води, що потрапляє в систему гноєвидалення, дорівнює: $B_j=16,5$ кг, добовий вихід гною становить: $Q_{\text{Гдоб}}=33,06$ т.

Добовий вихід гнойової біомаси у разі використання підстилки визначаємо:

$$Q_{\text{ПГ}} = (M_{Ej} + B_j + M_{\text{Пj}}) \cdot N_j, \quad (3)$$

де $Q_{\text{ПГ}}$ – добовий вихід гною, т; M_{Ej} – добова маса екскрементів від однієї голови, кг, B_j – добова кількість води, яка потрапляє в систему гноєвидалення, кг; $M_{\text{Пj}}$ – добова маса підстилки на 1 гол., кг. Норми витрат підстилкового матеріалу залежить від способу утримання тварин (для прив'язного способу $M_{\text{Пj}} = 1,5$ кг) [268].

Для даної ферми добовий вихід гнойової біомаси з використанням підстилки становитиме: $Q_{\text{ПГ}}=43,8$ т.

Річний вихід гнойової маси визначаємо:

$$Q_{\text{Грічн}} = Q_{\text{Гдоб}} \cdot t, \quad (4)$$

де t – кількість діб у році.

Тоді річний вихід гнойової біомаси становить: $Q_{\text{Грічн}}=12066,9$ т.

При стійлово-табірному утриманні з використанням підстилки у приміщеннях і без підстилки у таборах річний вихід гнойової маси розраховуємо [268]:

$$Q_{\text{Грічн}}^{\text{cm}} = \left[(M_{Ej} + M_{\text{Пj}} + B_j) \cdot t_{\text{п}} + (M_{Ej} + B_j) \cdot t_{\text{л}} \right] \cdot \frac{N_j}{1000}, \quad (5)$$

де t – обліковий час, діб: час утримання тварин у приміщенні – $t_{\text{п}}$ (245 діб); у літніх таборах – $t_{\text{л}}$ (120 діб); t – 365 діб.

Тоді для ферми річний вихід гнойової маси при стійлово-табірному утриманні дорівнює: $Q_{\text{Грічн}}^{\text{cm}}=15879$ т; добовий, відповідно – $Q_{\text{Гдоб}}^{\text{cm}}=43,5$ т.

Річний вихід гною при стійлово-пасовищному утриманні визначаємо:

$$Q_{Грічн}^{cn} = \left[(M_{Ej} + M_{Пj} + B_j) \cdot t_{п} + (M_{Ej} + B_j) \cdot 0,3 \cdot t_{л} \right] \cdot \frac{N_j}{1000}, \quad (6)$$

Тоді для ферми річний вихід гною при стійлово-пасовищному утриманні становить: $Q_{Грічн}^{cn} = 12275,4$ т, добовий – $Q_{Гдоб}^{cn} = 33,63$ т.

На вихід біогазу істотно впливає хімічний склад гнойової біомаси. Оптимальними для вихідної гнойової біомаси є такі фізико-хімічні параметри: концентрація сухої речовини на рівні 8–12 %, вміст органічної речовини – не менше 80 %, рН 6,5–7,5 [269]. Для визначення вмісту сухої речовини в гнойовій біомасі необхідно мати дані щодо вологості гною.

Вологість безпідстилкового гною визначаємо за формулою:

$$W_{Г}^{\delta} = \frac{W_E + 100z}{1 + z}, \quad (7)$$

де $W_{Г}^{\delta}$ – відносна вологість гною, %; W_E – відносна вологість екскрементів, %; z – показник, який враховує кількість води, що потрапляє в систему гноєвидалення [268].

Вологість безпідстилкового гною ферми ($z = 0,2$): $W_{Г}^{\delta} = 88$ %.

Вологість підстилкового гною визначаємо за формулою:

$$W_{Г}^{\Pi} = W_E - 0,01 \cdot P_{П} \cdot (W_E - W_{П}) + 0,01 \cdot P_B \cdot (100 - W_E), \quad (8)$$

де $W_{Г}^{\Pi}$ – відносна вологість гною, %; W_E – відносна вологість екскрементів, %; $W_{П}$ – вологість підстилки (соломи – 19,6 %); $P_{П}$, P_B – відсоткове співвідношення в гнойовій масі підстилки і води, %.

Визначення $P_{П}$ та P_B здійснюємо за наступними формулами:

$$P_B = \frac{B_j \cdot 100}{M_{Ej} + B_j + M_{Пj}}, \quad (9)$$

$$P_{П} = \frac{M_{Пj} \cdot 100}{M_{Ej} + B_j + M_{Пj}}. \quad (10)$$

Тоді $P_B = 20,6$ %, $P_{П} = 2,05$ %;

Тоді вологість підстилкового гною: $W_{Г}^{\Pi} = 87,8$ %.

Вологість гною, який надходить з ферми, розраховуємо:

$$W_{Г} = \frac{(W_1 \cdot 2) + W}{3}, \quad (11)$$

де $W_{Г}$ – відносна вологість гною, %; W_1 – відносна вологість гною при підстилковому утриманні, %; W_2 – відносна вологість гною при безпідстилковому утриманні, %.

Тоді вологість гною, який надходить з ферми: $W_{\Gamma}=87,9\%$.

Вміст сухої речовини в гнойовій біомасі визначаємо:

$$P_{\text{аср}} = \frac{Q_{\Gamma} \cdot (100 - W_{\Gamma})}{100}, \quad (12)$$

де $P_{\text{аср}}$ – вміст абсолютно сухої речовини в гнойовій біомасі; Q_{Γ} – вихід гною з ферми (добовий або річний), т; W_{Γ} – відносна вологість гною, який надходить з ферми, %.

Вміст сухої речовини в гнойовій біомасі: $P_{\text{аср}}=1460,1$ т.

Кількість органічної речовини в гнойовій біомасі, яку одержують від тварин за добу (за рік), визначаємо:

$$Q_P = P_{\text{аср}} \cdot 0,8, \quad (13)$$

де Q_P – добова або річна кількість органічної речовини в гної, кг (т); $P_{\text{аср}}$ – добова або річна кількість абсолютно сухої речовини, кг (т).

Тоді кількість органічної речовини в гнойовій біомасі $Q_P=1168,08$ т.

Найбільш значущі параметрами системи анаеробного зброджування гнойової біомаси такі: добова продуктивність реактора (метантенка) або його здатність пропускати кількість гною, який виходить з ферми: добовий обсяг завантаження бродильної камери; об'єм реактора БГУ; добовий та річний вихід біогазу, залежно від хімічного складу гнойової біомаси та ін. [269].

Добову продуктивність реактора визначаємо:

$$G_{\text{доб}} = \frac{Q_{\Gamma\text{річн}}}{t - t_p}, \quad (14)$$

де $G_{\text{доб}}$ – добова продуктивність щодо вихідного гною, т/добу; $Q_{\Gamma\text{річн}}$ – річна кількість гнойової біомаси, що утворюється на фермі, т; t – кількість діб у році; t_p – тривалість роботи реактора, діб (близько 30 діб).

Тоді продуктивність реактора: $G_{\text{доб}}=36,02$ т/добу.

Добовий обсяг завантаження метантенка визначаємо:

$$Q_{\text{доб}}^M = \frac{W_{\Gamma 1} \cdot Q_{\text{доб}}}{W_{\Gamma 2} \cdot g_{\Gamma}}, \quad (15)$$

де $Q_{\text{доб}}^M$ – добовий обсяг завантаження метантенка, м³; $W_{\Gamma 1}$ – відносна вологість гною, який надходить з ферми, %; $W_{\Gamma 2}$ – відносна оптимальна вологість гною (88–92 %); $Q_{\text{доб}}$ – добовий вихід гною на фермі, т; g_{Γ} – питома вага 1 м³ гною при оптимальній вологості, т/м³ (76 т/м³ [268]).

Тоді добовий обсяг завантаження метантенка на даному підприємстві становитиме: $Q_{\text{доб}}^M=0,44$ м³.

Рентабельність біогазового виробництва значною мірою залежить від об'єму (місткості) бродильної камери БГУ. При її проектуванні, перш за все, враховується кількість гнойової біомаси, яка підлягає утилізації, та режим роботи БГУ (мезофільний або термофільний):

$$V_K = \frac{Q_{доб}^M \cdot 100}{p \cdot g_K}, \quad (16)$$

де V_K – місткість бродильної камери, м^3 ; $Q_{доб}^M$ – добовий обсяг завантаження метантенка, м^3 ; p – добова доза завантаження, % (для мезофільного процесу – 7%, для термофільного процесу – 15%); g_K – коефіцієнт заповнення камери (у межах 0,8–0,95) [268].

Тоді для умов підприємства $V_K=7,86 \text{ м}^3$.

Максимальний вихід біогазу на стадії найбільш інтенсивного метаногенезу залежить від хімічного складу біомаси, який визначається видом тварин і відповідно раціоном, який вони одержують. З одного кг сухої речовини гнойової біомаси, внесеної в реактор БГУ, теоретично можна одержати в середньому 0,4–0,6 м^3 біогазу [269]. Враховуючи те, що лише 40–50 % сухої речовини у процесі метаногенезу трансформується в біогаз, реальний вихід біогазу з одного кг сухої речовини гною ВРХ становить у середньому 0,2–0,5 м^3 , за умови, що реактор працює у мезофільному режимі. При ферментації екскрементів від однієї голови ВРХ можна отримати середньодобовий об'єм біогазу – 1,5 м^3 .

Добовий вихід біогазу визначаємо з врахуванням вмісту в гнойовій біомасі сухої (ф. 17) або органічної (ф. 18) речовини:

$$V_{\Gamma} = \frac{P_{аср} \cdot R}{100 \cdot k \cdot \gamma}, \quad (17)$$

де V_{Γ} – добовий або річний вихід біогазу, м^3 ; $P_{аср}$ – добова або річна кількість сухої речовини, кг (т); R – стан розкладання органічної речовини, % (30); k – коефіцієнт розчинності біогазу (1,1–1,5); γ – питома вага біогазу (при вмісті за об'ємом: метану 65 % та діоксиду вуглецю 35 % – дорівнює 0,00117 т/ м^3 або 1,17 кг/ м^3) [268].

Тоді для підприємства СТОВ «Перемога» $V_{\Gamma} = 340349,65 \text{ м}^3$.

$$V_{\Gamma} = P_{аср} \cdot k_p \cdot p_{\delta}, \quad (18)$$

де V_{Γ} – добовий або річний вихід біогазу, м^3 ; $P_{аср}$ – добова або річна кількість сухої речовини, кг; k_p – коефіцієнт зброджування органічної речовини (0,3); p_{δ} – вихід біогазу з 1 кг органічної речовини (гній ВРХ – 0,2–0,5 м^3) [269].

Після зброджування гнойової біомаси та одержання біогазу залишається тверда та рідка фракція гною – шлам і надосадова рідина відповідно. В середньому з одного кг органічної речовини, біологічно розкладеної на 70 %, можна одержати 0,5 кг біогазу, 0,2 кг води і 0,3 кг нерозщепленого залишку шламу [269].

Річний вихід твердої фракції визначаємо:

$$M_{Шрічн} = Q_{Грічн} \frac{W_g - W_{Г}}{W_g - W_{Ш}}, \quad (19)$$

де $M_{Шрічн}$ – річна маса шламу, т; $Q_{Грічн}$ – річний вихід гною, т; W_g – вологість рідкої фракції, % (98–99 %); $W_{Г}$ – вологість гною, що завантажується, % (88–92 %); $W_{Ш}$ – вологість шламу, % (87 %) [265].

Тоді річний вихід твердої фракції $M_{Шрічн}=10969,91$ т.

Добовий вихід шламу визначаємо:

$$M_{Шдоб} = \frac{M_{Шрічн}}{t}. \quad (20)$$

Тоді добовий вихід шламу: $M_{Шдоб}= 30,05$ т.

Річний вихід рідкої фракції визначаємо:

$$M_{грічн} = Q_{Грічн} \frac{W_{Г} - W_{Ш}}{W_g - W_{Ш}}, \quad (21)$$

де $M_{грічн}$ – річна маса рідкої фракції, т.

Для даного підприємства $M_{грічн}=1097,0$ т.

Відносну кількість рідкої фракції визначаємо:

$$M_{грічн}^o = \frac{M_{грічн} \cdot 100}{Q_{Грічн}}. \quad (22)$$

Тоді відносна кількість рідкої фракції становить: $M_{грічн}^o = 9,1$ %.

Добовий вихід рідкої фракції визначаємо:

$$M_{гдоб} = \frac{M_{грічн}}{t}. \quad (23)$$

Добовий вихід рідкої фракції становить: $M_{гдоб}= 3,0$ т.

Величину теплової енергії, необхідної для підігрівання біомаси, визначаємо:

$$E_{БГУ} = C \cdot Q_{Грічн} \cdot \Delta t, \quad (24)$$

де $E_{БГУ}$ – тепла енергія, потрібна для підігріву гною до температури бродіння, МДж; C – питома теплоємність рідкого гною (4,19 Кдж/кг·град); $Q_{Грічн}$ – річна кількість гною, яка утворюється на фермі, кг; Δt – різниця температури зброджування $t_{збр}$ і температури вихідного гною $t_{Г}$, °С ($t_{збр}$

залежить від режиму роботи БГУ, а t_{Γ} гною становить у теплий період року в середньому $+20^{\circ}\text{C}$; в холодний $+10^{\circ}\text{C}$.

Цей показник визначаємо окремо для теплого (245 діб) і холодного періоду (120 діб) [265]:

$$E_{\text{БГУ}_{\text{тп}}} = C \cdot Q_{\text{Гдоб}} \cdot 245 \cdot \Delta t, \quad (25)$$

$$E_{\text{БГУ}_{\text{хп}}} = C \cdot Q_{\text{Гдоб}} \cdot 120 \cdot \Delta t. \quad (26)$$

Тоді $E_{\text{БГУ}_{\text{тп}}}=893098,5$ МДж; $E_{\text{БГУ}_{\text{хп}}}=169091,64$ МДж; $E_{\text{БГУ}_{\text{річн}}} = 1062190,14$ МДж.

Кількість біогазу, необхідного для підігріву біомаси, визначаємо:

$$Q_p^{\circ} = \frac{\sum E_{\text{БГУ}}}{g}, \quad (27)$$

де Q_p° – кількість біогазу, необхідного для підігріву біомаси, м^3 ; g – теплотворна здатність біогазу ($g=22$) [269].

Тоді необхідна кількість біогазу становитиме: $Q_p^{\circ}=48281,37$ м^3 .

Частку біогазу, необхідну для підігріву гною, визначаємо:

$$\eta = \frac{Q_{\Gamma}^{\circ}}{V_{\text{Грічн}}}, \quad (28)$$

де Q_{Γ}° – необхідна кількість біогазу для підігріву біомаси, м^3 ; $V_{\text{Грічн}}$ – річний вихід біогазу, м^3 .

Для БГУ СТОВ «Перемога» $\eta=0,14$.

Максимальний теоретичний коефіцієнт виходу товарного біогазу $K_{\text{тб}}$ визначаємо:

$$K_{\text{тб}} = 1 - \eta. \quad (29)$$

Для БГУ СТОВ «Перемога» $K_{\text{тб}}=0,86$.

Річний обсяг виходу товарного біогазу визначаємо:

$$V_{\text{тб}} = V_{\text{брічн}} \cdot K_{\text{тб}}, \text{ м}^3. \quad (30)$$

Тоді річний обсяг товарного біогазу становитиме: $V_{\text{тб}}=292700,7$ м^3 .

Коефіцієнт ефективності БГУ характеризує енергетичний і техніко-технологічний рівень БГУ:

$$K_{\text{ef}} = \frac{Q_{\text{БГУ}_{\text{повн}}} + E_{\text{БГУ}}}{Q_{\text{брічн}}}, \quad (31)$$

де $Q_{\text{БГУ}_{\text{повн}}}$ – повна теплова енергія, яка виробляється БГУ, МДж, що визначається таким чином:

$$Q_{\text{БГУ}_{\text{повн}}} = V_{\text{Грічн}} \cdot 22, \text{ МДж}; \quad (32)$$

де $E_{БГУ}$ – теплова енергія, необхідна для підігріву гною до температури бродіння, МДж.

Коефіцієнт ефективності БГУ, запроектованої для тваринницької ферми СТОВ «Перемога» становитиме $K_{ef} = 3,23$.

Виконані розрахунки показують, що на базі тваринницької ферми в СТОВ «Перемога» на 600 голів ВРХ можна отримати 32,5 м³ біогазу/год. З нього можна виробити 70 кВт/год електроенергії і тепло для підігріву метантенка; вироблюваної електроенергії буде достатньо для покриття власних потреб господарства.

Таким чином, для умов тваринницької ферми СТОВ «Перемога» с. Іванківці Житомирської області встановлення невеликого метантенку об'ємом 800 м³, який в результаті біоконверсії гнойової біомаси в біогаз утилізуватиме відходи тваринницьких ферм, дасть можливість повністю перероблювати гнійні відходи в добриво та отримувати газ метан, використання якого зменшить власні витрати; дозволить створити незалежні джерела електро- і теплопостачання та отримати високоякісні органічні добрива, а також внести значний вклад у поліпшення екологічної обстановки в зоні впливу підприємства

4.3. Основні складові інтенсифікації біологічного агровиробництва

Новохацький М. Л., Таргоня В. С., Бондаренко О. А.

Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого»

Крутякова В. І., Бельченко В. М.

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН України

Сучасна агроекологічна наукова думка велику увагу приділяє біологічним (органічним, екологічним, біодинамічним, адаптивним) технологіям, що засновані на екологізації і біологізації інтенсифікаційних процесів. *Біологізація* – максимальне узгодження технології з біологічними потребами культури і сорту. Тобто створюються оптимальні умови для розвитку саме рослинного організму. Наразі біологізація в основному йде шляхом заміни того чи іншого хімічного препарату на біологічну альтернативу. Наступний рівень біологізації полягає в насиченні ґрунту і поверхні рослини корисними мікроорганізмами. І, нарешті, третій рівень біологізації – *технологія створення стійких ценозів*, здатен вивести виробництво сільськогосподарських культур на найвищий рівень врожайності та рентабельності.

Науковим проблемам інтенсифікації біологічного агровиробництва та використання біотехнологічних альтернатив для вирощування високоякісної органічної продукції присвячені дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Найбільш відомими за цим напрямком в Україні є наукові праці: В. Артиша [270], В. Вовка [271], В. Гармашова [272], О. Попової [273], С. Бегей [274] та інших. Не зважаючи на їх значні наукові результати, в сучасних умовах розвитку постіндустріальних агротехнологій, забезпечення ефективної інтенсифікації біологічного виробництва потребує комплексного системного підходу.

Цілями даного дослідження є напрацювання концептуальної системи основних складових інтенсифікації біологічного агровиробництва, а також визначення перспективних напрямків забезпечення впровадження біотехнологічних альтернатив.

На рис. 1 представлена концептуальна схема основних складових інтенсифікації біологічного агровиробництва, що пропонується авторським колективом.

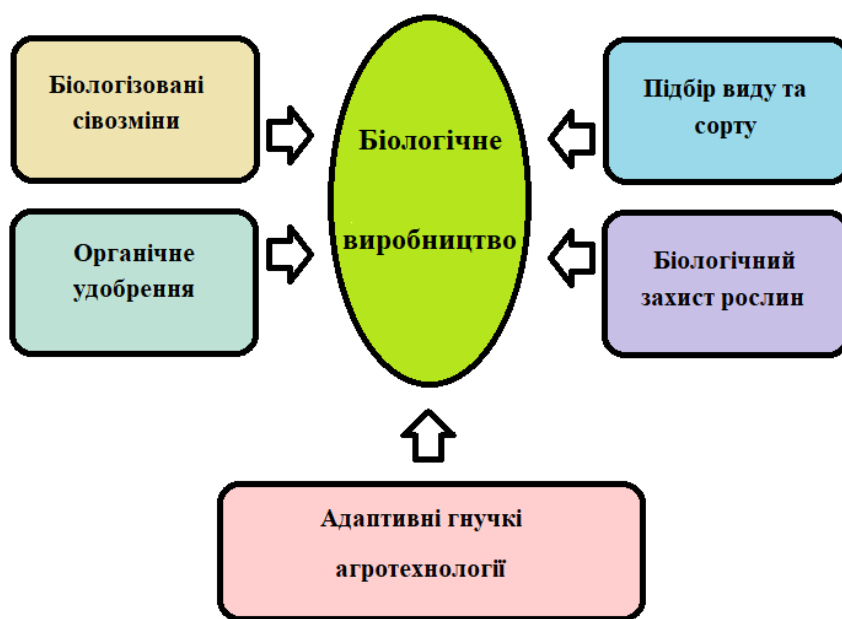


Рис. 1. Схема основних складових інтенсифікації біологічного агровиробництва

Джерело: адаптовано з [275].

²⁷⁰ Артиш В. І. Управлінські аспекти розвитку виробництва екологічно чистої продукції в сільському господарстві України. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2006. № 102. С. 242–247.

²⁷¹ Вовк В. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє. URL : <http://www.lol.org.ua/ukr/vegetables/showart.php?id=15634>.

²⁷² Гармашов В. В., Фомічова О. В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 7. С. 11–16.

²⁷³ Попова О. Л. Сталий розвиток агросфери: політика і механізми ; НАН України, Ін-т екон. та прогноз. Київ : 2009. 352 с.

²⁷⁴ Бегей С. В. Екологічне землеробство: підручник. Львів : ПП «Новий Світ-2000», 2010. 429 с.

²⁷⁵ Новохацький М. Л., Таргоня В. С., Бондаренко О. А. Концепція інтенсифікації біологічного агровиробництва. *Збірник пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке*. 2018. Вип. 22 (36). URL : http://www.ndipvt.com.ua/zbirnyk_2018_17.html

Біологізована сівозміна – це екологічно врівноважена сівозміна, яка передбачає не тільки науково обґрунтоване чергування культур і парів у часі й на території з використання сидератів та нетоварної частини врожаю, а й перенесення частини біологічних та мікробіологічних процесів з агробіоценозу на спеціалізовані біотехнологічні майданчики з подальшим їх поверненням в якості біоматеріалів та біологічних агентів. Алгоритм розроблення та використання біологізованих сівозмін в органічному виробництві представлено авторами в [276].

Для ефективного впровадження біологізованої сівозміни, вона має включати не менше 20 % бобових культур плюс біопрепарати. Бобові культури сприяють оздоровленню і збільшенню різноманітності агроценозів. Вони представляють великий інтерес в сівозміні зернових господарств порівняно з іншими культурами завдяки здатності зв'язувати азот повітря. Наприклад, після збирання сої в ґрунті залишається 70–80 кг/га біологічно фіксованого азоту, що прирівнюється до внесення 2–3 ц мінеральних азотних добрив або 30–40 т гною [277]. При вирощуванні сільськогосподарських культур близько 50 % азоту в ґрунт потрапляє з азотними добривами, на виробництво яких витрачається 1/3 енергії, що використовує сільське господарство. А використання в сівозміні азотфіксуючих бобових культур і біопрепаратів азотфіксуючих бактерій забезпечує збереження цієї енергії. Дослідженнями встановлено, що бобові культури в симбіозі з бульбочковими бактеріями здатні фіксувати з повітря велику кількість азоту: конюшина – 180–670 кг/га, люцерна – 200–460 кг/га, соя – 90–240 кг/га, горох – 70–160 кг/га, люпин – 150–450 кг/га [278].

Органічне удобрення передбачає використання сидеральних культур, біологічних препаратів для відновлення родючості та біогумусів. Виробництво біологічно активних добрив біогумусів доцільно здійснювати шляхом вермикомпостування, метанової ферментації та компостування в закритих реакторних системах. Необхідним є дотримання землеробського закону повернення поживних речовин, згідно з яким елементи живлення, відчужені з урожаєм сільськогосподарських культур, мають бути повернені в ґрунт. З точки зору агроекології, винесення з агробіоценозу вирощеної ним за сезон біомаси не повинно перевищувати 30 %. Це є товарна частина врожаю.

²⁷⁶ Новохацький М. Л., Таргоня В. С., Бондаренко О. А. До питання розроблення біологізованих сівозмін біологічного агровиробництва. *Збірник пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке*. 2018. Вип. 23 (37). С. 168–172.

²⁷⁷ Гербициды и бобово-ризобияльный аппарат сои на темно-серых лесных почвах центрального Черноземья / Беседин Н. В., Соколова И. А., Белкин А. А., Кругликов А. Ю. *Вестник Орловского ГАУ*. 2009. № 3. С. 45–48.

²⁷⁸ Бобро М. А., Огурцова С. М., Михеев В. Г. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 58. С. 231–236.

У низці країн з розвиненою економікою, наприклад Нідерландах, така норма є узаконеною. Корми та перероблена й утилізована в межах агроландшафту товарна біомаса, яка повертається в ґрунт органічними добривами, не вважається відчуженою.

Підбір сорту та виду вирощуваної сільськогосподарської культури має враховувати її стійкість та пристосованість до умов регіону господарювання. Вітчизняні наукові установи останніми роками створили низку високопродуктивних сортів основних сільськогосподарських культур, які добре пристосовані до окремих природно-кліматичних зон. Проте, при впровадженні біологічного виробництва, зокрема – в період становлення, слід обов'язково враховувати прогнозовані зміни клімату. Оскільки за зміни кліматичних умов відбуваються неминучі зміни біотопу (мікрофлори ґрунту, ентомофауни, бур'янів тощо), а отже потребують корекції видовий та сортовий склад сільськогосподарських рослин, які культивуються.

Біологічний захист рослин. Для забезпечення відповідного рівня ефективності біологізовані агротехнології, як і сучасні технології отримання високих урожаїв, в агропромисловому комплексі повинні передбачати надійний захист рослин від хвороб, шкідників і бур'янів. Оскільки збитки сільського господарства від шкідливих організмів у середньому складають 25–30 % [279]. Ефективне біологічне агровиробництво не можливе без вирішення проблем захисту рослин на основі комплексного використання біотехнологічних альтернатив.

Біологічний метод захисту рослин як комплексний метод широкого спектра дії, передбачає [280]:

- захист насіння та рослин від хвороб і шкідників;
- підвищення стійкості рослин до фітопатогенів;
- поліпшення живлення рослин і підвищення їхньої врожайності;
- стимулювання росту і розвитку рослин біологічно активними сполуками;
- зниження втрат сільськогосподарської продукції від хвороб і шкідників під час зберігання і транспортування;
- поліпшення структури і родючості ґрунтів;
- підвищення екологічної стійкості агроценозів;
- загальне поліпшення екологічного стану навколишнього

²⁷⁹ Методологічні і біотехнологічні основи індукції механізмів захисту рослин від хвороб (наукові основи і рекомендації) / М. Д. Мельничук, В. В. Теслюк, В. О. Дубровін, І. П. Григорюк, В. Ф. Камінський, І. І. Кошевський, В. В. Редько, О. А. Бойко, Ю. В. Коломієць. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2011. 41 с.

²⁸⁰ Krutiakova V. I., Gulych O. I., Pylypenko L. A. Biological technique of protection of crops: prospects for Ukraine. URL : <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-20>.

природного середовища та здоров'я населення.

В Україні застосовують біологічні препарати захисту рослин різного спектра дії: проти шкідників і збудників хвороб, мишоподібних гризунів, для підвищення врожаю, фіксації атмосферного азоту, мобілізації важкодоступного фосфору, стимуляції росту. Найбільше застосування отримали мікробіологічні препарати бактеріального і грибкового походжень, а також ентомологічні препарати [280].

Адаптивні гнучкі агротехнології у сучасних умовах ведення землеробства є чи не єдиним заходом, який може стримати подальше зниження родючості ґрунтів, стабілізувати виробничі системи, знизити залежність від технологічних факторів і таким чином підвищити конкурентоспроможність сільськогосподарського органічного виробництва на внутрішньому та зовнішньому ринках продовольства. Впровадження адаптивних гнучких агротехнологій передбачає щосезонне внесення змін в агротехнологію на основі метеорологічних та фітосанітарних прогнозів

Основний обробіток ґрунту відноситься до найбільш трудомістких операцій в технології вирощування сільськогосподарських культур. Під сучасною системою обробітку ґрунту розуміють послідовний набір операцій, що виконують між збиранням попередника і сівбою культури. Вона повинна бути диференційованою залежно від ґрунтово-кліматичної зони, а також на кожному полі, враховуючи попередник, вологозабезпечення, рельєф, забур'яненість тощо. Система обробітку ґрунту має створити рівномірно розпушений, зернистий, дрібно грудкуватий посівний шар; загорнути і добре змішати з ґрунтом рослинні рештки, створити пухкий, добре оструктурений орний шар з щільністю ґрунту 0,9–1,2 г/см²; вирівняти поверхню ґрунту; максимально очистити поле від бур'янів, шкідників та хвороб; створити передумови для накопичення ґрунтової вологи.

В умовах загострення енергетичної ситуації важливого значення набуває удосконалення агротехнічних заходів вирощування, які повинні суттєво зменшити енерговитрати. Напрямок на мінімалізацію числа обробок і зниження їх глибини цілком виправдане, оскільки націлене не лише на зменшення енергетичних витрат, але і на нормалізацію процесів мінералізації органічних речовин і накопичення гумусу в ґрунті, запобігання ерозії. Однак, за деякими даними, заміна оранки поверхневою обробкою призводить до сильного ущільнення орного шару ґрунту, особливо його нижньої частини.

Відповідно до виробничих проблем, які потребують вирішення,

техніко-технологічні рішення можуть відповідати таким рівням [281]:

1. Вибір оптимального чи раціонального рішення виходячи із показників конкретного сільськогосподарського підприємства, наявності машинно-тракторного парку, фінансових та матеріальних ресурсів;

2. Вирішення техніко-технологічного протиріччя щодо конкретної технологічної операції, застосування біотехнологічної або агротехнічної альтернативи;

3. Вирішення комплексу техніко-технологічних і агроекологічних протиріч, що дозволяють відновити малий колообіг поживних речовин, вирішити проблеми збереження родючості, отримання високоякісної продукції шляхом досягнення синергетичного ефекту.

Для розроблення техніко-технологічних рішень з метою інтенсифікації біологічного агровиробництва пропонується використання таких методів [281]:

- метод біотехнологічної заміни;
- метод винесення біогенних процесів з агробіоценозу на промислові майданчики;
- метод випередження кліматичних змін;
- метод введення в трофічний ланцюг агробіоценозу додаткової ланки для ізолювання або видалення забруднюючих речовин;
- метод використання прийомів та елементів точного землеробства.

В залежності від інтенсивності впливу на ланки трофічного ланцюга агробіоценозу авторами рекомендовано використовувати таку класифікацію біологічних агровиробництв [275]:

Біологічне виробництво – повна відмова від застосування агрохімікатів та генно-модифікованих організмів, відповідність усім вимогам органічного законодавства ЄС або (і) вимогам країн або фірм-імпортерів.

Біодинамічне виробництво – інтенсивний вплив на окремі ланки трофічного ланцюга (грунтозахисні технології, мінімізації обробітку ґрунту, заміна агрохімікатів на природні біологічні аналоги, використання біологічно активних органічних добрив тощо).

Інтегроване екологізоване виробництво – інтенсивний вплив на всі ланки трофічного ланцюга агробіоценозу шляхом комплексного науково обґрунтованого включення в нього біотехнологічних техноценозів виробництва біогумусу, ентомологічних і мікробіологічних препаратів

²⁸¹ Новохацький М. Л., Таргоня В. С., Бондаренко О. А., Осіпова І. Ф. Розроблення техніко-технологічних рішень підвищення ефективності біологічного виробництва. *Збірник пр. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке*. 2019. Вип. 24 (38). С. 236–241.

захисту рослин, мікробіологічних добрив на фоні повної відмови від застосування агрохімікатів.

Інтегроване екологізоване виробництво, на думку авторів, повинно відповідати або бути близьким до дотримання наступним вимогам:

- необхідно дотримуватись екологічних законів існування агроландшафтів як категорій екосистем;

- виробничою системою є не окреме фермерське господарство, а цілий агроландшафт, який включає комплекс виробництв. Чим більш структурована виробнича система, тим більш вона стійка;

- в виробничу частину агроландшафту повинні бути включені як додаткові ланки агробіоценозу механізовані біотехнічні системи з високою концентрацією біотехнологічного матеріалу (ферментативні установки переробки біомаси в біогумус, установки для вермикомпостування, обладнання для виробництва ентомологічних і мікробіологічних препаратів);

- агробіоценоз повинен мати в своєму складі відповідні автотрофні і гетеротрофні ланки для локалізації і виведення з малого колообігу речовин метаболітів, токсинів та зовнішніх політантів.

За результатами досліджень інтенсифікації біологічного вирощування зернових, проведених в УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого в 2016–2019 рр., сума витрат на біологічні препарати сягає 30–35 % від загальних витрат. Витрати на біотехнологічну інтенсифікацію біологічного виробництва перевищують додаткові витрати на безгербіцидне механічне знищення бур'янів.

Основні варіанти забезпечення інтенсифікації органічного вирощування рослин шляхом використання біотехнологічних альтернатив можуть різнитися за джерелом надходження біоматеріалу. Перший варіант передбачає придбання біопрепаратів біотехнологічних фірм та концернів, а другий – регіональне (районні агробіолабораторії) або власне виробництво біологічних агентів та біологічно активних витратних матеріалів. Кожен з варіантів має свої переваги і недоліки [275]. Можливе також комплексне використання двох варіантів забезпечення господарств біопрепаратами. Проте, дійсно ефективне національне органічне виробництво можливе лише за умови власного або регіонального виробництва біопрепаратів, інокулянти (відповідні) культури для яких обрані або створені відповідними національними науково-дослідними установами. Така система була створена і успішно функціонувала в другій половині ХХ сторіччя, коли в Україні функціонувало 52 районні біолабораторії. Частина виробництва

функціонує і досі і з України наразі експортують ентомологічний препарат трихограми.

На сьогодні в ІТІ «Біотехніка» НААН наявний доробок технічних і технологічних розробок застосування біопрепаратів, готових для впровадження у виробництво. Технічні розробки включають технологічне обладнання та комплекси для виробництва ентомологічних препаратів; мікробіологічні реактори та технологічні лінії для виробництва біопрепаратів в рідинній формі в умовах районних та господарських біолабораторій та обладнання для внесення препаратів. Технологічні розробки включають технологічні регламенти виробництва і використання ентомологічних і мікробіологічних засобів захисту рослин та типові технологічні карти екологізації та біологізації вирощування зернових колосових на основі комплексного використання біопрепаратів захисту рослин та підвищення врожайності.

На думку авторів, інтенсифікацію біологічного агровиробництва доцільно проводити шляхом комплексного інтегрованого використання традиційних агроприйомів та біотехнологічних альтернатив, а також подальшого розроблення та впровадження адаптивних гнучких агротехнологій, які передбачають щосезонне внесення змін в агротехнологію на основі метеорологічних та фітосанітарних прогнозів. Для зменшення витрат на використання біотехнологічних альтернатив доцільно впроваджувати власне або регіональне виробництво ентомологічних і мікробіологічних препаратів захисту рослин та біологічно активних добрив.

Також, в умовах спостережуваних та очікуваних кліматичних змін, необхідно перетворити зміни клімату в складову ефективного впровадження біологічного виробництва продукції рослинництва стосовно умов конкретного сільськогосподарського підприємства або агроландшафту шляхом проведення завчасної корекції видового та сортового складу рослин, введення коректив в технологічні процеси обробітку ґрунту, захисту рослин, збирання тощо. А основне, слід обов'язково передбачити використання ентомологічних та мікробіологічних препаратів захисту рослин відповідно до змін клімату. Це дозволить передбачливо заповнити екологічні ніші агробіоценозу та зменшити загрозу проникнення патогенних організмів.

4.4. Екологічно безпечні кормові добавки – запорука збереження довкілля

*Сябро А. С., Павлова І. В., Усенко О. О.,
Березницький В. І., Мороз О. Г., Чухліб Є. В.
Полтавська державна аграрна академія*

За сучасних умов розвитку та поширенні глобалізаційних процесів аграрний сектор України повинен переходити до інноваційних технологій з метою забезпечення розвитку сільських територій. Це можливо досягти за рахунок зміни пріоритетів агропромислового виробництва у напрямі розвитку тваринництва [282].

Інтенсивне виробництво продукції тваринництва потребує впровадження інноваційних напрямів екологічного виробництва, що забезпечить підвищення показників продуктивності сільськогосподарських тварин, з одночасним збереженням стану навколишнього середовища. За сучасних умов введення промислового свинарства зростає потреба у біологічно активних речовинах для забезпечення нормалізації обміну речовин та зменшенню дії стрес факторів. Вагомий вплив на продуктивність тварин є нормована годівля, що є основою отримання від них високоякісної продукції.

При організації повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин особливу увагу надають задоволенню потреби у макро- та мікроелементах. Вони містяться в раціонах в дуже незначній кількості, але відіграють важливу роль у метаболізмі, позитивно впливаючи при цьому на продуктивні та відтворні якості тварин [283].

Для забезпечення тварин мінеральними речовинами найчастіше використовують мікроелементи в неорганічній формі, оскільки вони є більш доступні та економічні для придбання. Але при аналізі досліджень відомо, що їх потрапляння до організму не задовольняє потребу високопродуктивних тварин у дефіцитних речовинах. Окрім того, виявлено певні недоліки при згодовуванні мінеральних солей, оскільки через низьку засвоюваність організмом, тваринам часто дають надлишкову кількість мінеральних речовин, призводячи до множинного антагонізму, чим спричиняють зниження конверсії мікроелементів в

²⁸² Пуцентейло П. Р. Стратегічні напрями розвитку тваринництва України. *Інноваційна економіка*. 2013. № 8 (46). С. 12–16.

²⁸³ Усенко С. О., Сябро А. С., Березницький В. І., Чухліб Є. В., Слинко В. Г., Мироненко О. І. Новітні аспекти мінерального живлення свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 126–133. doi: 10.31210/visnyk2019.04.15.

організмі. Це призводить до підвищення вивільнення з організму до 40–70 % цих елементів, що негативно впливає на екологічну ситуацію, забруднюючи навколишнє середовище важкими металами. Тому на сучасному етапі розвитку тваринництва спостерігається необхідність заміни неорганічних солей органічними сполуками.

В останні роки спостерігається тенденція щодо вдосконалення згодовування тваринам біологічно активних речовин, а саме застосування хелатних сполук мікроелементів. Дана форма, у порівнянні з сольовою, має значно вищу біологічну доступність та активність. За рахунок цього застосування хелатних сполук мікроелементів у годівлі сільськогосподарських тварин дає можливість значно знизити вміст мікроелементів в складі кормів, що в свою чергу знижує вивільнення їх в навколишнє середовище, забезпечуючи стійкий розвиток агроecosистеми [284].

В порівнянні з мінеральними солями мікроелементів, застосування хелатних форм забезпечує кращу біологічну доступність: вони легко встановлюють іонний зв'язок з клітинами організму, розпадаються й повністю засвоюються. Застосування фітинової кислоти у структурі хелатів зменшує антагонізм між іншими поживними речовинами.

В організмі сільськогосподарських тварин не відбувається жодного процесу без участі мінеральних речовин. Вони пов'язані з активністю ензимів, гормонів та вітамінів, мають вплив на основні життєво необхідні процеси (кровотворення, травлення, ріст і відтворення), беруть активну участь у синтезі білку, роботі ендокринних залоз, а також підтримують проникність клітинних мембран та тканинне дихання [285].

Провідна роль серед мікроелементів, які характеризуються одночасними антиоксидантними та адаптогенними властивостями, належить селену, дефіцит або надлишок якого викликає погіршення здоров'я, що в свою чергу призводить до зниження відтворної здатності, та перешкоджає реалізації генетичного потенціалу [286].

За даними досліджень О. В. Онищенко згодовування свинкам селену в органічній формі забезпечує підвищення перетравності та засвоєння поживних речовин, балансу азоту та мікроелементів. На основі цього підвищуються середньодобові прирости ремонтних свинок

²⁸⁴ Влізло В. В., Федорук Р. С., Іскра Р. Я. Біологічна дія функціональних наноматеріалів у різних видів тварин. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 80–86.

²⁸⁵ Саприкін В. О., Іонов І. А., Газієв Б. М., Жукорський О. М., Марченков Ф. С., Мартенюк І. О. Хелатні форми заліза у годівлі супоросних та лактуючих свиноматок. *Біологія та екологія*. 2016. Т. 2. № 2. С. 70–79.

²⁸⁶ Лихач В. Я., Лихач А. В., Трибрат Р. О., Кисельова С. О. Вплив селеновмісних кормових добавок на продуктивні якості свиней. *Актуальні проблеми підвищення якості та безпеки виробництва й переробки продукції тваринництва* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 14 лютого 2020 р.). Дніпро, 2020. С. 39–41.

в період вирощування їх до парувального віку та покращуються продуктивні й відтворювальні якості вирощених з них свиноматок, при одночасному зниженні витрат кормів на вирощування репродуктивного поголів'я [287].

За даними досліджень А. М. Шимкене, введення хелатного селену до раціону поросних та підсисних свиноматок порівняно з мінеральними солями сприяло підвищенню багатоплідності, маси гнізда в день опоросу, молочності, а також мало позитивний вплив на ріст, розвиток та збереженість підсисних і дорощуваних поросят [288].

Дані досліджень В. Я. Лихач свідчать про доцільність використання кормової добавки «Сел-Плекс» (органічна форма селену) в порівнянні з неорганічними джерелами цього мікроелементу. При додаванні до основного раціону кормової добавки від кнурів-плідників одержували більший об'єм еякуляту та вищу концентрацію спермій, що дало можливість отримати більшу кількість спермодоз від одного кнура-плідника. Одним з важливих показників якості сперми є виживаність спермій поза організмом, що вказує на ступінь збереження біологічної повноцінності гамет та здатності їх до запліднення. Згідно даних досліджень, життєздатність спермій у дослідній групі становила 68 годин, що на 16 годин більше в порівнянні з контролем. Це свідчить про ефективність використання селену для підвищення відтворної здатності кнурів-плідників [286].

Серед есенціальних мікроелементів в організмі тварин провідне значення належить залізу, оскільки входячи до низки ензимів – пероксидаз, оксидаз, каталази і цитохромних ензимів, воно забезпечує ріст, розвиток і розмноження тварин.

Згодовування заліза в хелатній формі сприяє збільшенню приросту живої маси в період поросності у порівнянні з контролем на 27,1 %. Подібна тенденція спостерігається і за втратою живої маси свиноматок дослідної групи за період лактації, та становить на 24,6 % нижче ніж у контролі [285].

Результати досліджень Б. М. Газієва свідчать, що введення органічної форми заліза позитивно впливає на показники відтворювальної здатності свиноматок, та сприяє підвищенню великоплідності, збільшенню живої маси поросят на 21 добу, у

²⁸⁷ Онищенко О. В. Вплив різних рівнів і джерел селену на обмін речовин та відтворну здатність ремонтних свинок : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.02. Львів, 2009. 24 с.

²⁸⁸ Шимкене А. В., Шимкус А. Ю., Юозайтене В. К., Марчюлинас В. А., Заводник Л. Б., Грикшас С. А., Дарьин А. И. Влияние органического селена на продуктивность свиней. *Зоотехния*. 2012. № 2 (23). С. 90–94.

місячному віці і при відлученні (у 45 діб), та молочності маток [289].

Встановлено, що заміна в комбікормі для поросних свиноматок неорганічних джерел заліза, міді та цинку на їх гліцинати забезпечує вміст жиру, білку, кальцію та фосфору в молозиві після їх опоросу на фізіологічному рівні. Згодовування свиноматкам суміші хелатів мікроелементів у кількості, що становить їх денну потребу, підвищує вміст заліза в молозиві на 24 %, що свідчить про краще забезпечення новонароджених поросят мінеральними речовинами, а отже, є профілактикою неонатальної залізодефіцитної анемії [290].

Додавання наноаквахелатів Se та Zn до сперми кнурів може підтримати як функціональну активність, так і морфологічну цілісність статевих клітин, що дає можливість подовжити виживаність і запліднювальну здатність спермій.

Так за рахунок введення лактату заліза до цільної сперми спостерігається підвищення показника виживаності спермій на 7 % впродовж 12-годинного інкубування. Це відбувається за рахунок підвищення активності ензимів антиоксидантної дії: каталази на 31,6 % та супероксиддисмутази на 32,3 %. Введення заліза хелатної форми в середовище для інкубування стимулює процеси пероксидного окиснення, на що вказує зростання концентрації дієнових кон'югатів і ТБК-активних комплексів з одночасним зниженням активності супероксиддисмутази, що приводить до підвищення функціональної активності спермій [291].

Виявлено, що мідь є життєво необхідним мікроелементом для організму тварин. Оскільки беручи участь в ряді ферментативних процесів, має значний вплив на обмін вуглеводів, ліпідів, білків і мінеральних речовин. Впливає на синтез йодованих з'єднань щитовидної залози, активність статевих гормонів, обмін вітамінів і функціональний стан ендокринної та нервової систем.

За даними О. С. Котляр забезпечення добової потреби міді ремонтних свинок 5–8-місячного віку, за рахунок хелатного її зв'язку, дає змогу збільшити приріст живої маси свинок та їх середньодобові прирости з одночасним зменшенням середніх витрат корму [292].

²⁸⁹ Газієв Б. М., Саприкін В. О., Іонов І. А., Жукорський О. М., Марченков Ф. С., Мартенюк І. О. Ефективність згодовування різних доз хелатної форми заліза супоросним і лактуючим свиноматкам. *Вісник аграрної науки*. 2013. С. 26–30.

²⁹⁰ Шевченко Л. В., Михальська В. М., Малюга Л. В., Поляковський В. М., Гриб Ю. В. Вплив хелатних сполук мікроелементів на хімічний склад молозива свиноматок. *Ветеринарна медицина України*. 2014. № 1 (215). С. 23–25.

²⁹¹ Рокотянська В. О. Вплив наноаквахелатів на біологічну повноцінність спермій. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 3. С. 56–60.

²⁹² Котляр О. С. Порівняння ефективності дії різних форм Купруму в годівлі ремонтних свинок. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2013. № 110. С. 101–108.

Підтримання оптимальної кількості міді в раціоні підсисних сприяє збільшенню середньої кількості поросят на опорос та їх збереженості на 6,5 %. Одночасно з цим спостерігається вірогідне збільшення середньої живої маси поросят на 1,15 кг, середньодобових приростів на 19,3 г та збереження тенденції до збільшення середньої живої маси гнізда на 19,0 кг. Згодовування міді сприяє збільшенню середньої молочності свиноматок на 11,6 % [293, 294].

Результати досліджень свідчать про істотну дію цинку на формування відтворювальної здатності, імунного стану організму та в забезпеченні кровотворення тварин. Цей мікроелемент є структурним компонентом й активатором (виступає синергістом) ензимів, контролює біосинтез білка, нуклеїнових кислот, ліпідний обмін та синтез окремих гормонів.

Введення до складу мінерально-вітамінних преміксів металохелату цинку в менших дозах в порівнянні з сольовою формою, має позитивну дію на фізіологічний стан, стимулює охоту, забезпечує нормальний перебіг процесів запліднення і розвитку плоду. Так, згодовування коровам змішанолігандного комплексу цинку протягом всього періоду тільності, сприяло збільшенню живої маси новонароджених телят. Відзначалось зменшення кількості запліднень на одне ділове запліднення з одночасним зменшенням тривалості сервіс-періоду [295].

О. В. Журенко при вивченні дії кормової добавки «Гермацинк», в основу якого входять цитрати мікроелементів, на продуктивність корів різних типів нервової діяльності, встановила, що найбільш позитивний вплив дана добавка мала на тварин слабого типу. У тварин даної групи спостерігається підвищення середньодобових надоїв і вмісту жиру в молоці на 13,0 і 0,06 % відносно 4,4 і 0,05 % тварин сильного типу нервової діяльності [296].

Магній є одним з головних активаторів ензимів, що забезпечують перенесення фосфатних груп при розщепленні АТФ. Активує вироблення антитіл організму проти антигенів, підвищує бактерицидні властивості крові, бере участь у обміні вуглеводів, необхідних для забезпечення відтворювальних процесів [283].

Виявлено, що при згодовуванні кнурам-плідникам протягом 45 діб мінеральної добавки, яка містить в своєму складі магній, спостерігається

²⁹³ Бордуне А. Органічні форми мікроелементів — запорука здоров'я свиноматок і поросят. *Прибуткове свинарство*. 2014. № 3 (21). С. 81–84.

²⁹⁴ Котляр О. С. Порівняння ефективності дії різних форм Купруму в годівлі підсисних свиноматок та їх поросят сисунів. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2013. №110. С. 95–100.

²⁹⁵ Даниленко В. П., Бомко В. С. Вплив преміксів на основі хелату цинку на відтворні здатності високопродуктивних корів. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. Вип. 5 (67). С. 33–35.

²⁹⁶ Журенко О. В. Кортикальні механізми регуляції мінерального обміну в організмі корів : автореф. дис. ... докт. вет. наук : 211. Київ, 2020. 46 с.

збільшення об'єму еякуляту, кількості живих спермій та їх концентрації в цілому. Підвищується терморезистентність спермій на 8,4 %, що покращує придатність сперми для штучного осіменіння свиноматок. Встановлено вірогідне збільшення активності ферменту АсАТ на 41,4 % та вмісту загального холестерину у еякулятах кнурів дослідної групи на 13,1 %, що значною мірою впливає на придатність сперми до охолодження та її довготривалого зберігання при заморожуванні [297].

Важливу роль мікроелементи відіграють у збереженні цілісності плазматичної мембрани спермій та забезпеченні оптимальних умов проходження акросомної реакції. Дослідження вчених вказують на те, що макро- та мікроелементи у спермі тварин мають велике значення завдяки їх ролі в обміні речовин, функціях, виживаності спермій та стійкості до окислювального стресу.

Спостерігається позитивний вплив згодовування наноаквахелатів цинку, селену, заліза та міді на відтворювальну здатність кнурів-плідників. Ведення лактатів даних мікроелементів дозволяє отримати більш біологічно-повноцінні еякуляти (гамети), що проявляється у підвищенні рухливості спермій, їх концентрації, кількості та виживаності. Використання даних мікроелементів істотно вплинуло на підсилення системи антиоксидантного захисту. Це відбувається за рахунок збільшення вмісту відновленого глутатіону, активності супероксиддисмутази та каталази у спермі та спермальній плазмі. Доведено, що введення лактатів безпосередньо у сперму підвищує концентрацію дієнових кон'югатів та ТБК-активних комплексів, що свідчить про інтенсифікацію процесів пероксидного окислення [298].

За даними О. В. Данчука виявлено, що за рахунок впливу технологічних подразників відбувається зниження активності ферментативної системи антиоксидантного захисту, особливо це стосується тварин слабого типу вищої нервової діяльності. Для корекції інтенсивності пероксидного окислення ефективним є застосування міцелярної форми вітаміну Е. Це дозволяє знизити вміст дієнових кон'югатів, кетодієнів і спряжених триєнів у еритроцитах крові свиней слабого типу вищої нервової діяльності на 15,9–21,6 % в порівнянні з контролем [299].

²⁹⁷ Семенов С. О., Біндюг О. А., Зінов'єв С. Г., Біндюг Д. О. Якість спермопродукції кнурів за умов згодовування їм біопротектора мінерального «Mg++». *Свинарство*. 2015. Вип. 66. С. 96–105.

²⁹⁸ Рокотянська В. О. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.13. Львів, 2020. 24 с.

²⁹⁹ Данчук О. В. Пероксидне окислення ліпідів та активність системи антиоксидантного захисту в організмі свиней з різними типами вищої нервової діяльності : автореф. дис. ... докт. вет. наук : 03.00.13. Київ, 2018. 48 с.

Введення до основного раціону кнурів-плідників додаткової кількості вітамінів А, Е, і С сприяють підсиленню системи антиоксидантного захисту. За рахунок цього підвищується рухливість спермій, їх концентрація та виживаність, що сприяє збільшенню запліднюючої здатності спермій та багатоплідності свиноматок [298].

Сучасний розвиток біотехнології відтворення характеризується використанням методів екологічно-безпечного впливу на репродуктивну функцію тварин. Серед природних стимуляторів тваринного походження, особлива роль відводиться застосуванню білкового продукту бджільництва – гомогенату трутневих личинок.

Гомогенат трутневих личинок (ГТЛ) являє собою біологічно активний продукт бджільництва, який відноситься як до стимуляторів, так і до парафармацевтиків. Його застосування сприяє збереженню та підвищенню функціональної активності як окремих органів тварин, так і організму в цілому. Біологічно активна добавка з трутневим гомогенатом дає можливість підвищити інтенсивність розвитку та адаптогенні властивості організму за інтенсивних умов ведення тваринництва [300].

ГТЛ характеризується високою біологічною активністю, що обумовлюється високим вмістом сульфгідрильних груп, стероїдних гормонів (тестостерон, естрадіол) та кількістю лімітуючих амінокислот (феніланін, метіонін, лізин, валін, гістедин), вітамінами (β -каротин, α -токоферол, В1, В2, В3, В4, В5 і В6).

Додавання до раціону кнурів-плідників біологічно активної добавки ГТЛ помітно впливає на якісні та кількісні показники сперми, що проявляється в збільшенні об'єму еякуляту, концентрації спермій, їх рухливості та виживаності. При осіменінні свиноматок спермодозами кнурів-плідників, до основного раціону яких було введено ГТЛ, відзначалось підвищення заплідненості та багатоплідності.

Встановлений позитивний вплив згодовування ГТЛ кнурам-плідникам на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів, що проявлявся сповільненням перебігу процесів пероксидації за рахунок зменшення вмісту дієнових кон'югатів та збільшення активності антиоксидантного захисту. Позитивний вплив даної біологічно активної добавки триває щонайменше 30 діб після припинення введення її до раціонів, що проявляється у вірогідному підвищенні функціональної активності антиоксидантних ензимів

³⁰⁰ Гречка Г.М. Виробництво та біологічна цінність личинкового продукту бджільництва. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2010. Т. 12. № 3 (45). Ч. 4. С. 24–30.

супероксиддисмутази і каталази, а також насиченістю аскорбіною кислотою та відновленим глутатіоном [301].

Результати досліджень Я. М. Ємця, свідчать, що протягом статевого дозрівання, у свинок, процес пероксидного окиснення має суттєві зміни, та досягає максимальних значень в 6-8 місяців. За рахунок згодовування ГТЛ сповільнюється перебіг процесів пероксидації, що в свою чергу підвищує рівень антиоксидантного захисту. Позитивні зміни ПАГ у крові свинок, що спостерігаються на тлі введення ГТЛ, одночасно позитивно відзначаються на їх відтворювальній здатності.

Доведено коригуючий вплив ГТЛ на ендокринну та кровоносну системи, завдяки чому підвищується вміст кортизолу, тироксину, трийодтироніну, резистентність та репродуктивна здатність тварин.

Згодовування свинкам ГТЛ у дозі 0,5 г щоденно позитивно вплинуло на час настання першої охоти, та проявлялось у скороченні даного показника на 4 доби в порівнянні з контролем. Оптимізується тривалість статевих циклів та час настання третьої охоти на 7 діб, підвищується багатоплідність і маса гнізда при народженні та відлученні [302].

З'ясовано, що близько 1/3 частини поживних речовин, які надходять до організму з кормом, як правило, не засвоюється. Для покращення рівня конверсії поживних речовин з корму використовують ефективні мікроорганізми (ЕМ) екзогенного походження. До їх складу входять в основному спорові мікроорганізми роду *Bacillus*, лактобактерії, біфідобактерії та дріжджі які співіснують та активно доповнюють один одного у режимі взаємообміну джерелами живлення. Вони виконують функцію пробіотичних препаратів, оскільки ферментуючи корм здатні нормалізувати корисну мікрофлору в шлунково-кишковому тракті тварин. За рахунок ферментації кормів мікробіологічними препаратами можливо збільшити абсолютну кількість замінних і незамінних амінокислот в два рази, та одночасно наблизити їх до ідеального співвідношення. Встановлено, що сухий ферментований корм, який виготовлений на основі ЕМ, позитивно впливає на біохімічні показники крові молодняку свиней, підвищує перетравність поживних речовин, що в свою чергу сприяє зростанню середньодобових приростів [303].

Згодовування ЕМ-корму, виготовленого на основі препарату

³⁰¹ Шостя А. М., Ємець Я. М., Мороз О. Г., Ступарь І. І., Павлова І. В., Маслак М. М. Вплив гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції у кнурів-плідників. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 113–118. doi: 10.31210/visnyk2019.02.14.

³⁰² Шостя А. М., Ємець Я. М., Кузьменко Л. М., Мороз О. Г., Ступарь І. І. Вплив гомогенату трутневих личинок на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у період статевого дозрівання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 134–140. doi: 10.31210/visnyk2019.04.16.

³⁰³ Зінов'єв С. Г., Біндюг О. А., Бондаренко О. М. Взаємозв'язки між амінокислотами у ферментованому кормі. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 4. С. 150–153.

«Байкал» ЕМ1 У, сприяє обміну білків та посиленню резистентності організму свиней, про що свідчить збільшення кількості еритроцитів і лейкоцитів (лімфоцитів та моноцитів), вмісту загального білку на 13 %, альбумінів на 26 %, та γ -глобулінів на 19 %. Зростає активність ензимів групи амінотрансфераз, а саме аланінамінотрансферази (АЛТ) та аспартатамінотрансферази (АСТ), що каталізують найважливіші реакції обміну, а також забезпечують синтез нових амінокислот в організмі. Так показники активності АСТ та АЛТ становили відповідно на 36 % і 30 % вище ніж в контролі, та залишались в межах норми. Поросята, яким згодовували ферментовані корми, відзначались кращими показниками засвоєнням неорганічних компонентів з раціону на 14 %. Введення ферментованих кормів також сприяло підвищенню перетравності протеїну на 4,4 % [304].

Одним з важливих показників позитивного впливу застосування ЕМ на молодняк свиней є динаміка збільшення живої маси. Так, середня жива маса під час першого зважування у всіх групах складала 15,0 кг. При зважуванні тварин у 90-то та 120-ти денному віці показник живої маси дослідної групи був вищим і становив 30,8 та 48,2 кг, відносно контрольної групи 28,7 та 43,5 кг відповідно [305].

Для корекції та пом'якшення різних стрес факторів в умовах промислових господарств, актуальним є розробка та впровадження низькотоксичних та екологічно чистих препаратів, що дасть можливість підвищити ефективність ведення галузі тваринництва, з одночасним збереженням екосистеми. На ряду з іншими екологічно безпечними кормовими препаратами, провідне місце посідають кормові добавки гумінової природи, які виготовляється з екологічно чистого торфу шляхом кислотнo-лужної екстракції [306].

Гумінові кислоти характеризуються імуномодулюючими, антиоксидантними та адаптогенними властивостями, сприяють нормалізації обміну речовин, виступають синергістами в поєднанні з вітамінами, макро- та мікроелементами. Мають здатність іммобілізувати сполуки органічної і неорганічної природи, проявляють властивості хелатних лігандів і беруть участь в процесі комплексоутворення. При введенні до організму, в період стресу, гумати мають здатність

³⁰⁴ Шостя А. М., Усенко С. О., Зінов'єв С. Г. Вплив препарату «Байкал» ЕМ 1 У на процеси вільнорадикального перекисного окислення ліпідів та продуктивність у свиней. *Свинарство*. 2013. Вип. 62. С. 152–158.

³⁰⁵ Зінов'єв С. Г. Вплив ферментованих кормів на перетравність поживних речовин та пул вільних амінокислот крові поросят. *Науковий вісник національного аграрного університету*. 2006. Вип. 100. С. 34–38.

³⁰⁶ Грибан В. Г., Милостива Д. Ф., Печений Є. А. Концентрація продуктів пероксидації та активність антиоксидантної системи в корів 5-6 річного віку за впливу гуміліду та селену. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 3 (45). С. 89–92.

нівелювати різкі коливання фізіологічного стану, і забезпечувати мобілізацію організму для протидії наслідкам [307].

Виявлено, що влітку висока середньодобова температура є причиною виникнення теплового стресу у свиней, який призводить до зниження рівня споживання корму, скороченню темпу росту та погіршенню функцій відтворення, якості спермопродукції, що проявляється зниженням функціональної активності спермійів. Для зменшення дії даного стрес фактору, ефективним є використання природних кормових адаптогенів. Застосування кормової добавки «Гумілід» має коригуючий вплив на негативну дію фактору, що проявляється в активізації процесів сперматогенезу, та вірогідному збільшенні кількості спермійів в еякуляті. Послаблення дії теплового стресу, сприяє нормалізації морфометричних показників спермійів у напрямі збільшення довжини, ширини і площі головки, що дає змогу отримати більш біологічно повноцінні гамети та в подальшому повноцінний приплід [308].

Встановлено, що період теплового стресу у крові кнурів-плідників прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз характеризується зміщенням в напрямі прискорення процесів пероксидного окиснення та зниженням рівня системи антиоксидантного захисту. За рахунок розвитку адаптаційних властивостей організму під впливом дії гумінових кислот відбувається зниження інтенсивності процесів пероксидації, що супроводжується накопиченням вмісту відновленого глутатіона і аскорбінової кислоти з паралельним зменшенням концентрації дегідроаскорбінової кислоти [309].

Доведено, що ефективне подолання технологічного навантаження на свиноматок можливо за рахунок включення до раціону адаптогенів гумінової природи. При згодовуванні препарату «Гумілід» свиноматкам в перший період поросності, спостерігається збільшення багатоплідності на 5,8 % порівняно з контролем. Водночас, помітна дія препарату на підвищенні життєздатності поросят та збільшенні кількості відлучених поросят в дослідній групі на 12,1 %. Відбувається покращення морфологічних та біохімічних показників крові, оскільки вони є «дзеркальним» відображенням фізіологічного статусу поросності та

³⁰⁷ Бучко О. М. Вплив кормової добавки гумінової природи на енергетичний обмін у поросят періоду відлучення від свиноматок. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 8 (48). С. 1–4.

³⁰⁸ Степченко Л. М., Павлова І. В., Шостя А. М., Галузіна Л. І., Кравченко О. І., Маслак М. М. Вплив речовин гумінової природи на якість спермопродукції у кнурів-плідників під час теплового стресу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 141–146. doi: 10.31210/visnyk2019.04.17.

³⁰⁹ Шостя А. М., Павлова І. В., Чухліб Є. В., Кузьменко Л. М., Кодак Т. С., Березницький В. І., Шаферівський Б. С. Вплив гуматів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників під час теплового стресу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 1. С. 114–120. doi: 10.31210/visnyk2020.01.13.

характеризують функціональний стан свиноматок. З вище вказаних даних, можна припустити, що використання адаптогенів гумінової природи позитивно впливає на підвищення продуктивних якостей свиноматок [310].

Вважається, що відлучення від свиноматки, один з найбільш стресових періодів для поросят. Чим менший вік поросят при відлученні, тим більш виражена стрес-реакція на технологічні процеси виробництва, що зумовлено недостатнім розвитком механізмів неспецифічної резистентності, а також підвищенням продуктів перекисного окиснення з одночасним зниженням рівня антиоксидантного захисту. Це дає підстави на розробку та впровадження засобів, що сприятимуть підвищенню резистентності з одночасним зменшенням прояву стресового стану. При згодовуванні кормової добавки «Гумілід», поросятам в період відлучення, відбувається посилення енергетичних та анаболічних процесів, що проявляється в підвищенні активності лужної фосфатази, креатинкінази, з одночасним зростанням глюкози в крові. Додавання до раціону добавки «Теравіт», яка виготовлена з торфу, та додатковим внесенням мікроелементів, сприяє підвищенню резистентності організму, про що свідчить більший показник збереженості в порівнянні з контролем. При аналізі гематологічних показників, встановлено, що дана добавка сприяє профілактиці розвитку анемії, що проявляється збільшенням кількості еритроцитів, а також насиченості їх гемоглобіном [311].

Отже, наведені результати багаточисленних наукових досліджень, підтверджують актуальність розробки нових напрямків підвищення конверсії поживних речовин корму, за рахунок введення новітніх добавок природного походження, що є особливо необхідною складовою у збільшенні виробництва продукції тваринництва за рахунок істотного підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин і реалізації їх генетичного потенціалу. Саме висока біодоступність та широкий спектр дії пропонованих кормових добавок відкриває нові шляхи зниження забрудненості активними катіонами мікроелементів сільських територій та збалансованого природокористування – раціонального використання торфу, ефективних мікроорганізмів і наноаквахелатів, що забезпечить економну експлуатацію та відтворення природних ресурсів, а також збереженням екосистем.

³¹⁰ Швецова О. М., Степченко Л. М. Вплив біологічно активної кормової добавки «Гумілід» на фізіологічний статус та продуктивні якості свиноматок. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2014. Т. 2. № 1. С. 87–92.

³¹¹ Степченко Л. М., Єфімов В. Г., Ракитянський В. М., Костюшкевич К. Л., Лосєва Є. О. Вплив кормової добавки з торфу на фізіологічний стан поросят в підсисний період. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2010. Т. 12. № 3 (45). Ч. 2. С. 144–147.

4.5. Агрокологічне обґрунтування вирощування енергетичних культур

Тараненко А. О., Кулик М. І., Попов С. І.

Полтавська державна аграрна академія

Всебічне вивчення та впровадження агротехнологічних аспектів вирощування енергетичних культур, як джерела рослинної сировини для виробництва біопалив набуває актуального значення. Поряд з цим, на сьогодні агрокологічне обґрунтування за вирощування цих культур також набуває вагомості. Це пов'язано із ґрунтово-кліматичними умовами, маргінальними землями на яких вирощують енергокультури, вмістом органічної речовини в ґрунті, водним балансом ґрунтового профілю, кругообігом карбону в ньому, та ін. [312, 313].

На даний час всебічно вивчаються енергетичні культури [314], досліджується вплив рослинного енергетичного ресурсу на розвиток біоенергетики для розвитку територіальних громад [315], обґрунтовуються шляхи використання агробіомаси та фітомаси енергетичних культур для виробництва біопалив [316], види та способи їхнього виробництва [317, 318].

Також вивчаються можливості багаторічного використання едофітів для очищення виробничих площ [319], їхньої рекультивації та фіторе mediaції ґрунтів із допомогою енергокультур [320].

³¹² Горб О. О., Галицька М. А., Кулик М. І. Збереження балансу парникових газів при вирощуванні енергетичних культур внаслідок непрямой зміни землекористування в умовах Лісостепу : 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. С. 216–226.

³¹³ Кулик М. І. Вплив умов вирощування та біометричних показників рослин проса прутевидного на урожайність і вихід біопалива. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП «Астра», 2019. С. 385–392.

³¹⁴ Кулик М. І. Биологические особенности и потенциал урожайности проса прутевидного – *Panicum virgatum* L.: Актуальные задачи биологии и экологии в региональном контексте : коллективная монография / под ред. М. В. Ларионова. Новосибирск : Изд. НАС СибАК, 2016. С. 38–64.

³¹⁵ Кулик М. І., Падалка В. В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області). Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку : монографія / за ред. к.е.н., доцента Н. С. Ілляшенко. Суми : Триторія, 2020. С. 109–118.

³¹⁶ Писаренко П. В., Курило В. Л., Кулик М. І. Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива: 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. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. С. 258–266.

³¹⁷ Кулик М. І., Курило В. Л. Енергетичні культури для виробництва біопалива: довідник. Полтава: РВВ ПДАА, 2017. 74 с.

³¹⁸ Kulyk M. I., Kurylo V. L., Kalinichenko O. V., Galytska M. A. Plant energy resources: agroecological, economic and energy aspects : Monograph / Edited by authors. Poltava: Astraya, 2019. 119 p.

³¹⁹ Gawronski, S. W., Gawronska, H., Lomnicki, S., & Sæbo, A. (2017). Plants in Air Phytoremediation. *Advances in Botanical Research*, 83: 319–346. <https://doi.org/10.1016/BS.ABR.2016.12.008>.

³²⁰ Kulyk M., Galytska M., Samoylik M., & Zhornyk, I. Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine. *Agrology*, 2019. 2 (1), 65–73. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14020>.

Визначено, що екологія і біопаливо – пріоритетні складові енергонебезпечності сільських територій, за умови їхнього раціонального поєднання та використання за вирощування енергетичних культур [321].

Так, автори встановили екологічні складові за обґрунтованого вирощування енергетичних культур. Ними визначено, що дотримання менеджменту вирощування енергетичних культур, логістики переробки біомаси та виробництва біопалив, поряд із поліпшенням екології довкілля, дозволить збільшити прибутковість біопаливної галузі та зменшити енергетичну залежність населення територіальних громад [322].

Насьогодні наявна значна кількість енергетичних культур, що вивчаються як рослинна сировина для виробництва біопалив [323]. З-поміж цих культур, за комплексом господарсько-цінних ознак науковці виокремлюють наступні: просо прутоподібне, міскантус гігантський, соргові культури, та ін. [324].

Поряд з цим, розробка основних елементів еколого-адаптивної технології вирощування енергетичних культур дозволить не тільки забезпечити оптимальні умови росту і розвитку рослин у фітоценозі, підвищити вміст органічної речовини у ґрунті, але і збільшити врожайність біомаси енергокультур.

Зарубіжними науковцями визначено, що світчґрас придатний до вирощування на маргінальних землях [325], має відносно низькі потреби у воді та поживних речовинах, а також володіє позитивними екологічними перевагами [326, 327]. Дослідження науковців показують, що багаторічні культури широко відомі як ефективні утворювачі карбону у ґрунті [328, 329]. Експерименти, та їхні результати, що

³²¹ Кулик М. І., Дековець В. О. Екологія і біопаливо – пріоритетні складові енергонебезпечності сільських територій. Енергетична незалежність сільських територій як пріоритетна модель розвитку: міжнародний та вітчизняний досвід : матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. (Полтава, 20 травн. 2020). Полтава : РВВ ПДАА, 2020. С. 84–86.

³²² Кулик М. І., Галицька М. А. Екологічні складові за вирощування енергетичних культур. ХІМІЯ, ЕКОЛОГІЯ ТА ОСВІТА : Збірник матеріалів ІV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 21–22 травня 2020 року). Полтава, 2020. С. 175–178.

³²³ Кулик М. І., Курило В. Л. Енергетичні культури для виробництва біопалива: довідник. Полтава : РВВ ПДАА, 2017. 74 с.

³²⁴ Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17.

³²⁵ Evanylo, G. K., Abaye, A. O., Dundas, C., Zipper, C. E., Lemus, R., Sukkariyah, B. and Rockett, J. 2005. Herbaceous vegetation productivity, persistence, and metals uptake on a biosolids-amended mine soil. *J. Environ. Qual.* 34: 1811–1819.

³²⁶ Sanderson, M. A., Adler, P. R., Boateng, A. A., Casler, M. D. and Sarath, G. 2006. Switchgrass as a biofuels feedstock in the USA. *Can. J. Plant Sci.* 86: 1315–1325. <https://pubag.nal.usda.gov/download/21289/PDF>.

³²⁷ Vogel, K. P. 2004. Switchgrass. p. 561–588 In: L.E. Moser et al., eds. Warm-season (C4) Grasses. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.

³²⁸ González-Sánchez, E. J., Ordóñez-Fernández, R., Carbonell-Bojollo, R., Veroz-González, O., & Gil-Ribes, J. A. (2012). Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of conservation agriculture. *Soil and Tillage Research*, 122, 52–60. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2012.03.001>.

проведені М. І. Куликом, А. О. Тараненко, М. А. Галицькою збігаються з результатами іноземних авторів [330] та свідчать, що вирощування проса прутоподібного може відновити органічну речовину поверхневого шару ґрунту. Просо прутоподібне також має потенціал до накопичення значної кількості карбону [331]. Згідно аналізу літературних джерел на сьогоднішній час занадто мало експериментальних даних щодо агротехнологічних особливостей, екологічних умов за вирощування проса прутоподібного та його адаптації до кліматичних умов центральної та північної Європи.

Патентний пошук дозволив авторам встановити ефективність сумісного і змішаного посіву проса прутоподібного – світчграсу (*Panicum virgatum* L.) разом із конюшиною лучною (*Trifolium pratense* L.) в умовах України. Відмічено позитивний вплив способу вирощування світчграсу на вміст органічної речовини в ґрунті та врожайність біомаси. У сумісних посівах конюшину вирощують протягом 3–4 років, до часу випадання бобового компоненту, при цьому надземна вегетативна маса конюшини виконує захисну функцію, запобігаючи проростанню бур'янів, створюючи «біоєгербіцидний екран» у міжряддях світчграсу. Протягом цих років вирощування, бобова культура за допомогою бульбочкових бактерій кореневої системи накопичує в ґрунті азот, використовуючи його на власні потреби, а також для росту і розвитку рослин світчграсу. В подальшому протягом 2–3 років спостерігається післядія бобової культури. У загальному за вирощування світчграсу у сумісних посівах, порівняно з одновидовими спостерігається динаміка зростання умісту органічної речовини в ґрунті (на 0,02–0,045 %), що обумовлює збільшення врожайності сухої біомаси (на 0,10–0,13 кг/м²) [332].

Відповідно досліджень М. І. Кулика та С. М. Косенка встановлено, що врожайність за сухою біомасою була найбільшою за сумісного вирощування міскантусу гігантського з люпином (12,2 т/га), що суттєво

³²⁹ Aguilera, E., Lassaletta, L., Gattinger, A., & Gimeno, B. S. (2013). Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 168, 25–36. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2013.02.003>.

³³⁰ Lemus, R., and R Lal. 2005. "Bioenergy Crops and Carbon Sequestration." *Critical Reviews in Plant Sciences* 24(1): 1–21. <https://doi.org/10.1080/07352680590910393>.

³³¹ Frank, A. B., Berdahl, J. D., Hanson, J. D., Liebig, M. A., & Johnson, H. A. (2004). Biomass and Carbon Partitioning in Switchgrass U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Northern Plains Area, is an equal opportunity/affirmative action employer and all agency services are available without discrimination. The mention of commercial products in this paper is solely to provide specific information for the reader. It does not constitute endorsement by the USDA Agricultural Research Service over other products. *Crop Science*, 44, 1391–1396. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.139>.

³³² Кулик Максим Іванович, Дьомін Дмитро Геннадійович. Спосіб вирощування проса прутоподібного (світчграсу) з конюшиною червоною: пат. № 141973; № заявки у 2019 08823; заявл. 22.07.2019, опубл. 12.05.2020, Бюл. № 9.

більше (на 2,9 т/га) порівняно із одно видовими насадженнями, на 2,4 т/га більше за вирощування з конюшиною та на 3,5 т/га більше варіантів із люцерною [333].

Наші результати цілком узгоджуються із попередніми дослідженнями А. J. Ashworth et al. [334], які стверджують про позитивну динаміку збільшення стійкості виробництва кормів і біосировини за сумісного вирощування світчграсу з конюшиною червоною (*Trifolium pratense* L.), волосатою вікою (*Vicia villosa* L.), конюшиною багаторічною (*Trifolium repens* L.), конюшиною лусковою (*Trifolium vesiculosum* L.) та іншими бобовими.

Закордонні автори: Eric K. Anderson, Germán A. Bollero, Matthew W. та ін. провівши польовий експеримент, отримали достовірні результати, які свідчать про підвищення економічної рентабельності та ефективності сумісного вирощування світчграсу та кукурудзи. Що забезпечує поліпшення короткострокової чистої економічної віддачі, не надаючи при цьому негативного впливу на посіви світчграсу [335].

Інші автори наводять переваги люпину за сумісного вирощування із енергетичними культурами: додаткове азотне живлення основної культури, пригнічення росту і розвитку бур'янів у посівах, якісний горизонтальний дренаж для ґрунтів та ін. [336]. Наші дослідження засвідчують ефективність вирощування світчграсу (*Panicum virgatum* L.) разом із люпином на вміст органічної речовини в ґрунті та врожайність біомаси основного компоненту [337].

Люпин (*Lupinus repens* Kuptsov N and Miron.) розвивається досить повільно протягом першого року вегетації. Рослини у цей період формують розетку листків, а до періоду закінчення вегетації коренева система сягає 30–40 см завглибшки. Протягом другого року у квітні-травні для люпину відзначають інтенсивний ріст як вегетативної маси так і кореневої системи. На третій вегетаційний рік люпин формує розетку листя, стебло та нові кореневі пагони. Навесні у рослин люпину відмічають цвітіння та формування бобів. Особливістю люпину є

³³³ Кулик М. І., Косенко С. М. Збільшення врожайності міскантусу гігантського на основі адаптивних елементів технології вирощування. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference Lviv, Ukraine, 28–29 October 2019. С. 16–19.

³³⁴ Ashworth A. J., Allen F. L., Keyser P. D., Tyler D. D., Saxton A. M., Taylor A. M. Switchgrass yield and stand dynamics from legume intercropping based on seeding rate and harvest management. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2015. 70 (6), 374–384. DOI: 10.2489/jswc.70.6.374. URL : <http://www.jswnonline.org/content/70/6/374.refs#>.

³³⁵ Eric K. Anderson, Germán A. Bollero, Matthew W. Maughan, Allen S. Parrish, Thomas B. Voigt and D. K. Lee. Establishing Switchgrass with a Corn Companion Crop to Improve Economic Profitability. *Agronomy J.* 2016. № 108 (2) : 662–669. DOI: 10.2134/agronj2015.0318.

³³⁶ Кулцов Н. С., Попов Е. Г. Энергоплантации: справочное пособие по использованию энергетических растений. Минск : «Конфидо». С. 95–100.

³³⁷ Taranenکو A., Kulyk M., Galytska M., Taranenکو S. Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine. *Acta Agrobot.* 2019, 72 (3) : 1786. URL : <https://doi.org/10.5586/aa.1786>.

потужна коренева система та не значна наземну вегетативна біомаса (10–20 см). Встановлено, що ця особливість нівелює конкуренцію люпину із просом прутіподібним у змішаних та сумісних посівах. Такий рослинний покрив люпину утворює біогербіцидний екран, який пригнічує ріст бур'янів.

У змішаних посівах життєвий цикл люпину становить 3 роки допоки просо прутіподібне займе 100 % структури посіву. Це результат переведення бобових культур на мінеральне живлення та зменшення атмосферної фіксації азоту через затінення рослин основним компонентом. Область кореневого живлення рослин сприяє швидкому росту і розвитку зернового компонента порівняно з бобовим.

Наші дослідження показують, вплив виду посіву з люпином на основні фенологічних особливостей та морфометричних характеристик рослин люпину та проса прутіподібного. Рослини люпину у сумісних посівах характеризувалися швидшим ростом і розвитком наземної вегетативної маси на 6–12 % порівняно із одновидовими посівами та на 4–10 % порівняно із змішаними. Різна висота рослинних компонентів, що формує саму структуру посіву та дозволяє рослинам більш ефективно використовувати сонячну енергію, розміщення кореневої системи у різних шарах ґрунту, що сприяє більш ефективному використанню поживних речовин та вологи. Люпин завдяки листового екрану створює належний мікроклімат, що покращує температурний режим, підвищує вологість повітря та пришвидшує мікробіологічні процеси ґрунту. Фітогербіцидний екран люпину дозволяє зменшити забур'яненість в міжряддях між рослинами світчграсу, особливо на ранніх стадіях росту та розвитку основного компоненту.

Дослідженнями встановлено варіацію кількісних показників (висота та кількість рослин) фітоценозу залежно від способу сівби. Ця особливість спостерігалася з третього-четвертого вегетаційного року після зникнення бобового компоненту у фітоценозі [338]. Висота та кількість стебел рослин прутіподібного відрізнялися залежно від способу сівби. Сумісні посіви із люпином характеризувалися найбільшою висотою та щільністю рослин проса прутіподібного. Висота рослин проса прутіподібного була значно нижчою у змішаних посівах, оскільки люпин займав нижній шар рослинного насадження.

Рослини основного компоненту в проміжних рядах були вищими на 6 %, ніж рослини в бічних рядах через вплив міжвидової конкуренції за

³³⁸ Taranenko A., Kulyk M., Galytska M., Taranenko S. Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum*L.) productivity in marginal lands in Ukraine. *Acta Agrobot.* 2019. № 72 (3). P. 1786. <https://doi.org/10.5586/aa.1786>.

світло. Крім того, кількість стебел проса прутоподібного відрізнялася залежно від виду посіву, що пов'язано з розвитком кореневої системи та розвитком бічних пагонів міжряддя, які люпин займав до третього-четвертого року.

Рослини проса прутоподібного характеризувалися більшою висотою та щільністю на одиницю площі у сумісних посівах, порівняно із одновидовими та змішаними посівами. Ця тенденція характерна особливо протягом перших трьох вегетаційних років до періоду зникнення бобових компонентів. Це позначилося на подальших роках вегетації рослин: тенденція збільшення висоти рослин протягом багаторічного циклу вирощування та зростання продуктивності фітоценозів надземної вегетативної маси, особливо за внесення азоту навесні. Результати проведених експериментів показують, що рослини сумісних та змішаних посівів утворили більшу кількість стебел, ніж рослини одновидових посівів. Висота рослин також була вищою у сумісних та змішаних посівах.

Активний обробіток ґрунту, збільшення продуктивності, недосконалість технологій вирощування сільськогосподарських культур призводить до збільшення міграції вуглецю з агроєкосистем за рахунок його втрат з ґрунту. Зміни в менеджменті посівів та сьогоденні кліматичні зміни мають сильний вплив на швидкість розкладання органічної речовини ґрунту, яка варіює залежно від географічного розташування та конкретних агрономічних особливостей посіву [339].

Результати досліджень закордонних науковців показали вплив трав'янистих культур (*Panicum virgatum* L.) на вологість ґрунту, вміст мінералів N і C в мікробній біомасі [340]. Зроблено висновок, що вирощування багаторічних культур позитивно впливає на родючість ґрунту в напівзасушливих регіонах, зменшує вимивання $\text{NO}_3\text{-N}$, підвищує вміст мікробного вуглецю в ґрунті.

Наші дослідження підтверджують динаміку зміни вмісту органічної речовини в ґрунті за багаторічного циклу вирощування багаторічних культур. Середнє значення органічної речовини ґрунту зросло від 3,17 % (на початку експерименту) до 3,26 % (наприкінці експерименту). Протягом перших двох років вирощування світчґрасу відмічено, що вміст органічної речовини в ґрунті був незначним (3,17–3,21%), індекс зріс на 0,02–0,04 %. У наступні вегетаційні роки цей показник

³³⁹ Aguilera E., Guzmán G. I., Álvaro-Fuentes J., Infante-Amate J., García-Ruiz R. et al. A historical perspective on soil organic carbon in Mediterranean cropland (Spain, 1900–2008). *Science of The Total Environment*, 2018, 621, 634–648. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.11.243>.

³⁴⁰ Molatudi R. L., Steinberger Y., Meng F. Y., Xie G. H. Effect of switchgrass plantation on soil moisture and nitrogen availability and microbial biomass carbon in a semi-arid ecosystem. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IAAR)*, 2015, 7 (2), 130–141. [https://www.researchgate.net/publication/323239406https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(07\)00001-6](https://www.researchgate.net/publication/323239406https://doi.org/10.1016/S0065-2113(07)00001-6).

збільшився до 3,21–3,29 %, динаміка зростання індексу – на 0,07–0,12 %. Загалом за 7 років вирощування світчграсу середній показник вмісту органічної речовини в ґрунті збільшився на 0,09 % [341].

Іншими авторами [342] підтверджено, що багаторічні трави не потребують щорічного обробітку ґрунту, збільшують підземну біомасу, що важливо для накопичення та збереження органічної речовини ґрунту. За багаторічного вирощування монокультур вміст органічної речовини в ґрунті збільшується. Але на відміну від цих досліджень, інші автори [343] застерігають, що збільшення вмісту органічних речовин у ґрунті внаслідок зміни в управлінні сільськогосподарськими угіддями може потенційно спричинити збільшення вмісту CO₂. Дослідження цього питання є перспективним та актуальним для нашого регіону.

Іншими дослідженнями встановлено, що поряд із зміною морфометричних параметрів рослин, за вирощування багаторічних трав (конюшини, люцерни тощо) та їхніх сумішей зі злаками у ґрунті накопичуються значний обсяг кореневих і післяжнивних решток, що сприяє збільшенню в ґрунті органічної речовини і гумусу [344]. Так встановлено, що спосіб вирощування проса прутоподібного має вплив на динаміку органічної речовини ґрунту. Вирощування світчграсу у сумісних посівах з люпином призводить до збільшення вмісту органічної речовини ґрунту на 0,12 %. Створюються більш оптимальна структура посіву на основі архітекτονіки рослин, у якій спостерігається сприятливий мікроклімат для обох культур. Це сприяє поліпшенню поживного, водного та світлових режимів за оптимального використання земельної площі під посівами злаково-бобових культур. Змішані посіви мають дещо менше збільшення вмісту органічної речовини ґрунту, порівняно з сумісними. Це пов'язано із конкуренцією рослин та неоднорідністю фітоценозу. Весняне підживлення азотом, суттєво не впливає на динаміку органічної речовини ґрунту. Отже вирощування проса прутоподібного у сумісних посівах з використанням люпину є ефективним способом підвищення родючості та стійкості ґрунту.

Наші результати збігаються з іншими результатами досліджень [345], які визначили, що завдяки багаторічному життєвому циклу, глибокій

³⁴¹ Тараненко А. О., Кулик М. І., Тараненко С. В., Галицька М. А. Вплив способу вирощування проса прутоподібного на динаміку органічної речовини в ґрунті та врожайність біомаси. *Вісник ІЦДА*. 2020, Вип. 3.

³⁴² Kantola, I.B., M.D.Masters and E.H.DeLucia (2017). Soil particulate organic matter increases under perennial bioenergy crop agriculture. *Soil Biology & Biochemistry*, 113, 184–191.

³⁴³ West T.O., Post W. M. (2002). Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation. *SSSAJ*, 66 (6), 1930–1946. doi:10.2136/sssaj2002.1930.

³⁴⁴ Кулик М. І., Горб О. О. Посіви енергетичних культур як додаткове джерело органіки ґрунту. *Природне агропродукування в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпропетровськ : РВВ ДДАЕУ, 2015. С. 430–431.

³⁴⁵ Jobbágy E. G., Jackson R. B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, 2000, 10 (2), 423–436. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0423:TVDOSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0423:TVDOSO]2.0.CO;2).

кореневій системі та значному обсягу фітомаси енергетичні культури покращують структуру ґрунтів та сприяють засвоєнню вуглецю.

Проведений нами експеримент також підтверджує збільшення продуктивності проса прутоподібного з кожним роком дослідження. Середнє значення показника зросло на 0,34 кг/м². Встановлена залежність між показниками продуктивності проса прутоподібного та вмістом органічної речовини ґрунту. Збільшення продуктивності проса прутоподібного призводить збільшення органічної речовини в ґрунті. Тому, просо прутоподібне ми можемо назвати стійкою енергетичною культурою. Його вирощування має тенденцію до покращення та стабілізації властивостей ґрунту протягом тривалого терміну вирощування на маргінальних землях.

Дослідження проведені в США [346] також підтверджують, що просо прутоподібне є стійкою енергетичною культурою, яка покращує та стабілізує властивості ґрунту протягом багатьох років вирощування. А вміст органічної речовини в ґрунті та загальний вміст азоту на глибині від 0 до 5 см мали тенденцію до збільшення протягом досліджуваних років (2009–2013 рр.). Отримані дані вказують на те, що рослинні залишки мали вплив на поліпшення саме корисних властивостей ґрунту.

Іноземні автори [347] підтверджують результати проведених нами досліджень, згідно з якими продуктивність проса прутоподібного залежить від вмісту органічної речовини в ґрунті. Вони стверджують, що в довгостроковій перспективі трансгенні енергетичні культури можуть виробляти більше надземної та підземної біомаси та підвищувати ефективність виробництва біопалива. Автори припускають, що надземний і підземний розподіл вуглецю можуть бути корисними для відновлення маргінального ґрунту, особливо у глибших шарах ґрунту. Отже, просо прутоподібне можна успішно культивувати на збіднених на поживні речовини ґрунтах, у районах із недостатнім волого забезпеченням, а також на маргінальних землях.

Отже, оптимізація вирощування енергетичних культур, в т. ч. міскантусу гігантського і проса прутоподібного на основі агро-екологічного обґрунтованого менеджменту, з урахуванням еколого-адаптивних елементів технології в умовах України дозволяє часткового нівелювати негативний вплив на навколишнє середовище за одночасного отримання стабільної врожайності біомаси.

³⁴⁶ Liming, L., Sandeep K., Shannon O., Vance N. O. Switchgrass impact on selected soil parameters, including soil organic carbon, within six years of establishment. *CATENA*, 2018, 163, 288–296. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.12.030>.

³⁴⁷ Sutie, Xu, L.Sarah Ottinger, Sean M., Schaeffer J. M., DeBruyn C. et al. (2019). Effects of field-grown transgenic switchgrass carbon inputs on soil organic carbon cycling. *PeerJ* 7, e7887. doi: 10.7717/peerj.7887.

4.6. Екологічні інновації у дезінфекції та стерилізації

*Титаренко О. В., Киричко О. Б.
Полтавська державна аграрна академія*

Число глобальних проблем екології з кожним роком зростає. Тому актуальним є впровадження на підприємствах екологічних інновацій, які сприяють вирішенню екологічних та економічних проблем і підвищують зацікавленість суспільства у збереженні довкілля [348].

Екологічні інновації спрямовані на покращення екологічної ситуації та зниження промислового впливу на навколишнє середовище. До екологічних інновацій належать, зокрема, інноваційні продукти промислових підприємств, виготовлені на основі природних речовин, що запобігає забрудненню довкілля [348].

На тлі проблеми різних інфекцій тварин і людини, зокрема, пандемії нової коронавірусної інфекції, що виникла, досить актуальним є розробка та застосування екологічних інноваційних дезінфектантів та методів стерилізації.

Основними діючими речовинами сучасних дезінфектантів є сполуки, що містять кисень, четвертинні амонієві сполуки, хлорорганічні сполуки, гуанідини, нанорозчини срібла, йодовмісні сполуки, альдегіди, луги, кислоти, спирти та їхні комбінації [349].

За інтенсивністю застосування дезінфікуючих засобів серед різних категорій об'єктів перше місце займають тваринницькі господарства, на другому місці – підприємства харчової промисловості [349].

Частіше застосовують ветеринарні дезінфікуючі засоби, що містять кисень, четвертинні амонієві сполуки, альдегіди, гуанідини та хлорорганічні сполуки [349].

Українськими компаніями ТОВ НТЦ «Вербена», ТОВ НВП «Біоцид» розроблені інноваційні засоби для дезінфекції, санітарії, очищення та знезараження води. Дезінфектанти «Полідез» та «Біоцид» пройшли випробування і показали свою ефективність в умовах екваторіальної Африки [350].

Ці засоби дезінфекції нового покоління мають значні переваги

³⁴⁸ Бичковська А. Екологічні інновації промислових підприємств у забезпеченні сталого розвитку. URL : <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/201180>.

³⁴⁹ Димко Р. О., Пушкова А. Г., Соломон В. В. Номенклатура та діючі речовини ветеринарних дезінфікуючих засобів, що зареєстровані в Україні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва*. 2015. Вип. 221. С. 191–195. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_vet_2015_221_39.

³⁵⁰ Інноваційні продукти в області дезінфекції, санітарії, очищення та знезараження води. URL : <https://rtp.com.ua/offers/innovatsijni-produkty-v-oblasti-dezinfektsiyi-sanitariyi-ochyshhennya-ta-znezarazhennya-vody>

перед засобами, що містять в складі технічні спирти, хлор, альдегіди чи перекисні сполуки [351].

«Полідез» та «Біоцид» активні проти всіх типів вірусів, зокрема, проти одного з найстійкіших – полівірусу типу 2, тому їх можна застосовувати проти поширення коронавірусу Covid-19 [350].

«Полідез» – багатофункціональний засіб нового покоління для дезінфекції високого рівня при інфекціях різної етіології: бактеріальної (у тому числі туберкульозі), вірусної (зокрема, вірусних гепатитах, різних типах грипу, поліомієліті, ВІЛ-інфекції) і мікозної (кандидозах та дерматомікозах) [350].

Засіб «Полідез» володіє високою активністю проти респіраторних інфекцій, свіжевиділених госпітальних штамів *Pseudomonas aeruginosa* і асоціацій збудників внутрішньолікарняних інфекцій [350].

«Полідез» застосовують: для дезінфекції поверхонь приміщень, предметів обстановки, обладнання, посуду, білизни; дезінфекції та санітарної обробки на транспорті; передстерилізаційного очищення і дезінфекції; боротьбі з пліснявими грибами [350, 351].

Також засіб «Полідез» застосовують для дезінфекції систем вентиляції та кондиціонування повітря; дезінфекції на підприємствах харчової, фармацевтичної та мікробіологічної промисловості; дезінфекції на різних об'єктах сільського господарства (тваринницьких, птахівничих тощо) [350, 351].

Активно-діючими речовинами «Полідезу» є природний гуанідиновий полімер і четвертинна амонієва сполука, а також функціональні добавки. Діючі речовини утворюють високоактивний антимікробний комплекс, що забезпечує високу якість дезінфекції. Засіб зберігає стабільність і антимікробну активність тривалий час, має пролонговану дію [350, 351].

Дезінфектант повністю розчиняється у воді, його робочі розчини проявляють миючі та дезодоруючі властивості, не володіють корозійною активністю по відношенню до металів і не пошкоджують інші матеріали поверхонь, що піддаються обробкам, легко змиваються з поверхонь [350].

Робочі розчини можна готувати в будь-якій тарі, вони не вимагають особливих умов зберігання [350].

Дезінфекцію «Полідезом» можна проводити в присутності людей у приміщенні, методом протирання чи обприскування [351].

Дезінфектант «Полідез» не має запаху, малотоксичний, безпечний

³⁵¹ Інноваційні продукти в області дезінфекції та санітарії. URL : <https://cci.vn.ua/innovatsijni-produkty-v-oblasti-dezinfektsiyi-ta-sanitariyi/>.

для здоров'я тварин і людини (не викликає алергії та подразнення дихальних шляхів і шкіри, не канцерогенний), біологічно розкладається, тому екологічно безпечний [350, 351].

Тонік антисептичний «Біоцид плюс» – сучасний засіб, що володіє високою біоцидною активністю по відношенню до різних видів патогенних мікроорганізмів, що викликають різні інфекційні захворювання. Засіб згубно діє на грамнегативні і грампозитивні бактерії (зокрема, мікобактерії туберкульозу), на віруси грипу, гепатитів, ентеритів, вірус імунodefіциту людини тощо, а також на збудників мікозів шкіри – дерматофітів, кандид та інші мікроскопічні гриби [350, 352].

«Біоцид плюс» високоефективний щодо асоціацій збудників внутрішньолікарняних інфекцій, транзиторної і резистентної мікрофлори шкіри [350].

Засіб виробляється у готовій до застосування формі. Тонік містить збалансовану комбінацію дезінфікуючого агента (полімерного водорозчинного антисептика), фітокомпонентів, пом'якшувача шкіри і дистильованої води, не містить спиртів [350, 352].

Завдяки пролонгованій дії мікрошару полімерного антисептика, який утворюється на шкірі при нанесенні, тонік «Біоцид плюс» знезаражує шкіру не одномоментно, як спирти, а забезпечує довготривалий захист шкіри рук від контамінації мікрофлорою з навколишнього середовища, запобігає передачі інфекційного агента через руки при роботі персоналу [352].

В разі тривалого використання цього засобу відсутнє формування резистентних варіантів мікроорганізмів [352].

«Біоцид плюс» застосовують: для дезінфекції рук медперсоналу; обробки операційного та ін'єкційного поля пацієнтів; обробки масок, дезінфекції рук працівників навчально-виховних закладів, аптечних і інших установ, лабораторій різного призначення, косметичних салонів, перукарень, закладів громадського харчування, всіх видів транспорту; дезінфекції рук працівників підприємств харчової, фармацевтичної, біотехнологічної, косметичної промисловості, підприємств агропромислового комплексу та ветеринарного нагляду; гігієнічної обробки рук населення в побуті, після контакту з інфекційними хворими тощо. Дезінфектант зберігає активність на шкірі до шести-восьми годин або до першого миття рук [350, 352].

Тонік не має неприємного запаху, не подразнює шкіру, не чинить алергенного впливу, має виражену протизапальну і ранозагоювальну дію,

³⁵² Тоник антисептический «Биоцид плюс». URL : <https://biocide.com.ua/g4269166-tonik-antisepticheskij-biotsid/>.

пом'якшує і живить шкіру, зберігає її нейтральний рН, забезпечує зволоження і еластичність [350, 352].

Засіб стійкий при зберіганні, не вимагає особливих умов транспортування і застосування, екологічно безпечний [350–352].

На основі активного кисню і озону розроблений інноваційний дезінфектант нового покоління «Озон-Актив Palladium», який рекомендується для професійного та побутового застосування [353].

Засіб містить метастабільні хлоркисневі і гідропероксидні сполуки та атомарний кисень [353].

«Озон-Актив Palladium» володіє активністю проти усіх найбільш поширених бактерій, вірусів і мікроскопічних грибів (доведена ефективність дезінфекції – 99,99 %), має виражену дезінвазійну дію (знищує яйця і личинки гельмінтів) [353].

Засіб призначений для дезінфекції рук і шкірних покривів, в тому числі при ушкодженнях, для застосування в якості антисептика в хірургічній практиці, для швидкої дезінфекції поверхонь, місць утримання тварин. Засіб не потребує змивання, не викликає звикання патогенної мікрофлори [353].

Під час проведення дезінфекції поверхонь шляхом зрошення та протирання достатній час експозиції складає лише 60 секунд [353].

При обробці з'являється легкий запах озону і хлору (препарат не містить «хлорки» – це результат електрохімічної реакції), який зникає через 1–2 хвилини [353].

Препарат «Озон Актив Palladium» можна застосовувати в присутності людей і тварин через його безпечність. Засіб не горючий, нешкідливий, не має місцево-подразнюючої дії, не порушує водно-жировий баланс шкіри, не викликає алергічних реакцій, не накопичується в організмі, екологічно безпечний [353].

Засобом нового покоління вітчизняного виробництва є дезінфектант «Епідез», розроблений науковцями Інституту епізоотології НАН України з використанням синтезованої основної діючої речовини полігексаметиленгуанідину гідрохлориду [354].

Препарат являє собою концентрований 20 %-й розчин [354].

Для досягнення високої біоцидної ефективності на широкому спектрі мікроорганізмів, спорових бактерій, грибів і більшості вірусів та забезпеченню робочих властивостей препарату в менших концентраціях

³⁵³ Озон-Актив Palladium засіб для дезінфекції, 20 мл. URL : <https://vetpreparaty.com/ua/ozon-aktiv-dezinfektsiyniy-zasib-tm-palladium-20-ml/>

³⁵⁴ Екологічно безпечний та високоефективний вітчизняний дезінфектант «Епідез». URL : <http://akademinform.com.ua/library/article/>

було поєднано в одному препараті полігексаметиленгуанідину гідрохлорид з неіоногенними поверхнево активними речовинами [354].

«Епідез» є інноваційним дезінфектантом з широким спектром біоцидної дії (проявляє високу бактерицидну, віруліцидну, фунгіцидну активність у концентраціях діючої речовини від 0,05 % до 4 %), забезпечує тривалу санацію різних об'єктів ветеринарно-санітарного нагляду. При цьому ефективність його біоцидної дії у 2–3 рази вища, у порівнянні з традиційними неорганічними засобами [354].

Препарат «Епідез» має нейтральне значення рН, не взаємодіє з предметами, що обробляються, утворює на них полімерну плівку; створює незначне екологічне навантаження на оточуюче середовище, отже, не впливає на екологічну безпеку [354].

З метою оздоровлення і профілактики сальмонельозу та ешерихіозу птиці для дезінфекції приміщень у птахогосподарствах запропоновано застосування цитратів срібла та цинку [355].

Для усунення рециркуляції умовно-патогенної мікрофлори у пташниках застосовували аерозольний метод дезінфекції 3 %-ми розчинами цитрату срібла та цитрату цинку із розрахунку 0,3 см³/м² за допомогою аерозольного генератора САГ-10 [355].

Використання цитратів срібла та цинку дає змогу зменшити кількість умовно-патогенної мікрофлори в навколишньому середовищі пташника від 4 до 24 разів [355].

При внутрішньому застосуванні птиці для профілактики сальмонельозу і ешерихіозу цитрати срібла та цинку у дозі 15 грам на 250 см³ води ці препарати не пригнічують нормальну мікрофлору кишок і не призводять до перехресної резистентності циркулюючої мікрофлори до антибіотиків [355].

Застосування цитратів срібла та цинку у якості дезінфектантів є екологічно безпечним, тому що вони не накопичуються в продукції птахівництва та навколишньому середовищі [355].

Інноваційним та екологічним методом стерилізації є плазмозна стерилізація, яка відповідає новим сучасним вимогам щодо її якості [356, 357, 358, 359].

³⁵⁵ Клішова Ж. Є. Обґрунтування інновацій у профілактиці за ешерихіозу та сальмонельозу птиці [Текст] : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук. 16.00.03 - ветеринарна мікробіологія, епізоотологія, інфекційні хвороби та імунологія (211 ветеринарна медицина); СНАУ; ДСУ ПБХП ЗС; ДНКІ БШМ. Суми : ВВП «Мрія», 2018. 22 с.

³⁵⁶ Стерилізація плазмою перекису водню. URL : http://www.sterilization.com.ua/plasma_sterilization.html.

³⁵⁷ Moisan M., Barbeau J., Crevier M.-C., Pelletier J., Philip N., Saoudi B. Plasma sterilization. Methods and mechanisms. *Pure Appl. Chem.* 2002. Vol. 74. No. 3. P. 349–358, 2002. <http://dx.doi.org/10.1351/pac200274030349>.

³⁵⁸ Прилад для холодної стерилізації медичних виробів плазмою тліючого розряду постійного струму (СГР-100). URL : <http://www.iop.kiev.ua/ua/prilad-dlya-holodno-sterilzac-medichnih-virobv-plazmoyu-tlyuchogo-rozryadu-postjynogo-strumu-sgr-100/>

Метод плазмової стерилізації заснований на використанні плазми, що генерується у високочастотному електромагнітному полі під глибоким вакуумом в парах перекису водню або інших хімічних речовин [356].

Використання плазми для досягнення стерилізації є можливою альтернативою звичайним засобам стерилізації, що стосується стерилізації термочутливих матеріалів та нешкідливості стерилізуючих агентів [357].

Основним питанням стерилізації плазмою є відповідна роль ультрафіолетових (УФ) фотонів та реактивних видів, таких як атомні та молекулярні радикали [357].

При зниженому тиску газу (≤ 10 торр) і в сумішах, що містять кисень, УФ-фотони домінують у процесі інактивації зі значним внеском атомів кисню в якості ерозійного агента [357].

Власне, по мірі збільшення кількості спор, кількість УФ-фотонів, які успішно взаємодіють з генетичним матеріалом, збільшується [357].

Різні фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час стерилізації плазми, виявляються та аналізуються на основі специфічних характеристик кривих виживання спор мікроорганізмів [357].

Для плазмової стерилізації використовують обладнання інноваційного типу – плазмовий стерилізатор. Його робота базується на використанні тліючого розряду постійного струму, який забезпечує створення щільної та високооднорідної плазми безпосередньо у просторі, в якому розміщені вироби, що стерилізуються [358].

Плазма такого розряду є більш ефективною для швидкої стерилізації медичних інструментів, перш за все, виробів з каналами або довгими отворами [358].

Процес стерилізації містить у собі повторення циклів обробки, що складається з двох фаз – «парової» та «плазмової». Впродовж першої фази хімічна пара інжектується у попередньо вакуумовану камеру стерилізатора [358].

Спеціальна система інжекції та випаровування забезпечує дуже ефективно проникнення пари всередину пакунків та складних місць виробів, що стерилізуються [358].

Після «парової» фази камера знов вакуумується, та запалюється жевріючий розряд постійного струму [358].

Середовище, яке використовується для генерації плазми, є

³⁵⁹ Технологія 21 століття – низькотемпературна пероксидно-вакуум-плазмова стерилізація. URL : <https://viola.net.ua/ua/обладнання/для-дезінфекції-та-стерилізації/> низькотемпературні пероксидно-вакуум-плазмові стерилізатори.

сумішшю парів перекису водню та води, а також молекулярного кисню, що утворюється при розкладанні перекису водню [358].

Низькотемпературна пероксидно-вакуум-плазмова стерилізація – це на сьогодні єдиний ефективний метод стерилізації виробів з матеріалів, чутливих до впливу високої температури та вологості, що містять довгі вузькі канали тощо [359].

Плазмова стерилізація незамінна для стерилізації складної медичної техніки, такої як: ендоскопи, лапароскопи, колоноскопи та іншого високотехнологічного обладнання і виробів [359].

Для цього типу стерилізації застосовують, зокрема, зареєстрований компанією «Віола Медтехніка» на ринку України в 2017 році низькотемпературний пероксидно-вакуум-плазмовий стерилізатор виробництва Южно-Корейської компанії «HUMAN MEDITEK» [359].

Низькотемпературна плазмова стерилізація проводиться в сухій атмосфері при температурі 53~55 °С. В якості стерилізуючого агента використовується 50 % водний розчин перекису водню (H_2O_2) [359].

В сучасних системах плазмової стерилізації мінімальна тривалість циклу становить 25 хвилин, а максимальна не перевищує 70 хвилин [359].

Суть цієї технології полягає у впливі стерилізуючого агента на основі перекису водню на вироби, що підлягають стерилізації, і призводить до порушення життєдіяльності мікроорганізмів [359].

Цей інноваційний метод стерилізації відрізняється максимально щадним впливом на конструкційні матеріали медичних виробів, дає унікальні можливості для багаторазової стерилізації прецизійних виробів, систем, що містять оптику високої якості, електроніку, а також виробів зі спеціальними покриттями або фарбами [359].

До переваг плазмової стерилізації відносять її абсолютну безпеку, високу енергоефективність, простоту формування стерилізуючого середовища, високу стійкість до вологості завантаження [359].

Ця новітня технологія забезпечує оптимальну взаємодію розрядного пристрою з джерелом ультрафіолетового випромінювання, що чинить додатковий вплив на мікроорганізми [359].

Плазмова стерилізація надає можливість стерилізувати вироби з різних матеріалів: металеві інструменти, вироби з медичної гуми, скла, тканин і нетканих матеріалів, термолабільних полімерів (катетерів та ін.), що не витримують високих температур [359].

Застосування плазмової стерилізації забезпечує вирішення екологічних проблем через відсутність токсичних відходів (її залишками є кисень і пари води) [359].

Отже, екологічні інновації спрямовані на покращення екологічної ситуації та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Застосування на різних тваринницьких і промислових об'єктах, медичних і соціальних закладах та в побуті інноваційних екологічних засобів дезінфекції сприяє вирішенню глобальних екологічних проблем.

Засоби дезінфекції нового покоління мають значні переваги перед засобами, що містять в складі технічні спирти, хлор, альдегіди чи перекисні сполуки.

Сучасні інноваційні дезінфектанти екологічно безпечні, тому що не мають запаху, малотоксичні, не викликають алергії та подразнення дихальних шляхів і шкіри, не канцерогенні, не накопичуються в організмі тварин та людини, біологічно розкладаються.

Застосування інноваційного методу плазмової стерилізації забезпечує абсолютну безпеку, високу енергоефективність, простоту формування стерилізуючого середовища та вирішує екологічні проблеми через відсутність токсичних відходів.

РОЗДІЛ 5

СУЧАСНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ІННОВАЦІЯМИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА ІНОЗЕМНИЙ ДОСВІД

5.1. Європейський зелений курс: реальність та перспективи для об'єднаних територіальних громад України

Бойко С. І.

Полтавська державна аграрна академія

Українські об'єднані територіальні громади, як і вся країна в цілому, переживають непростий період економічного та соціального становлення. Завершився основний етап реформи децентралізації в Україні, який передбачав: новий територіально-адміністративний устрій на базовому рівні, передачу повноважень та ресурсів в розпорядження місцевим органам самоврядування. На сьогодні вже створене та діє відповідне законодавче підґрунтя для повної реалізації цього процесу. Передача значної долі повноважень, фінансів і відповідальності на рівень місцевих громад, дозволила максимально залучити населення до процесу створення нових за змістом органів місцевого самоврядування та сприяти розвитку основних принципів демократії.

Однією з головних цілей реформи є становлення самостійних об'єднаних територіальних громад, які здатні адекватно та своєчасно вирішувати питання місцевого значення і забезпечувати комфортні та безпечні умови для проживання людей. Місцева влада та громада тепер безпосередньо зацікавлені в розвитку підприємницької діяльності та покращення інвестиційної привабливості регіону, оскільки тепер це напряму впливатиме на наповненість місцевих бюджетів. Повноваження та ресурси, які отримали об'єднані територіальні громади в результаті децентралізації, є базовими інструментами для забезпечення соціального розвитку на місцях: підвищення якості освітніх, медичних та адміністративних послуг. Також, новий підхід до організації місцевого самоврядування дозволить забезпечити планування розвитку інфраструктури та підвищити ефективність використання наявних природних ресурсів. Зокрема, у 2018 році у розпорядження об'єднаних територіальних громад перейшло майже 1,5 млн гектарів земель за межами населених пунктів, які призначені для сільськогосподарського

виробництва [360]. Реформа децентралізації дозволила забезпечити розвиток самостійності місцевих громад, що значно підвищить раціональність освоєння доступних ресурсів, а наявність відповідальності за свої дії, чи їх відсутність, забезпечить надійне підґрунтя для реалізації інших важливих реформ.

Підняття рівня відповідальності та можливостей місцевих громад, дозволяє більш активно реалізувати ряд державних зобов'язань, зокрема у питаннях зміни клімату, на місцевому рівні. Згідно з Угодою про асоціацію між Україною та ЄС [361], наша держава взяла на себе ряд зобов'язань, які стосуються імплементації європейських норм та правил у сфері енергоефективності, екології та питань зміни клімату. Зокрема, у 2016 році в Україні схвалено Паризьку кліматичну угоду в рамках якої, країни погоджуються стримувати рівень світового потепління та зобов'язуються докладати для цього всі зусилля [362]. Основною ціллю угоди являється збереження навколишнього середовища придатного для життя людини, а шляхи досягнення цієї мети кожна з країн обирає самостійно. З метою зниження викидів парникових газів, підвищення рівня екологічності, безпечності виробництва і споживання енергетичних ресурсів – в Україні прийнята і постійно удосконалюється національна стратегія низьковуглецевого розвитку [363]. Цей документ визначає траєкторію розвитку основних галузей економіки у напрямку підвищення ефективності та зменшення шкідливих викидів. Зараз в Україні ведеться робота по розробці оновленого плану дій, який визначить запланований внесок нашої держави в протидію зі зміною клімату в рамках Паризької угоди. Для досягнення поставлених цілей розглядаються можливості використання різних інструментів, зокрема розробляється принципово нова система торгівлі квотами на викиди парникових газів [364].

Найбільшими забруднювачами довкілля парниковими газами є вугільні шахти, місця розробки нових родовищ газу і нафти та системи їх транспортування, розподілу, зберігання та виробництва енергії. Таким чином, добування та споживання викопного палива займає 67 % від загальної кількості видків парникових газів в країні (рис.1). Відходи та

³⁶⁰ Децентралізація. Загальна інформація. URL : <https://decentralization.gov.ua/about>.

³⁶¹ Урядовий портал. Угода про асоціацію. URL : <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/evropejska-integraciya/ugoda-pro-asociaciyu>.

³⁶² Верховна Рада України. Паризька угода. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_l61#Text.

³⁶³ Уряд України підтримав Стратегію низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. URL : <https://www.kmu.gov.ua/news/ostap-semerak-uryad-ukrayini-pidtrimav-strategiyu-nizkovugleceвого-rozvitku-ukrayini-do-2050-roku>.

³⁶⁴ Європейська система торгівлі викидами та перспективи впровадження системи торгівлі викидами в Україні/ Експертно-дорадчий центр «Правова аналітика». URL : <https://www.rac.org.ua/uploads/content/449/files/webetsinukraine2018ualayout.pdf>

процес їх переробки займають – 4 %. Частка забруднення парниковими газами атмосфери, спричинене сільським господарством, становить 12 %. Варто відзначити, що в 2015 році викиди метану скоротились більш ніж на 67 %, у порівнянні з 1990 роком. Проте, існуюча ситуація з викидами парникових газів в Україні, все ще залишається на вкрай неприйнятному рівні.

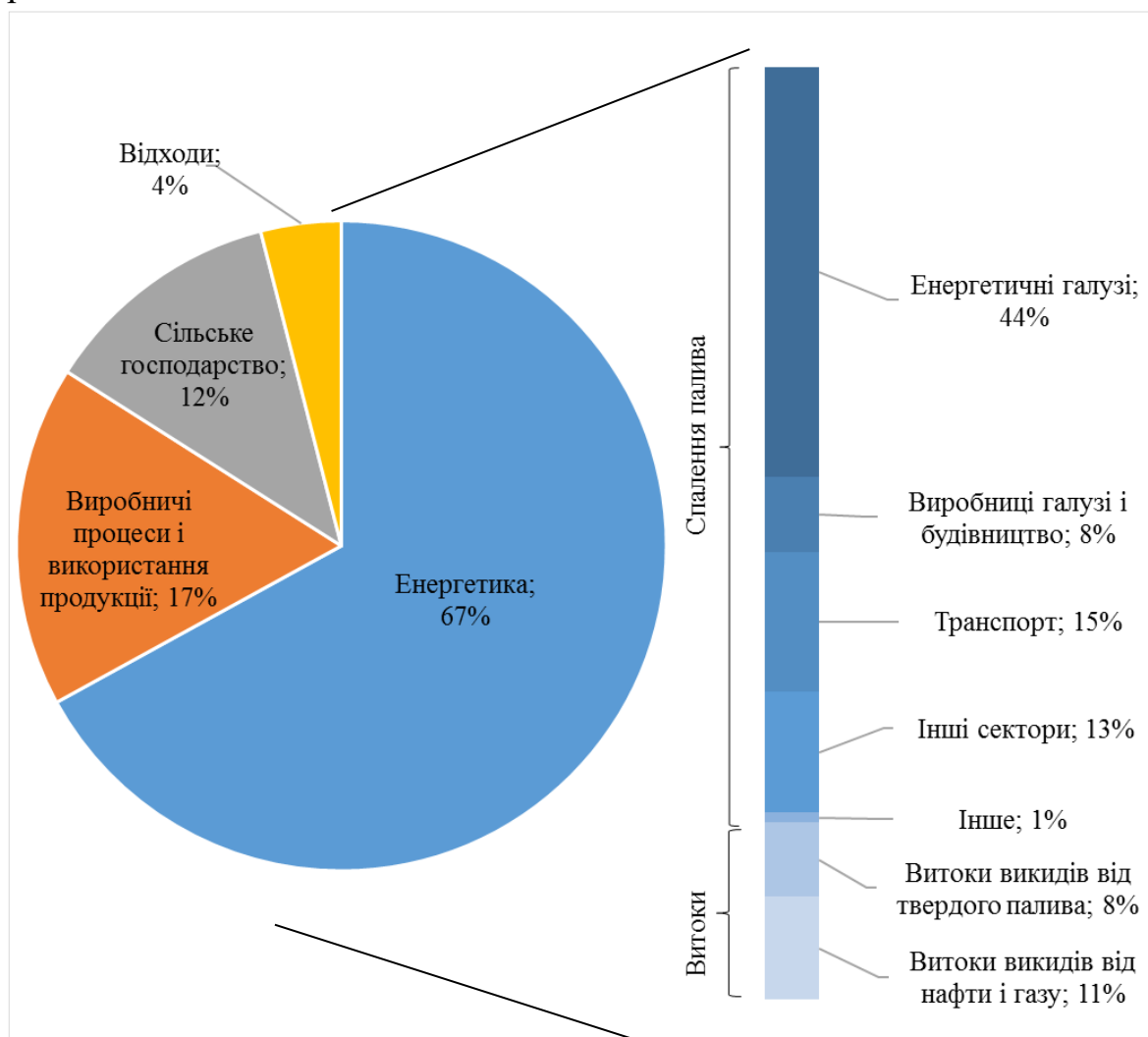


Рис. 1. Розподіл викидів парникових газів в Україні станом на 2016 рік

Джерело: дані [365].

У боротьбі з парниковим ефектом допомагає розвиток лісових насаджень, які поглинають вуглекислий та інші парникові гази. Загальна площа лісових насаджень в Україні становить близько 11 млн. гектар, які переважно знаходяться в державній власності. Відповідно до даних Національного кадастру викидів, станом на 2015 рік рівень поглинання парникових газів становив близько 5 %. Очевидним видається

³⁶⁵ Кліматична політика України: енергетична складова, Представництва Фонду ім. Г. Бьоля в Україні, 2019. URL : https://ua.boell.org/sites/default/files/hbs_klimatichna_politika_ukrayini_energetichna_skladova.pdf.

необхідність розвитку лісових насаджень для підвищення частки поглинання парникових газів. В Україні, порівняно з європейськими країнами, яскраво виражена незбалансована структура земельного користування, де переважає поступове збільшення орних земель та навпаки – зменшення лісових насаджень. Рівень лісистості в Україні нижчий за середній європейський показник більш ніж у два рази – 16 % та 37 % відповідно. При цьому, доля сільськогосподарських земель найбільша і становить майже 71 % від загальної площі країни [366]. Безумовно, така кількість сільськогосподарських угідь має ряд економічних переваг та дозволяє забезпечувати продовольчу безпеку країни, але разом з тим сприяє серйозному екологічному навантаженню через постійну інтенсифікацію виробництва. Активне використання мінеральних добрив, неконтрольований забір води з річок та водойм для системи зрошення та інші негативні фактори призводять до зниження якості продукції та погіршення екологічної ситуації.

Українські громади вже сьогодні стикаються з глобальними наслідками спричинених зміною клімату. Відбувається поступове збільшення кількості несприятливих глобальних факторів, які негативно впливають на ведення сільського господарства та погіршують умови проживання людей. Частішають засухи, відбувається обміління річок та пересихання озер, збільшується амплітуда коливання температури повітря, спостерігається зниження рівня ґрунтових вод та деградація плодючих земель, що призводить до порушення цілих екосистем та згубно впливає на людську життєдіяльність [367]. Варто зазначити, що кліматичні зміни відбувались і в інші періоди нашої історії про те, значна кількість дослідників вважає, що саме до цих кліматичних змін суспільство має безпосереднє відношення [368].

Аналіз статистичних даних температури зовнішнього повітря в Україні, за останні майже 60 років, показав суттєві зміни, що може призвести до погіршення умов для проживання людини, змін в екосистемі та в майже у всіх галузях господарства. З початку 2000-них років в Україні відбулось суттєве підвищення зовнішньої температури повітря (рис. 2). Усереднена за зимовий період температура зовнішнього повітря за період з 1991 по 2016 рік збільшилась на 1 °С, в порівнянні з даними зафіксованими в період з 1961 по 1990 рік, на більшій території

³⁶⁶ Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. URL : https://mepr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf.

³⁶⁷ Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату. Рамкова конвенція. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text

³⁶⁸ Особливості змін клімату в Україні на кінець ХХ–початок ХХІ ст. за наземними та супутниковими даними. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2015. С. 33–63.

України. При цьому літо стало більш спекотним, в порівнянні з базовим періодом температура повітря вища на 0,8 – 1,8 °С.

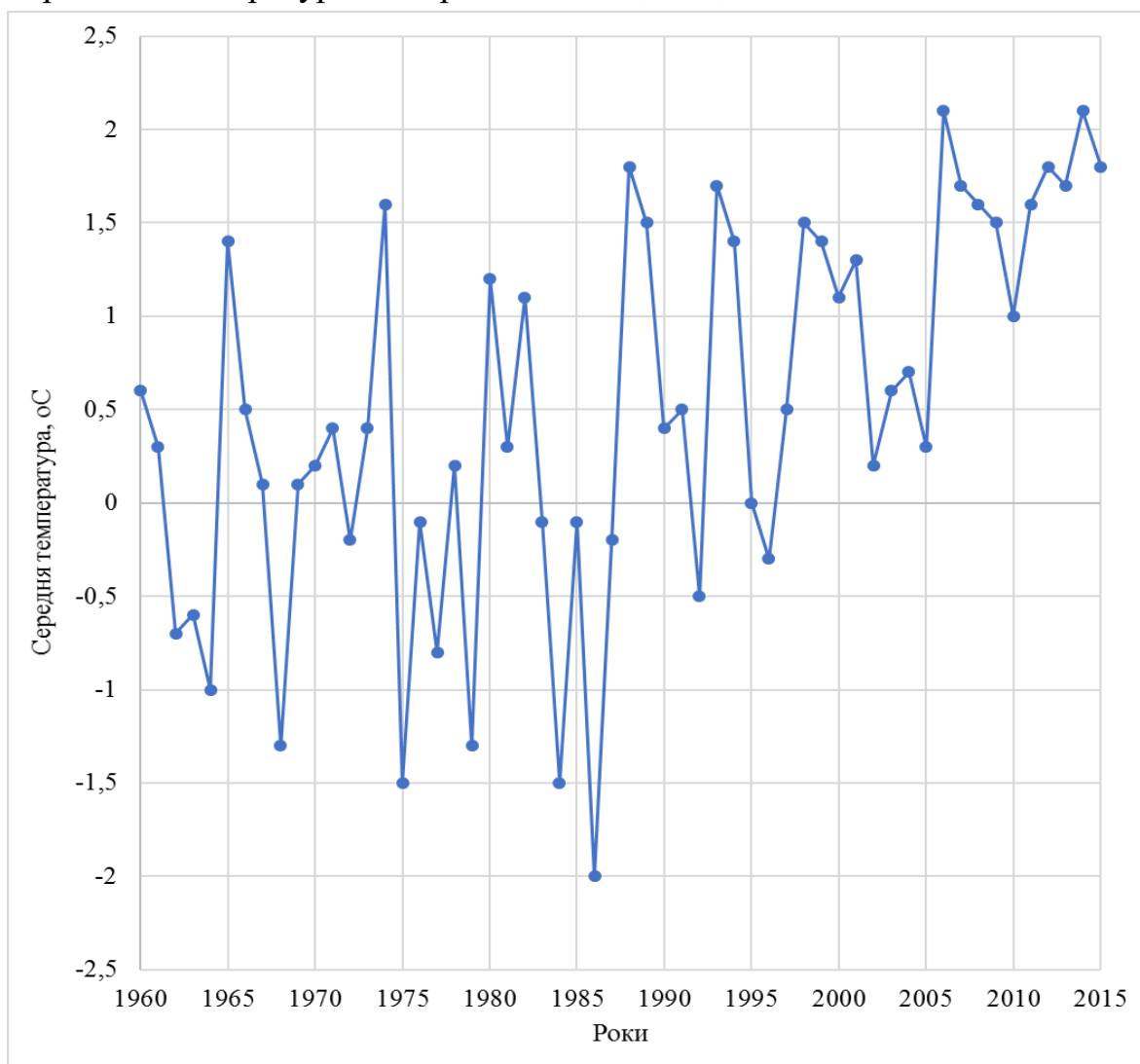


Рис. 2. Аномалії середньорічної температури зовнішнього повітря в Україні відносно норми

Джерело: дані [369].

Усвідомлення глобальних загроз від змін клімату, спонукають розвинені країни до все більш активних та рішучих дій. Європейський союз, як лідер у протидії змінам клімату, розробив та прийняв «зелений» курс, який являє собою план дій для екологізації майже всіх сфер економіки. Європейський курс має амбітну мету досягнення кліматично нейтральної Європи до 2050 року.

³⁶⁹ Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. URL : https://mepr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf.

1. Стратегічні цілі Європейського зеленого курсу

Стратегічний напрямок	Цілі Європейського зеленого курсу	Можливості та завдання для України
Зміна клімату	- нейтральна економіка ЄС до 2050 року - зниження викидів ПГ - інтеграція цілей в усі галузі	- посилення вимог до України відносно скорочення викидів ПГ - нові бар'єри для отримання «промислового безвізу»
Біо різноманіття	- підвищення контролю імпорту дреревини та інших товарів - посилення охорони біорізноманіття та підвищення рівня заліснення територій	- посилення контролю ЄС за імпортом деревини та інших товарів - необхідність у впровадженні державної стратегії по залісненню нових територій
Нульове забруднення	- вільне від токсичних речовин навколишнє середовище ЄС - підвищення екологічних вимог	- необхідність адаптації норм і обмежень до переробки та поводження з відходами
Фінанси	- розвиток сталого фінансування економік з точки зору впливу на довкілля - розширення звітності про діяльність підприємства пов'язаних з впливом на навколишнє середовище	- необхідність провадження змін в регулювання фінансових послуг - запровадження додаткової звітності про нефінансову діяльність - можливість доступу до європейського фінансування підприємствам сталої економіки
ЄС як глобальний лідер	- створення нових та посилення існуючих інструментів глобального впливу на просування ідеї «зеленого курсу»	- посилення процесу імплементації та виконання міжнародних та європейських угод і зобов'язань, можливість отримання інвестицій у зелену енергетику України

Джерело: дані [370].

Використання викопного палива, в якості основного енергетичного ресурсу, призводить до утворення більшої частини від всіх викидів вуглецю пов'язаних з діяльністю людини. Споживання енергетичних ресурсів тісно пов'язане майже з життєдіяльністю людини, саме тому інтеграція ідеї збільшення ефективності виробництва, транспортування та споживання енергоресурсів у всі сфери господарської діяльності, настільки важлива [371].

³⁷⁰ Європейський зелений курсу: можливості та загрози для України : Аналітичний документ. URL : <https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2020/06/european-green-dealwebfinal.pdf>.

³⁷¹ Вісім ідей для "зелених" міст України – посібник для громад, 2020. URL : https://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2020/09/Posibnyk_8-idey-dlia-zelenykh-mist-Ukrainy.pdf.

2. Основні можливості та завдання для економіки України в контексті Європейського зеленого курсу

Сфера	Основні цілі Європейського зеленого курсу	Основні можливості та завдання для України
Енергетика	- поглиблення декарбонізації енергетичного сектору - розширення використання ВДЕ та відмова від використання вугілля	- подальша робота над адаптацією енергетичної системи відповідно до норм ЄС - посилення розвитку ВДЕ та модернізація сектору енергетики
Циркулярна економіка	- завершення процесу переходу промисловості до сталої моделі зростання, підтримка конкурентноспроможності	- посилення вимог до екологічності товарів та послуг, що експортуються або надаються Україною
Транспорт	- зниження викидів на 90% - більш активне використання сталих видів транспорту - розвиток інфраструктури для електромобілів	- необхідність в підвищенні вимог до рівня екологічності автотранспорту - модернізації залізничного транспорту та розвиток інфраструктури електромобілів
Сільське господарство	- забезпечення харчової безпеки - стале та екологічне виробництво, здорове та збалансоване харчування - зменшення відходів продуктів харчування	- зменшення впливу на оточуюче середовище - збільшення стандартів якості до сільськогосподарських продуктів - суттєвий розвиток потенціалу органічного виробництва

Джерело: дані [372].

Основні складові концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року (рис. 3), базуються на розвитку: енергетичної ефективності, відновлювальної енергетики, діджиталізації та нормативно-правового забезпечення.

Основним тягарем української економіки є занадто високий рівень енергоємності, який впливає на всі сфери нашої життєдіяльності: від опалення житла до послуг та товарів в магазині. Надмірний рівень споживання енергії є показником низької ефективності. Саме тому, необхідність впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності та енергозбереження – надзвичайно актуальні. Процес зниження рівня споживання енергії дозволить полегшити освоєння потенціалу відновлювальних джерел енергії та залучення технологій

³⁷² Європейський зелений курсу: можливості та загрози для України, Аналітичний документ. URL : <https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2020/06/european-green-dealwebfinal.pdf>.

альтернативної енергетики. Для забезпечення максимальної ефективності використання енергетичних ресурсів, робота сучасних системи енергопостачання та енергоспоживання має базуватись на принципах розподіленої генерації та розумного управління, що також забезпечить суттєве покращення якості і надійності енергетичних послуг.

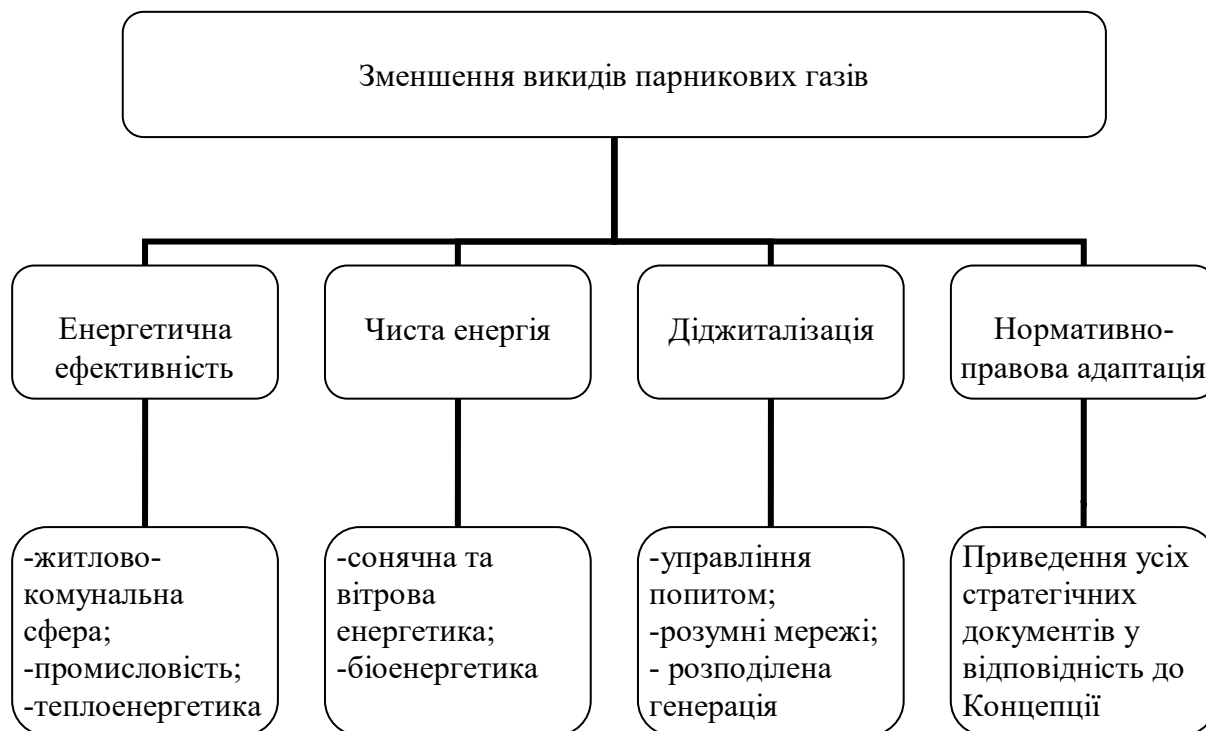


Рис. 3. Базові складові концепції «Зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року

Джерело: дані [373].

Перехід до більш дружніх до довкілля технологій виробництва енергії значно зменшить викиди парникових газів та сприятиме покращенню екологічної ситуації в країні. Мінімальним рівнем забруднення навколишнього середовища, в порівнянні з традиційними методами виробництва енергії з викопних джерел енергії, володіють: вітроенергетика, сонячні електростанції геотермальна та біоенергетика (рис. 4).

Імплементация європейських норм і правил в сфері енергоефективності та енергозбереження, дозволяє нашій країні поступово реалізовувати весь наявний потенціал процесу декарбонізації економіки та зниженню викидів парникових газів. Проте, незважаючи на наявність стійкої зовнішньої підтримки, похвалитись належними успіхами нашого внеску в міжнародну боротьбу зі зміною клімату поки що, не вдається.

³⁷³ Концепція «Зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. URL : <https://mepr.gov.ua/news/34424.html>.

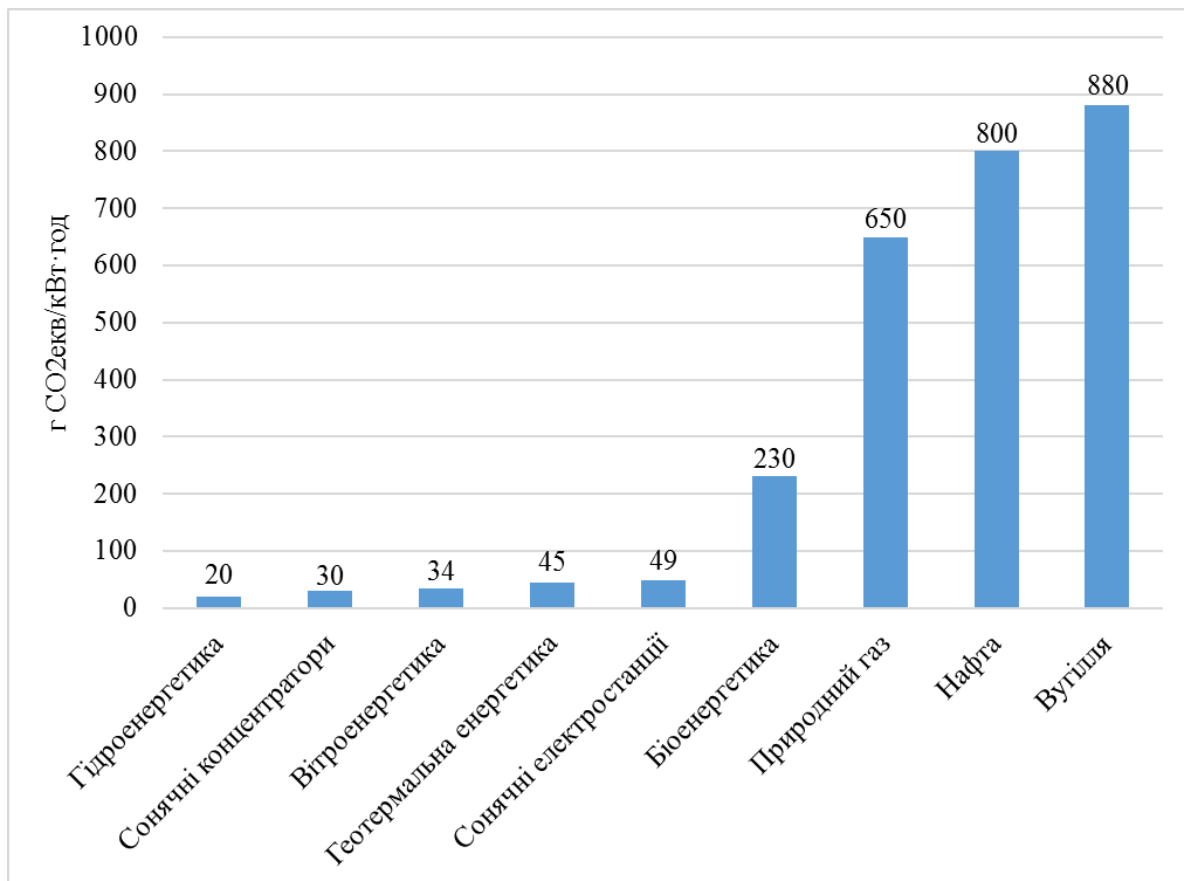


Рис. 4. Значення показників вуглецевого сліду для основних технологій перетворення енергії в електричну

Джерело: дані [374].

Покращити позиції України в питаннях зниження викидів та енергоємності економіки, може активізація участі у цьому процесі місцевих органів влади на усіх соціально-економічних рівнях. Для цього необхідна чітка державна стратегія та відповідні механізми стимулювання впровадження заходів направлених на зниження рівня споживання енергоресурсів і розвиток альтернативної енергетики та проведення широкої кампанії по підвищенню енергетичної і екологічної самосвідомості громад. Суспільне усвідомлення принципової важливості раціонального та більш ефективного споживання наявних ресурсів, дасть початок формування внутрішнього запиту до змін. Наявність внутрішньої мотивації, в середині кожної з громад, дозволить суттєво збільшити системність, результативність та амбітність загальнодержавних стратегій спрямованих на зелений енергетичний перехід України.

³⁷⁴ Низьковуглецева енергетика: стан та стратегічні пріоритети розвитку в Україні. URL : <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2019-12/analit-bobro-1.pdf>.

5.2. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови перезимівлі озимої пшениці в Поліссі

*Польовий А. М., Барсукова О. А., Божко Л. Ю.
Одеський державний екологічний університет*

Озима пшениця відноситься до найбільш цінних і врожайних зернових культур. Вона займає перше місце у світі за посівними площами і валовим збором зерна. На території України озима пшениця вирощується в усіх природно-кліматичних зонах і займає 40 % площі всіх зернових культур.

Пшениця має високу біологічну пластичність до умов вирощування і ціниться за високу поживність зерна. Зерно пшениці багате клейковиною, білками і багатьма іншими цінними речовинами. Пшеничний хліб відзначається високим вмістом білку (14 %), вуглеводів (80 %) [375, с. 384].

Основні посівні площі озимої пшениці в Україні зосереджені в Лісостеповій та Степовій зонах. В Поліссі посівні площі коливаються від 10 до 20 % всієї посівної площі озимої пшениці в Україні.

Урожайність озимої пшениці залежить від великої кількості екологічних факторів як тих що безпосередньо використовуються рослинами; так і тих що впливають на життєдіяльність рослин.

Максимальному врожаю культури відповідає оптимальне значення усіх факторів [376 , с. 78]. Для озимої пшениці сприятливими є: оптимальні терміни сівби, сприятливі умови перезимівлі, оптимально волого – температурні показники весняно-літнього періоду, своєчасне внесення добрив і інші заходи.

В сприятливі за погодними умовами роки максимальні врожаї найпоширеніших в Україні сортів становлять 52–55 ц/га і вище.

Для забезпечення безперервного підвищення продуктивності озимої пшениці необхідні знання кліматичних ресурсів території її вирощування та врахування кліматичних особливостей, особливо за змін клімату, при плануванні розміщення посівних площ озимої пшениці в районах з найвищою врожайністю. При цьому немаловажне значення має застосування інтенсивних технологій вирощування та введення в експлуатацію нових високоврожайних сортів.

³⁷⁵ Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підруч. / Паламарчук В. Д. та ін. Вінниця, 2013. 724 с.

³⁷⁶ Польовий А. М., Божко Л. Ю. Біологічні і екологічні основи продуктивності агроєкосистем : підруч. Одеса : ТЕС, 2016. 280 с.

Метою дослідження є оцінка агрокліматичних умов перезимівлі озимої пшениці в областях Полісся та їх змін під впливом змін клімату. Дослідження виконувались на матеріалах паралельних агро- та метеорологічних спостережень, та спостережень за врожайністю озимої пшениці по областях Полісся за період з 1986 по 2015 рр. і результатах розрахунків показників агрокліматичних умов на період 2021–2050 рр, за кліматичними сценаріями. Для кліматичних розрахунків використовується набір сценаріїв – Репрезентативні траєкторії концентрацій – RCP, що уявляють собою чотири сценарії, які включають часові ряди викидів і концентрацій парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів: RCP2.6, RCP 4.5, RCP 6.5 та RCP8.5. Найпесимістичнішим є сценарій – RCP 8,5, який передбачає експоненціальне збільшення кількості вуглецю в атмосфері до кінця XXI століття приблизно в 2,5 рази відносно сучасного [377, с. 355].

Стійкість озимої пшениці до несприятливих умов зими залежить від умов формування морозостійкості і зимостійкості рослин в осінній період вегетації. Динаміка морозостійкості у всіх озимих культур та їх сортів при стійкому характері зимових умов погоди підпорядковується певній закономірності, зумовленій сезонним ходом температури повітря верхнього шару ґрунту восени. При зниженні температури повітря восени і в першій половині зими зимостійкість усіх сортів озимих культур підвищується, в середині зими досягає максимального значення, а потім, при підвищенні температури повітря і ґрунту в другій половині зими і особливо навесні падає.

Стійкість озимої пшениці до небезпечних морозів залежить від значення критичної температури вимерзання. Восени у момент зниження середньої добової температури повітря наприкінці осені до 5 °С і після проходження рослинами першої фази загартування критична температура вимерзання озимих культур близька до -10, -12 °С. Після переходу температури повітря через 0 °С і зниження температури ґрунту на глибині вузла кушіння до -2, -5 °С, коли рослини проходять другу фазу загартування, морозостійкість їх значно підвищується. При сприятливих умовах зимівлі (температура ґрунту на глибині вузла кушіння -6, -8 °С) морозостійкість рослин з другої половини грудня до кінця лютого буває близькою до оптимального значення її для даного сорту. Найвища морозостійкість озимих культур в цей період (-20, -22 °С) пояснюється глибоким станом зимового спокою, викликаного низькими

³⁷⁷ Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України ; за ред. Степаненка С. М., Польового А. М. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.

температурами повітря і ґрунту [378, с. 112]. У березні при підвищенні температури ґрунту і порушенні стану вимушеного спокою у рослин морозостійкість поступово знижується і критична температура їх вимерзання сягає її значення восени (-10, -12 °С).

На морозостійкість озимих культур значно впливають агрометеорологічні умови розвитку озимини восени і стан її на момент припинення вегетації.

Основними показниками умов перезимівлі озимих культур є: мінімальна температура повітря, висота снігу, глибина промерзання ґрунту, сума від'ємних температур повітря за зимовий період. Інтегральним показником перезимівлі озимих культур є мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння. По областях були проаналізовані ряди спостережень за показниками перезимівлі. За середніми показниками зими на території Полісся найсуворіші умови перезимівлі озимини складались у Чернігівській області Порівняно м'які умови спостерігались у Волинській, Рівненській та Житомирській областях.

Середня багаторічна температура ґрунту на глибині вузла кущіння рослин (табл. 1) не може бути цілком надійним показником умов перезимівлі. Для більш детальної характеристики умов перезимівлі було досліджено також абсолютні мінімуми температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 1). Для повної характеристики умов перезимівлі також важливу роль відіграє значення абсолютного мінімуму температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 2).

1. Середня мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння

Область	Грудень			Січень			Лютий			За зиму
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Волинська	-10	-11	-8	11	-19	-14	-11	-9	-5	-11
Рівненська.	-8	-10	-8	-4	-11	-10	-14	-6	-6	-10
Київська	-6	-13	-11	-11	-15	-14	-15	-10	-10	-12
Житомирська	-8	-10	-11	-11	-17	-15	-11	-10	-10	-13
Чернігівська	-9	-11	-5	-11	-19	-18	-16	-11	-10	-14

Джерело: авторські дослідження.

Як видно із (табл. 2) в січні і перших двох декадах лютого значення абсолютного мінімуму бувають вищими від критичної температури вимерзання озимої пшениці. Починаючи з другої декади грудня до другої декади лютого включно в областях Полісся мінімальна температура ґрунту опускається нижче критичної температури вимерзання.

³⁷⁸ Польовий А. М., Божко Л. Ю. Агрометеорологічні прогнози : підручник. Одеса : ТЕС, 2017. 508 с.

2. Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кущіння

Області	Грудень			Січень			Лютий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Волинська	-15	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-18	-15
Рівненська	-14	-17	-17	-18	-19	-19	-19	-18	-14
Житомирська	-13	-14	-13	-18	-19	-19	-19	-17	-14
Київська	-15	-16	-17	-19	-19	-20	-20	-19	-15
Чернігівська	-16	-18	-18	-19	-20	-21	-21	-19	-17

Джерело: авторські дослідження.

Була розрахована імовірність абсолютних мінімумів на глибині вузла кущіння по областях Полісся. Встановлено, що імовірність дуже низьких абсолютних мінімумів $-21...-25^{\circ}\text{C}$ становить біля 8 % в Чернігівській області, Київській і Житомирській – 7 % та 5 % у Рівненській та Волинській. Імовірність абсолютних мінімумів на рівні критичної температури вимерзання $-16...-20^{\circ}\text{C}$ становить відповідно 14 % та 13 %.

Для умов перезимівлі зернових культур велику роль відіграє сніговий покрив. В областях Полісся стійкий сніговий покрив утворюється наприкінці грудня і звільняє поля від снігу в середині березня. По роках дати встановлення і звільнення полів від снігу коливаються як і коливається потужність снігового покриву. В деякі роки сніговий покрив не забезпечує збереження озимих від вимерзання у зв'язку з його нерівномірним розподілом по полях.

Пошкодження озимої пшениці від вимерзання в Поліській зоні частіше спостерігаються в Чернігівській, північних районах Сумської і Київської областей. В і інших областях Полісся пошкодження озимої пшениці від вимерзання спостерігається раз у 7–8 років. Високий сніговий покрив (товщина снігу більше 30 см) і тривале його залягання в купі з прохолодною тривалою весною спричиняють пошкодження посівів озимої пшениці від випрівання і вимокання, яке спостерігається в областях Полісся один раз у 6 років.

В умовах глобального потепління, яке спостерігається під впливом змін клімату, відбуватимуться зміни умов перезимівлі озимої пшениці. Аналіз тенденції зміни клімату і їх вплив на перезимівлю озимої пшениці виконувався шляхом порівняння даних середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників перезимівлі і показників розрахованих за кліматичними сценаріями RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, та RCP8.5 за періоди: 1980–2010 рр. (середньо багаторічний період), 2021–2050 рр. (сценарний період). Для розрахунків була

використана базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [379, с. 198].

Для оцінки умов перезимівлі базова модель була доповнена параметрами, що будуть характеризувати умови перезимівлі озимої пшениці: середня із мінімальних температур за листопад; сума температур нижче 0 °С за листопад-грудень; мінімальна температура повітря за грудень-лютий; максимальна глибина промерзання ґрунту; максимальна висота снігового покриву. Введення цих параметрів дає можливість розрахувати: кількість рослин на 1 м², куцистість озимої пшениці; критичну температуру вимерзання; коефіцієнт морозонебезпечності; зрідженість озимої пшениці

Коефіцієнт морозонебезпечності запропонований В. М. Лічикакі розраховується як відношення температури ґрунту на глибині вузла куціння до критичної температури вимерзання.

Була встановлена зрідженість рослин озимої пшениці на 1 м² від значення коефіцієнта небезпечності [380, с. 136].

$K = 0,5-0,75$ – зрідженість 1–20 %, $K = 0,76-0,87$ – зрідженість – 21–40 %, $K = 0,88-0,96$ – зрідженість – 41–60 %, $K = \text{більше } 0,97$ – зрідженість більше 60 % [380, с. 136].

Розрахунки за сценаріями змін клімату показали, що за двома сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 середні за місяць температури повітря очікуватимуться вищими середніх багаторічних впродовж всієї зими майже на 2 °С, за сценарієм RCP4.5 вони теж будуть вищими середніх багаторічних, але відхилення не перевищуватиме 1–1,5 °С (табл. 3).

3. Порівняння середніх місячних температур повітря базового періоду з розрахованими за різними сценаріями на період 2021–2050 рр.

Період	Грудень			Січень			Лютий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Житомир									
1980–2010 рр.	-2,7	-3,6	-4,5	-1,3	-3,0	-4,7	0,7	1,2	1,5
RCP2.6	-0,4	-2,0	-3,6	-0,4	-1,7	-3,0	0,7	1,2	1,5
RCP4.5	-1,6	-2,7	-3,8	-3,0	-3,6	-4,2	0,0	0,1	0,2
RCP6.0	0,9	-2,2	-4,4	0,4	-0,8	-3,0	2,3	3,4	4,5
RCP8.5	-3,6	-4,5	-5,4	-3,0	-3,2	-3,4	-0,8	0,3	1,2
Чернігів									
1980–2010 рр.	-3,8	-4,5	-5,4	-3,0	-3,9	-4,8	-0,2	0,3	1,4
RCP2.6	-1,2	-3,6	-5,2	-1,7	-2,6	-3,5	-0,2	0,3	1,4
RCP4.5	-2,6	-3,8	-4,9	-3,6	-4,5	-5,1	-0,1	0,1	1,0
RCP6.0	-1,4	-2,3	-4,6	-0,8	-1,7	-2,6	1,4	2,3	3,6
RCP8.5	-3,5	-4,6	-5,1	-3,2	-4,1	-5,0	-1,7	-0,4	1,3

Джерело: авторські дослідження.

³⁷⁹ Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. *Метеорология, климатология и гидрология*. 2004. Вып. 48. С. 195–205.

Умови перезимівлі будуть визначатись наявністю і висотою снігового покриву. За середній багаторічний період за зиму накопичується сума від'ємних температур -307 °С в центральному і західному Поліссі і -380–367 °С – в східному (табл. 4).

4. Середні багаторічні температурні показники за період з температурою повітря нижче 0 °С та розраховані за сценаріями

Період	Дата переходу температури повітря через 0 °С		Тривалість періоду з температурою нижче 0 °С, дні	Дата встановлення і сходу снігу		Сума від'ємних температур за період, °С	Середня температура повітря, °С		Амплітуда температур, °С
	осінь	весна		осінь	весна		січня	липня	
Чернігів									
1980–2010 рр.	5.12	9.03	102	17.12	16.03	-367,2	-3,6	19,1	22,7
RCP2.6	5.12	3.03	87	19.12	16.03	-226,2	-2,6	22,0	24,5
RCP4.5	7.12	21.03	104	17.12	14.03	-353,0	-3,4	19,1	22,5
RCP6.0	3.12	28.02	86	22.12	15.03	-226,0	-2,2	22,0	24,1
RCP8.5	1.12	6.03	94	23.12	14.03	-385,4	-4,1	18,6	22,5
Житомир									
1980–2010 рр.	9.12	1.03	80	22.12	23.02	-317,3	-3,1	19,3	22,4
RCP2.6	5.12	1.03	85	24.12	15.03	-226,2	-2,4	22,2	24,6
RCP4.5	8.12	8.03	89	23.12	10.03	-301,0	-3,0	19,5	22,5
RCP6.0	7.12	23.02	78	25.12	12.03	-205,4	-2,0	22,0	24,0
RCP8.5	4.12	4.03	90	23.12	14.03	-351,0	-3,9	19,8	23,7

Джерело: авторські дослідження.

Потужність снігового покриву залежить від кількості опадів, які випадають за зимовий період. В середньому багаторічному в областях Полісся за зимовий період випадає 107 мм опадів. Розрахунки за сценаріями показали, що суми опадів взимку суттєво збільшаться в разі реалізації сценаріїв RCP2.6 і RCP6.0 і становитимуть відповідно 168 і 175 середньої багаторічної величини. В разі реалізації сценаріїв зміни клімату RCP4.5 RCP8.5 опади очікуватимуться майже на рівні середніх багаторічних величин і становитимуть відповідно 105 та 109 % середньої багаторічної суми. Це дозволяє зробити висновок, що умови зимівлі за загальною характеристикою будуть близькими до середніх багаторічних. В той же час збільшення висоти снігового покриву в умовах реалізації сценаріїв RCP2.6 і RCP6.0 спричинить збільшення вірогідності випрівання і вимокання посівів озимої пшениці.

Окрім характеристик температури повітря і ґрунту на глибині вузла кушніння та суми опадів були розраховані і інші показники перезимівлі озимої пшениці, які очікуються в період 2021–2050 рр. (табл. 5) за найжорсткішим сценарієм зміни клімату RCP8.5.

Розрахунки показали, що і в майбутньому жорстокішими будуть умови перезимівлі озимої пшениці в центральному і східному Поліссі, де зрідженість сягатиме 15–22 %. Розраховані середні показники за період 2021–2050 рр. Звісно, що в окремі роки ці показники будуть змінюватись в ту, чи іншу сторону.

5. Розрахункові характеристики перезимівлі озимої пшениці в Поліссі за сценарієм RCP8.5

№	Розрахункові характеристики	Області				
		Волинська	Рівненська	Житомирська	Київська	Чернігівська
1	Коеф.морозонебезпечності за В. М. Лічікакі (К)	0,7	0,7	0,73	0,75	0,77
2	Зрідженість озимих за зиму, %	10,5	10,5	13,5	16,0	21,9
3	Кількість стебел на 1 м ² на дату припинення вегетації восени	792	787	791	794	796
4	Кількість стебел на 1 м ² на дату початку вегетації весною	702	704	708	698	688
5	Критична температура вимерзання посівів	-15,7	-15,7	-16,3	-18,0	-18,7
6	Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння, °С	-10,4	-10,4	-16,0	-17,8	-18,1

Деякою мірою це буде спричинятись окремими глибокими похолоданнями і нерівномірністю розподілу випадіння опадів і розподілу снігу на полях.

Кращими для перезимівлі очікуватимуться умови у Волинській, Рівненській областях. В Житомирській області умови перезимівлі визначатимуться станом озимих культур на припинення вегетації та розподілом снігу на полях.

Виконані розрахунки дозволяють зробити висновки, що морозонебезпечність для озимої пшениці значно знизиться в разі реалізації будь-якого із сценаріїв у порівнянні із середніми багаторічними даними. Але, поряд з тим, значне зростання сум опадів (на 68–70 %) за сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 буде сприяти випріванню і вимоканню посівів. Вірогідність погіршення умов перезимівлі озимої пшениці в разі реалізації сценарію RCP8.5 в порівнянні із середніми багаторічними показниками буде незначно вищою тільки в Чернігівській області.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Антоновський Олександр Володимирович, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: antonovskiy_90@ukr.net.

Бараболя Ольга Валеріївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри рослинництва Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-4123-9547, e-mail: olga.barabolia@ukr.net.

Барсукова Олена Анатоліївна, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету, e-mail: lena5933@ukr.net.

Бельченко Володимир Михайлович, кандидат технічних наук, в. о. заступника директора з наукової роботи Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААНУ, ORCID ID: 0000-0002-6117-6363, e-mail: belchenkovm@gmail.com.

Березницький Віктор Іванович, старший викладач кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-3261-2066, e-mail: viktor.bereznytskyi@pdaa.edu.ua.

Бернацька Наталія Любомирівна, кандидат технічних наук, старший лаборант НУ «Львівська політехніка», ORCID ID: 0000-0002-5613-7597, e-mail: bernatska.nati@gmail.com.

Божко Людмила Юхимівна, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету, e-mail: bozko@i.ua.

Бойко Станіслав Ігорович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, інженер ПП «Енергоконсалтингова компанія «АЙТІКОН», e-mail: 1991Boiko@gmail.com.

Бондаренко Олександр Анатолієвич, завідувач відділу Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого», ORCID ID: 0000-0001-9456-6715, e-mail: akro18@ukr.net.

Гангур Володимир Васильович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри рослинництва, професор кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова Полтавської

державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-5619-492X, e-mail: volodymyr.hanhur@pdaa.edu.ua.

Галенко Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій, ORCID ID: 0000-0002-0350-3338, e-mail: galen@i.ua.

Гасюк Остап Богданович, магістрант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій.

Гончаренко Артем Вадимович, фахівець 1 категорії кафедри охорони праці і навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури, ORCID ID: 0000-0001-9176-2315, e-mail: Hosting.pat@gmail.com.

Горб Олег Олександрович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, проректор з науково-педагогічної, наукової роботи Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-3141-8114, e-mail: gorb@pdaa.edu.ua.

Гордієнко Яна Юріївна, здобувач вищої освіти Полтавської державної аграрної академії.

Горобець Максим Вікторович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-1287-7857, e-mail: gorobecmaks995@gmail.com.

Діжевська Аліна Анатоліївна, здобувач вищої освіти Полтавської державної аграрної академії.

Доронін Сергій Миколайович, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії.

Жукова Олена Григорівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці і навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури, ORCID ID: 0000-0003-0662-9996, e-mail: elenazykova21@gmail.com.

Зось-Кіор Микола Валерійович, доктор економічних наук, доцент, професор кафедри менеджменту Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0001-8330-2909, e-mail: zoskior@gmail.com.

Ілюхіна Ірина Андріївна, здобувач вищої освіти Полтавської державної аграрної академії.

Калініченко Володимир Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри екології,

збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-6901-0392, e-mail: kalinichenkov@ukr.net.

Калюжна Юлія Петрівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри маркетингу Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-0806-4829, e-mail: iuliia.kaliuzhna@pdaa.edu.ua.

Киричко Олена Борисівна, кандидат ветеринарних наук, доцент, доцент кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-0769-0804, e-mail: kyrychko.elena@ukr.net.

Климчик Ольга Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування Поліського національного університету, ORCID ID: 0000-0002-0508-2864, e-mail: Olga-su@ukr.net.

Кобилинська Олена Миколаївна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

Кобилинський Іван Валентинович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

Коваленко Нінель Павлівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри захист рослин Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0001-5998-1745, e-mail: ninel.kovalenko2016@gmail.com.

Коваленко Світлана Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмної інженерії та інформаційних технологій управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», ORCID ID: 0000-0001-6770-6778, e-mail: svetkovalenko@gmail.com.

Коваленко Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», ORCID ID: 0000-0001-8763-0862, e-mail: adbc@ukr.net.

Козаченко Юлія Анатоліївна, кандидат юридичних наук, доцент кафедри підприємництва і права Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-2617-8259, e-mail: yu.a.kozachenko@gmail.com.

Кононеко Сергій Миколайович, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії.

Крикунова Валентина Юхимівна, кандидат хімічних наук, доцент, професор кафедри біотехнології та хімії Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-8440-2490, e-mail: valentyana.krykunova@pdaa.edu.ua.

Крутякова Валентина Іванівна, кандидат економічних наук, директор Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААНУ, ORCID ID: 0000-0002-6578-952X, e-mail: valentyana.krutyakova@gmail.com.

Кулаков Олексій Олексійович, доктор філософії з економічних наук, головний спеціаліст відділу міжнародного та міжрегіонального співробітництва управління зовнішньоекономічних відносин департаменту інвестиційно-інноваційного розвитку і зовнішніх відносин Донецької обласної державної адміністрації, e-mail: oleksiikulakov7@gmail.com.

Кулик Максим Іванович, доктор сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри селекції, насінництва і генетики Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-0241-6408, e-mail: kulykmaksym@ukr.net.

Кукіш Микола Анатолійович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

Лотиш Ігор Ігорович, кандидат сільськогосподарських наук ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж Полтавської державної аграрної академії», ORCID ID: 0000-0003-0373-6630, e-mail: lotysh@pdaa.edu.ua.

Ляшенко Віктор Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри рослинництва Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-0177-6209, e-mail: viktor.liaschenko@pdaa.edu.ua.

Ляшенко Євген Сергійович, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії.

Макаова Богдана Євгенівна, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: danamakaova@gmail.com.

Малько Максим Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету комп'ютерних наук та програмної інженерії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», ORCID ID: 0000-0002-0125-2141, e-mail: Dean.cs@khpі.edu.ua.

Міщенко Олег Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної

аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-9547-0421, e-mail: mishenko_oleg@ukr.net.

Мороз Олег Григорович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0001-9778-6043, e-mail: oleg.moroz@pdaa.edu.ua.

Нечипоренко Наталія Іванівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри захист рослин Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-2572-9095, e-mail: nataliia.necheporenko@pdaa.edu.ua.

Новохацький Микола Леонідович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, заступник директора з наукової роботи Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого», ORCID ID: 0000-0003-3635-1761, e-mail: novokhatskyi@ukr.net.

Павлова Інга Володимирівна, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-8905-8879, e-mail: inga17pavlova@gmail.com.

Подольак Віталій Анатолійович, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії.

Польовий Анатолій Миколайович, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету, e-mail: apolevoy@te.net.ua.

Попов Сергій Іванович, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: popov.serhii23@gmail.com.

Поспелов Сергій Вікторович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства та агрохімії ім. В. І. Сазанова Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-0433-2996, e-mail: sergii.pospelov@pdaa.edu.ua.

Поспелова Ганна Дмитрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри захист рослин Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-8030-1166, e-mail: ganna.pospelova@pdaa.edu.ua.

Писаренко Павло Вікторович, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри екології, збалансованого

природокористування та захисту довкілля, професор кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова, перший проректор Полтавської державної аграрної академії, академік Інженерної академії України, ORCID ID: 0000-0002-4915-265X, e-mail: pavlo.pysarenko@pdaa.edu.ua.

Самойлик Юлія Василівна, доктор економічних наук, доцент, професор кафедри економіки та міжнародних економічних відносин Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0003-1335-2331, e-mail: iuliia.samoilyk@gmail.com.

Співак Євген Миколайович, кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри обліку, фінансів та оподаткування Луганського національного аграрного університету, ORCID ID: 0000-0002-5165-7294, e-mail: spivak.lnau@ukr.net.

Сябро Альона Сергіївна, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0001-6808-2223, e-mail: Siabro.aliona@gmail.com.

Тараненко Анна Олексіївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-1305-939X, e-mail: anna.taranenko@pdaa.edu.ua.

Таргоня Василь Сергійович, доктор сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого», ORCID ID: 0000-0002-1353-9182, e-mail: targonva@ukr.net.

Татарко Юлія Валентинівна, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: tatarko05@ukr.net.

Терещенко Іван Олексійович, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри маркетингу Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0001-5176-6522, e-mail: ivan405@meta.ua.

Типіло Ірина Василівна, кандидат хімічних наук, завідувач лабораторії НУ «Львівська політехніка», e-mail: itypilo@gmail.com.

Тітаренко Олена Вікторівна, кандидат ветеринарних наук, доцент, доцент кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-7370-8523, e-mail: elenavikttit@gmail.com.

Усенко Олег Олександрович, здобувач ступеня вищої освіти доктор філософії Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0001-9813-4741.

Чайка Тетяна Олександрівна, кандидат економічних наук, начальник редакційно-видавничого відділу Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-5980-7517, e-mail: chayka_ta@ukr.net.

Черевко Ірина Василівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки Львівського національного аграрного університету, ORCID ID: 0000-0002-8411-6136, e-mail: gcherevko@ukr.net.

Черненко Ксенія Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри бухгалтерського обліку та економічного контролю Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-2695-5820, e-mail: kseniya.chernenk@pdaa.edu.ua.

Чухліб Євгеній Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0001-5547-1692, e-mail: ievgenii.chukhlib@pdaa.edu.ua.

Шевніков Микола Янаєвич, доктор сільськогосподарських наук, професор, директор ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж Полтавської державної аграрної академії», ORCID ID: 0000-0003-0810-523X, e-mail: shevnikov@ukr.net.

Шевченко Анастасія Олександрівна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій, ORCID ID: 0000-0002-6215-4860.

Яснолоб Ілона Олександрівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри підприємництва і права Полтавської державної аграрної академії, ORCID ID: 0000-0002-5980-7517, e-mail: 1-ka@ukr.net.

Наукове видання

ЕКОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ У ПІДВИЩЕННІ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Колективна монографія

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

Комп'ютерна верстка – Т. О. Чайка

Рекомендовано до друку Вченою радою
Полтавської державної аграрної академії

Підписано до друку 20.10.2020 р.
Формат 60х84/8. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Умовн. друк. арк. 13,5.
Наклад 300 шт. Замовлення 2020-136

Видавництво ПП «Астрая»
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694
E-mail: astraya.pl.ua@gmail.com, веб-сайт: astraya.pl.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5599 від 19.09.2017 р.

Друк ПП «Астрая»
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694
Дата державної реєстрації та номер запису в ЄДР
14.12.1999 р. № 1 588 120 0000 010089