

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

Кафедра економіки і торгівлі

На правах рукопису

ЛОГВИНЕНКО НАЗАРІЙ ЮРІЙОВИЧ

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ
ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА
БІОДИЗЕЛЮ

Спеціальність: 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економіка довкілля і природних ресурсів»

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науковий керівник:
ПАВЛОВА ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА
доктор економічних наук, професор

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № _____
Засідання кафедри економіки і торгівлі
від 04.12.2024 р.

Завідувач кафедри
_____ проф. Павлова О.М.

Луцьк – 2024

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Факультет економіки та управління

Кафедра економіки і торгівлі

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економіка довкілля і природних ресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«27» вересня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)
ЗДОБУВАННЯ ОСВІТИ

Логвиненку Назарю Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Еколого-економічний аналіз та шляхи реалізації виробничих процесів у сфері виробництва біодизелю»

Керівник проекту (роботи) Павлова Олена Миколаївна, д.е.н., професор,

2. Строк подання студентом роботи (проекту) 03.12.2024 р.

3. Мета та завдання даної роботи полягає у реалізації еколого-економічного аналізу та шляхів реалізації виробничих процесів у сфері виробництва біодизелю

4. Дата видачі завдання 27.09.2023р.

АНОТАЦІЯ

Логвиненко Н.Ю. Еколого-економічний аналіз та шляхи реалізації виробничих процесів у сфері виробництва біодизелю. Волинський національний університет імені Лесі Українки. 2024..

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню проблем виробництва біодизельного палива, еколого-економічній оцінці та сучасним технологіям у цій галузі. Розглянуто загальнонаукові засади, наукові досягнення, розробки провідних вітчизняних та зарубіжних фахівців у галузі виробництва альтернативних видів енергії та порівняння техніко-економічної ефективності. Проведено аналіз світових прогнозів розвитку відновлюваних джерел енергії. Визначено сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Проаналізовано типові інвестиційні проекти будівництва біодизельних заводів. Оцінено еколого-економічну ефективність виробництва біодизеля та біоетанолу в Україні. Встановлено розвиток ринку олійних культур для виробництва біодизеля та визначено нові підходи до економічних досліджень біоенергетичних технологій. Визначено перспективні напрями виробництва біодизеля в Україні. Розраховано економічну та енергетичну ефективність виробництва озимого рапсу та біопалива на його основі.

Ключові слова: ріпак, біодизель, відновлювальні джерела енергії, біодизельні установи, біоенергетичні технології, біоенергетика.

ANNOTATION

Logvinenko N.Y. Ecological and economic analysis and ways of realization of production processes in the field of biodiesel production. Lesya Ukrainka Volyn National University. 2024..

The qualification work is devoted to the study of the problems of biodiesel production, environmental and economic assessment and modern technologies in this area. The general scientific principles, scientific achievements, developments of leading domestic and foreign experts in the field of alternative energy production and comparison of technical and economic efficiency are considered. An analysis of global forecasts for the development of renewable energy sources is carried out. The current state and prospects of bioenergy development in Ukraine are determined. Typical investment projects for the construction of biodiesel plants are analyzed. The ecological and economic efficiency of biodiesel and bioethanol production in Ukraine is estimated. The development of the market of oilseeds for biodiesel production is determined and new approaches to economic research of bioenergy technologies are identified. Promising areas of biodiesel production in Ukraine are identified. The economic and energy efficiency of winter rapeseed production and biofuels based on it is calculated.

Keywords: rapeseed, biodiesel, renewable energy sources, biodiesel plants, bioenergy technologies, bioenergy.

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ З НАСІННЯ РІПАКУ	7
1.1. Економічна ефективність виробництва біодизелю.....	7
1.2. Економічна ефективність та інтенсивні технології вирощування ріпаку...	11
1.3. Економічна ефективність та інтенсивні технології збору, зберігання та обробки ріпаку.....	22
РОЗДІЛ 2. ВІЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ	41
2.1. Вплив виробництва біопалива на навколишнє середовище.....	41
2.2. Технічні заходи для підвищення ефективності використання біодизелю у двигуні.....	44
2.3. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності виробництва ріпаку озимого та біопалива на його основі.....	50
РОЗДІЛ 3. НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ.....	61
3.1. Економічний розвиток ринку олійних культур з метою виробництва біодизельного пального.....	61
3.2. Нові підходи до економічних досліджень з біоенергетичних технологій...	64
3.3. Перспективні напрямки виробництва біодизельного пального в Україні...	68
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА.....	81

Однією з глобальних проблем сучасної цивілізації є виснаження природних ресурсів. Мінеральні ресурси, особливо запаси нафти та природного газу, є обмеженими, і їхня кількість різко зменшується через постійне збільшення видобутку. Щоб запобігти глобальній зміні клімату через так званий «парниковий ефект», спричинений підвищеною концентрацією вуглекислого газу у вихлопних газах, і підтримати екологічну безпеку, багато країн підтримують виробництво і використання біопалива на заміну дизельному паливу і бензину.

Відповідно до Директиви 2003/30/ЄС Європейського парламенту, біопаливо – це рідке або газоподібне паливо, вироблене з біомаси, що включає сільськогосподарську продукцію (в тому числі рослинного і тваринного походження), біологічно розкладні фракції з цього господарства та суміжних галузей, відходи та залишки, а також промислові та побутові відходи. Біорозкладні фракції з промислових та побутових відходів також включаються.

Біопаливами в основному вважаються біодизель, біоетанол, біогаз, біометанол, біодиметилловий ефір, біоетилтетрабутиловий ефір, синтетичні біопалива, біоводень та чисті рослинні олії.

Біопаливо має великий потенціал для покращення стану навколишнього середовища. Використання рослинних олій як сировини, в тому числі насіння технічних культур і дикорослих рослин, тваринних жирів і олій, а також відходів сільськогосподарської, харчової та деревообробної промисловості, може максимізувати використання місцевої відновлюваної сировини для виробництва біопалива і, звичайно ж, знизити виробничі витрати. Як зазначається вище, існує кілька видів біопалива, і для виробництва кожного з них постійно розробляються нові технології.

Найпоширенішим замінником нафтового палива є так званий біодизель – суміш метилового та етилового ефірів насичених і ненасичених жирних кислот.

Біодизель може використовуватися в дизельних двигунах і двигунах з прямим впорскуванням, а також може змішуватися з дизельним паливом в

модифікованих двигунах як в незмінному вигляді, так і без будь-яких змін в конструкції двигуна.

Перевагами біодизеля порівняно з нафтовим дизельним паливом є менші викиди токсичних речовин в атмосферу, а також менший вміст сірки та ароматичних вуглеводнів. Біодизель практично не токсичний, біологічно розкладається в природних умовах, не викликає корозії робочих поверхонь двигуна і містить у своїх молекулах кисень,

покращує процес згоряння, має високу температуру детонації, досить високе цетанове число і відмінні смащувальні властивості.

Високе цетанове число (>5) допомагає зменшити час затримки заповнення і робить дизельні двигуни менш «жорсткими» в роботі.

Звичайно, біодизель має свої недоліки. Він більше окислюється і має короткий термін зберігання, а для виробництва кулішевого палива нафтодизель і біодизель потрібно постачати на АЗС окремо.

Деяких недоліків можна уникнути, якщо вивести те, що біодизель чутливий до вологи і схильний до гідролізу, агресивний до неметалевих деталей двигуна і схильний до утворення сажі в камері згоряння, що вимагає введення миючих присадок.

При цьому витрата біодизеля на 10-15% перевищує витрату нафти. Проте в Європі та інших країнах, які підтримують впровадження екологічно чистих видів палива, біодизельні заводи звільняються від сплати за деякі аналогічні речовини, тому ринкова ціна біодизеля майже на 20% дешевша за мінеральне дизельне паливо.

В Україні найбільш перспективною сировиною для виробництва біодизеля є ріпак. Тому ця робота зосереджена на передових технологіях вирощування ріпаку та його переробки на біодизель.

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ З НАСІННЯ РІПАКУ

1.1. Економічна ефективність виробництва біодизеля

Глобальне скорочення запасів нафти призвело до пошуку альтернатив нафті, в основному за рахунок відновлюваних джерел енергії, одним з яких є біодизель, що виробляється з ріпаку.

Оскільки Європейська економічна комісія прийняла рішення про перехід на біодизель до 2020 року: до 2020 року 20% європейських автомобілів будуть використовувати біопаливо. З іншого боку, існують багато проблем у вирощуванні ріпаку, включаючи виробництво олії з ріпаку, екологічні проблеми при виробництві біодизеля та транспортуванні.

Біодизель виробляється шляхом хімічної реакції між рослинною олією та нижчими спиртами (переважно метанолом). Перевагою цього палива є те, що такі рослини можна вирощувати на менш родючих землях з мінімальним використанням техніки, пестицидів та добрив.

Наразі розробляються нові концепції та технології для виробництва більш економічно ефективного та екологічно чистого біопалива третього покоління. При цьому викиди CO₂ в атмосферу зводяться до мінімуму.

Біодизель вважається одним з найбільш перспективних альтернативних відновлюваних видів палива.

У порівнянні зі звичайним дизельним паливом, біодизель майже не містить сірки. При змішуванні з ґрунтом або водою він повністю розкладається майже за три дні.

Крім того, його змішувальні властивості значно покращуються, завдяки високому цетановому числу 51 або більше.

Цетанове число відображає густину дизельного палива. Чим вище значення, тим легше запалити суміш під час стиснення.

Однак через високу в'язкість його не можна використовувати в холодному кліматі і необхідно використовувати паливну суміш з 20% біодизеля і 80% дизеля B20.

Основним аргументом проти використання біоенергетики є те, що виробництво біопалива конкурує з виробництвом продуктів харчування. Наприклад, інтенсивне світове виробництво біопалива призвело до зростання цін на кукурудзу та всі види олійних і сільськогосподарських культур, які не використовуються для виробництва біодизеля.

Зростання попиту на ріпак, високорентабельну культуру, збільшило потребу у збільшенні посівних площ. Це призвело до розорювання пасовищ, вирощування лісів та використання земель під продовольчі культури, що загрожує продовольчій та екологічній безпеці планети.

Враховуючи високу прибутковість олійних культур, кон'юнктуру світового ринку та високі закупівельні ціни, площі під цими культурами, ймовірно, збільшуватимуться, що матиме негативні наслідки для довкілля.

Аналіз врожайності ріпаку за останні п'ять років показує, що середня врожайність в Україні становила 9,4 ц/га в найменш прибуткових господарствах і 20,3 ц/га в найбільш прибуткових підприємствах.

Найбільш прибутковими були підприємства з найнижчими виробничими витратами. Середні витрати в збиткових підприємствах становили 4527 грн/га, тоді як в останній групі вони не перевищували 3000 грн/га. Це означає, що найприбутковіші господарства мали найнижчі загальні виробничі витрати на тону озимого ріпаку (135 грн/га) і найвищий прибуток з гектара (4500-5600 грн/га).

Виробництво біодизеля можна розділити на два етапи: вирощування ріпаку та виробництво палива.

Якщо європейські країни займаються першим другим етапами, то Україна фактично є сировинним додатком до Європи і не має замкнутого комплексу з виробництва біодизеля. Майже весь зрваний ріпак експортується.

Майже весь ріпак, вирощений в Україні, експортується до ЄС, оскільки ЄС є основним ринком, де ця культура переробляється на біодизель ЄС є другим за

величиною імпортером ріпаку в світі. На його частку припадає близько 25% імпортової структури, при цьому на Україну припадає 13-15% річного експорту, що робить її третім найбільшим експортером у світі після Канади та Австралії.

Очікується, що в найближчому майбутньому потреби ЄС в імпорті ріпаку складуть близько 3,5-4 млн. тонн. В останні роки врожай ріпаку в Україні коливався від 1,5 млн до 2,5 млн тонн.

У минулому сезоні Україна збрала 1,873 млн тонн ріпаку та експортувала 1,789 млн тонн. Це означає, що Україна переробила 84 тонн ріпаку. В останні роки виробництво олії практично здійснювали вісім олійно-переробних заводів, а саме: Вінницький та Чернівецький ОЕЗ, Ніжинський ОЕЗ, Поголівський та Мелітопольський ОЕЗ, Миролівський «Екотранс», «Гернер» та «Креатин». ОЕЗ традиційно переробляють лише соєві боби.

Урожай ріпаку в Україні досяг критичного рівня: за даними Укragenroконсалтингу, лише 15-20% виробників ріпаку в країні дотримуються правил GVO мін.

Неважаючи на певні переваги біодизеля над дизельним паливом, він має багато недоліків:

- Для виробництва використовуються продовольчі культури;
- Енергоємний, особливо в холодному кліматі; і
- Викиди в атмосферу при спалюванні біодизеля (від 50% до 70% парникових газів) є більш руйнівними, ніж при спалюванні нафти або газу;
- Питання утилізації відходів при виробництві біопалива;
- Термін зберігання біодизеля не перевищує трьох місяців, що обмежує його використання;

Біодизель не можна транспортувати трубопроводом, його можна перевозити лише залізничним та автомобільним транспортом, що робить його більш дорогим;

- При посіві генетично модифікованого ріпаку існує потенціал для гібридизації з звичайними рослинами, в деяких випадках витісняючи звичайні сорти;

- Вирощування ріпаку без дотримання сівозміни призводить до незворотної втрати родючості сільськогосподарських земель;
- Низька теплотворна здатність біопалива робить його дорожчим за традиційні види палива (на 5-10%);
- Підвищена в'язкість і агресивність по відношенню до гумових і пластикових деталей, що негативно впливає на роботу двигунів;
- Якщо частка біодизеля в паливній суміші з мінеральним дизельним паливом перевищує 5%-20%, потрібні спеціальні зміни в конструкції двигуна.

Для підвищення економічної ефективності виробництва ріпаку в Україні необхідно створити повний цикл виробництва та використання біопалива, починаючи з вирощування ріпаку, з подальшим виробництвом вітчизняного біодизеля та переведенням значної частини (понад 20%) автотранспорту на біодизель. Необхідно також запровадити ряд законодавчих змін щодо оподаткування та стимулювання виробництва біопалива, включаючи звільнення від сплати податку на прибуток від продажу біопалива та пільговий режим ввезення імпортного обладнання та технологічного устаткування, яке не виробляється в Україні. Статистичні дані свідчать про те, що площі посівів ріпаку збільшуються. Наприклад, у 2008 році за площею посівів ріпаку Україна посідала перше місце в Європі. Наприклад, у Німеччині ріпак вирощується приблизно на 1,6 млн. га, а у Франції - на 1,7 млн. га.

В Україні посівні площі під ріпаком становлять близько 32 млн га. У той же час, з урахуванням науково обґрунтованої сівозміни, площа під ріпаком не може перевищувати максимум 3 млн га (близько 10%). Таким чином, критична кількість землі використовується під такою землемісткі технічні культури.

Іншими словами, майже вдвічі більше землі використовується під технічні культури, ніж є значно важчим для землі, ніж дозволяють норми сівозміни. Після збору врожаю ріпаку необхідно вносити 120 кг азоту, 60 кг фосфору і 120-130 кг калію на гектар, інакше земля буде виснажена. Штучне удобрення та підвищення врожайності вимагає застосування пестицидів, добрив та відповідних засобів захисту рослин, що призводить до забруднення ґрунту та ґрунтових вод.

Основні райони вирощування ріпаку знаходяться в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях, де врожайність коливається в межах 28-31 центнерів з гектара. На південь України припадає 22% від загальної площі вирощування ріпаку, і тут виробляється близько 40% врожаю в Україні.

В Одеській області на ріпак припадає майже 10% від загальної площі посівів ріпаку, причому в 2010 році було зібрано 250,9 000 тонн. У 2011 році площа посівів соняшнику збільшилася на 31,1% порівняно з 2010 роком, тоді ж площа посівів сої збільшилася на 34,7%. Площа посівів ріпаку, навпаки, зменшилась на 9,2% до 187,9 га.

Посівні площі під технічними культурами в Миколаєві склали 443,4 га, що на 15% менше, ніж у попередньому році. Посівні площі під ріпаком та соняшником зменшилися на 14% та 13% відповідно, в той час як площі під соєю збільшилися на 19% до 22 га. Особлива увага була приділена виробництву ріпаку, 41,9% якого було експортовано до Пакистану, 27,9% до країн Близького Сходу, 27,9% до Туреччини, 18,8% до Франції та 8,5% до Португалії. У 2010 році озимі та ярі злені були зібрані на 23,6 га із загальним врожаєм 117,4 т та середньою врожайністю 16,0 т /га.

У Херсонській області у 2011 році ріпак було посіяно на площі 67,9 га (на 20,5 га або 23,2% менше, ніж у попередньому році); у 2010 році в Криму було посіяно понад 17,5 га ріпаку і зібрано з 22 га. тонн, посівна площа становила 17,5 000 га, а врожайність - 12,5 га/га.

Найбільш прибутковими були технічні культури, причому рентабельність олійних перевищувала 100%, тоді як зернові та цукровий буряк становили 60% та 25% відповідно.

1.2. Економічна ефективність та інтенсивні технології вирощування ріпаку

Ріпак є однією з найцінніших олійних культур, що має великий потенціал для розвитку в Україні. Його вирощування та переробка сприяють збільшенню виробництва рослинної олії, шроту, біодизельного палива та інших продуктів.

Використання ріпакової олії:

Технічна сфера: 50-80%

Харчова промисловість: 20-50%

Світове виробництво ріпаку:

Площі посівів: близько 25 млн га

Середня врожайність: 14-16 ц/га

Світове виробництво у 2016 році: 70 млн т

Найбільші виробники: країни ЄС, Китай, Канада, Індія, Австралія

Виробництво ріпаку в Україні:

Друга олійна культура після соляшнику

Використовується 1-2% рілля

Рекордний валовий збір: 2,9 млн т (2001 рік)

Середня врожайність: 17,5-20,8 ц/га (2006-2010 роки)

Потенціал розвитку ріпаківництва в Україні:

Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови

Можливість розширення посівних площ до 2,0-2,5 млн га

Програма розвитку ріпаківництва до 2020 року передбачає збільшення посівних площ до 7% (2,0-2,5 млн га) та валового збору до 5,5-6,0 млн т.

Створення регіональних зон виробництва для підвищення ефективності та зниження собівартості

Значення ріпаку для різних галузей:

Харчова промисловість:

- Джерело високоякісної рослинної олії, подібної за складом до оливкової
- Використовується для виробництва маргаринів, масла, консервів, маринадів

- Друга за обсягом виробництва у світі після оливкової та соєвої

Тваринництво:

- Джерело протейну для кормової бази
- Шрот ріпаку містять 30-32% і 25-28% протеїну відповідно
- Використовуються в кормовому раціоні бройлерів, курей-несучок, свиней, корів

Ріпак є перспективною культурою для розвитку в Україні, яка може забезпечити виробництво різноманітної продукції для харчової промисловості та тваринництва, а також сприяти зміцненню економіки країни.

Ріпак використовується для виробництва кормів і білка, а також на сидерат, силос і трав'яне борошно для тваринництва. Найвищу поживну цінність ріпак має в період бутонізації, або цвітіння. У ньому міститься 0,08 кормових одиниць на кілограм корму. Кожна кормова одиниця містить близько 200 г протеїну і близько 240 г сухої речовини.

Ріпак є ефективним попередником для вирощування зернових культур, зокрема озимієї пшениці. Він також зменшує зараження кореневими гнилями та різними хворобами листя і стебла на 15-20%, оскільки кореневі рештки негативно впливають на патогенні мікроорганізми в ґрунті.

Завдяки сполукам сірки (глюкозинолатам), що містяться в рослині, ріпак має фунгіцидну дію при розкладанні в ґрунті. Оскільки близько 90% коренів знаходиться в поверхневому шарі ґрунту (до 20 см завглибшки), розпушування підґрунтя значно покращує структуру ґрунту. Приріст врожайності зернових після використання ріпаку як попередника може досягати 3-6 ц/га без додаткових витрат на придбання та внесення добрив.

Насіння ріпаку також сприяє збільшенню вмісту органічної речовини в ґрунті при вирощуванні як сидерат, що еквівалентно 10-15 т/га добрив, що є дуже важливим з агрономічної точки зору. При заорюванні в ґрунт з корінням і поживними рештками відновлюється понад 15 кг азоту, 70 кг кальцію, 15 кг фосфору і 12 кг сірки.

Ріпак також корисний для бджільництва. У період цвітіння з гектара виробляється 80-90 кг меду.

Останнім часом новим напрямком використання ріпакової олії стало виробництво біопалива для двигунів. Біопаливо є екологічно чистим та економічним.

Використання біопалива певною мірою зменшує споживання обмежених природних запасів нафти і знижує вміст CO₂ в навколишньому середовищі. При

врожайності ріпаку близько 30 ц/га можна виробити близько 1300 літрів біопалива.

Високі врожаї та висока якість ріпаку не можуть бути досягнуті без дотримання технології вирощування цієї культури та дотримання систем захисту рослин від шкідників і бур'янів.

Технологія вирощування ріпаку ґрунтується на комплексному та оптимальному використанні ґрунтових, кліматичних, біологічних умов, а також технічних і матеріальних ресурсів для максимального забезпечення росту ріпаку основними елементами живлення та отримання стабільних, високих врожнів.

Технологія органічно ґрунтує в собі три основні напрямки діяльності: технічний, технологічний і розрахунково-економічний.

У технологічній сфері розробляються технічні операції та їх послідовність відповідно до трьох технічних вимог.

Технічна сфера передбачає вибір машинно-тракторних агрегатів, джерел енергії, сільськогосподарської техніки, спеціального обладнання та знарядь, встановлення норм виробітку та кількості необхідного персоналу.

У сфері розрахунків та економіки розраховуються потреби в робочій силі та техніці, матеріальні та грошові витрати відповідно до типу запланованих робіт та собівартість вирощеного ріпаку.

Інтенсивні технології вирощування ріпаку спрямовані на впровадження науково обґрунтованого комплексу агротехнічних прийомів, селекційних, насінневих, хімічних, фізико-механічних заходів для забезпечення високої якості та врожайності при мінімальних витратах ресурсів на одиницю продукції.

Вкладом і технології інтенсивного вирощування озимої та ярої зелені включають наступні етапи:

- Створення регіональних зон інтенсивного вирощування озимої та ярої зелені площею від 15 000 га до 35 000 га;

- Вирощування продуктивних сортів та гібридів озимих та ярих зернових культур, які характеризуються стійкістю до найбільш поширених шкідників та хвороб. Ці сорти ріпаку мають довший інкубаційний період хвороб і слабо

розвинуте плідношення патогенів. У деяких випадках хімічна обробка посівів повністю виключається і проводиться лише в невеликих обсягах за необхідності. Використання стійких сортів не тільки знижує витрати на пестициди, але, що найголовніше, значно зменшує забруднення навколишнього середовища посівами і токсичними речовинами. Всім господарствам доцільно вирощувати кілька сортів ріпаку, які генетично відрізняються за стійкістю до хвороб. Такі заходи дозволять затримати утворення нових рас патогена, тим самим подовживши час зміни сорту;

- Вирішувати тільки родюче високоякісне насіння районного озимого та ярого ріпаку оптимальну для ґрунту та клімату порубку;

Послідовність вирощування ріпаку в сівозміні агробіологічно обґрунтована - після найбільш придатного попередника та оптимально впроваджена до вирощування культури на попередньому полі;

- необхідність дотримання просторової сегрегації між окремими сортами ріпаку та між озимим і ярим ріпаком та іншими капустяними культурами;

- застосування науково обґрунтованих зональних систем основного обробітку ґрунту та передпосівної культивуації залежно від польових умов та забур'яненості полів;

- забезпечення рослин ріпаку елементами мінерального живлення з урахуванням запланованої врожайності;

- Використання спеціалізованих комплексів сучасної сільськогосподарської техніки для забезпечення виконання всіх технічних робіт в оптимальні строки;

- Впровадження інтегрованих систем захисту ріпаку від шкідників та бур'янів;

- необхідність суворого дотримання технологічної дисципліни в процесі вирощування озимого та ярого ріпаку.

Агротехнічні поради до вирощування ріпаку. Дослідження біологічних особливостей вирощування озимого ріпаку показали, що ґрунтово-кліматичні умови є одними з основних чинників досягнення високих врожаїв ріпаку.

Ріпак – улюблениця, волого- та світлолюбна культура. Озимий ріпак може витримувати морози до -30°C під сніговим покривом і $-15-18^{\circ}\text{C}$ без снігового покриву. Ця культура може загинути від нестачі вологи, якщо восени на незамерзлий ґрунт випаде сніг. В такому випадку рослини залишаються під товстим шаром снігу протягом тривалого часу, виснажуються і гинуть.

Весняні заморозки у квітні та травні також можуть ламати стебла, пошкоджувати бруньки і вбивати окремі квітки та суцвіття ріпаку.

Квітки та суцвіття також можуть загинути.

Стійкість ріпаку до морозів також залежить від вологості ґрунту. Якщо ґрунт перезволожений, він може замерзнути при $-6-8^{\circ}\text{C}$.

Якщо ґрунт сухий, ріпак може витримувати низькі температури ($-18-20^{\circ}\text{C}$) протягом декількох днів.

Рослини ріпаку чутливо реагують на різкі коливання і тривалі перепади температур восени, коли рослини ще не зацвітані, і навесні, коли відбувається відновлення вегетації.

У разі тривалої холодної зими і контрастних перепадів температур ранньою весною, коли рослинність відновлюється, озимий ріпак може взагалі вимерзнути.

Ріпак починає проростати при температурі ґрунту $+2^{\circ}\text{C}$, а оптимальна температура для проростання становить $15-18^{\circ}\text{C}$.

За сприятливих умов вирощування сходи озимого ріпаку зазвичай з'являються через 6-7 днів.

Сумарна температура вище 10°C , придатна для проростання озимого ріпаку, коливається в межах $60-90^{\circ}\text{C}$. Сходи озимого ріпаку витримують заморозки до $3-5^{\circ}\text{C}$, а сходи у разі розетки - до -8°C .

Висновки до кліматичних умов для озимого ріпаку наведені в таблиці 1.1.

Крім кліматичних факторів, перелічених у таблиці, толерантність ріпаку до низьких температур значною мірою залежить від агротехнічних заходів, проведених восени. А саме: строки та якість підготовки ґрунту, відбір якісного посівного матеріалу, строки сівби, форма висіву та кількість необхідних мінеральних добрив.

Для отримання високоякісного насіння озимого ріпаку необхідна сумарна температура вище $+10^{\circ}\text{C}$ - близько 2400°C .

Під час вегетації ріпак віддає перевагу середнім та низьким температурам.

Таблиця 1.1.

Вимоги озимого ріпаку стосовно кліматичних умов

М'які кліматичні умови з достатньою вологістю повітря											
Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень
Достатня волога для проростання насіння											
Вегетація рослин не менше як 100 днів температурою вище 2°C											
Рослини у віці 8-10 розеткових листків. Помірні зима із назначеним сніговим покривом, без сильних морозів вище ніж 15°C											
Не менше 3-х днів температурою 0°C											
Без раптових короточасних похолодань											
Помірне тепло, достатня кількість опадів											

Продуктивність рослин висока, коли середньомісячні температури у квітні становлять $+8-10^{\circ}\text{C}$, у травні $+13-15^{\circ}\text{C}$, у червні $+16-17^{\circ}\text{C}$ та у липні: $+18-20^{\circ}\text{C}$.

На відміну від озимого ріпаку, ярий ріпак не схильний до впливу температури. Насіння починає проростати при $+1-3^{\circ}\text{C}$. Ріпак витримує заморозки до -4°C і може переносити температуру до -7°C після утворення перших розеткових листків.

Дружні сходи ярого ріпаку формуються при температурі вище $+5^{\circ}\text{C}$.

Для отримання високоякісного врожаю насіння ярого ріпаку необхідна сумарна температура вище $+10^{\circ}\text{C}$ близько 1700°C .

Ріпак вологолюбна культура.

Оптимальною кількістю вологи для ріпаку є 600-700 мм опадів на рік, а заловільною - щонайменше 500-600 мм. При кількості опадів нижче 400 мм врожайність ріпаку значно знижується, як і в посушливі роки.

Для того, щоб ріпак проростав та інтенсивно розвивався з високою якістю, необхідно щонайменше 20 мм опадів. Чим пізніше ріпак сходить, тим повільніше він розвивається.

Недостатня вологість ґрунту під час цвітіння столонів призводить до поганого розгалуження рослин, фізіологічного в'янення та скорочення періоду цвітіння, що, в свою чергу, знижує продуктивність рослини.

Під час цвітіння ріпаку вологість ґрунту повинна бути не менше 20%. Під час вегетації ріпаку для отримання високоякісного насіння при врожайності 20 га необхідно 400-500 мм опадів на гектар.

Для вирощування ярого ріпаку найбільш бажаний вологий клімат з рівномірною кількістю опадів протягом усього вегетаційного періоду. Для проростання насіння ріпаку потрібно 50-60% вологи від маси. Волога необхідна у верхніх шарах ґрунту, де формується коренева система.

Озимий та весняний ріпак добре росте за умови частих помірних опадів. Протягом вегетаційного періоду оптимальний розподіл опадів становить 50-60 мм у квітні, 70-75 мм у травні; 75-80 мм у червні; 30-40 мм у липні та 60-80 мм для весняної зелені.

За період вегетації ріпак потребує в 1,5-2 рази більше вологи, ніж зернові культури. Найбільша потреба у воді спостерігається у період бутонізації/цвітіння та наливу стручків.

Ріпак добре росте на середньо-багатих поживними речовинами ґрунтах з нейтральною або слабокислою сольовою реакцією, таких як легко- та середньосуглинкові ґрунти, чорноземи, дернові, дерново-підзолисті, дерново-карбонатні, темно-сірі, сірі лісові та дерново-сірі ґрунти.

Найбільш придатні ґрунти мають вміст гумусу не менше 0,9-1,1%, солонцюватість 6,2-6,5, кальцію (мг на 100 г ґрунту) - 12,0-14,5, магнію - 5,0-7,0, фосфору - 6,0-7,5, бору (мг на кг ґрунту) - 0,25, марганцю - 10-15, сірки - 30-60. 60 цт ґрунти поширені в лісостеповій та степовій зонах.

Для кислих ґрунтів необхідне вапнування. Вапно і гіпс використовуються для нейтралізації кислотності та засолення ґрунту і, в кінцевому підсумку, для підвищення родючості.

Вапнування ґрунту зазвичай проводять восени перед посівом попереднього року.

Норма внесення добрив визначається на основі гідроекологічних даних про кислотність ґрунту.

До ґрунтів, непридатних для вирощування ріпаку, належать важкі ґрунти з водонепроникними підґрунтовими породами, торфовища, легкі ґрунти з недостатньою теплопровідністю, засолені ґрунти та кислі, некальциновані ґрунти.

Вирощування ріпаку на піщаних ґрунтах залежить головним чином від забезпеченості поживними речовинами та вологою.

Ріпак проходить вісім фаз розвитку, тривалість яких залежить від ґрунтово-кліматичних умов, кількості поживних речовин та особливостей сорту (Таблиця 1.2).

Таблиця 1.2.

Фази розвитку ріпаку

Фази розвитку	Біопи органогезу	Тривалість фаз розвитку, дні	
		озимий ріпак	ярий ріпак
Сходи	I	6–12	10–14
два справжніх листки	II	10–12	8–10
чотири справжніх листки	III	12–14	12–14
Формування розетки	IV-V	60–65	10–14
Період зимового спокою		105–130	-
Стеблування	VI-VII	12–14	9–12
Бутонізація	VIII	10–12	9–10
Цвітіння	IX-XI	30–36	14–2
Плодоутворення і дозрівання	XII	30–35	18–21
Всього, днів		300–330	90–120

Впровадження агротехнічних заходів по-річному впливає на агроценоз сільськогосподарських культур та його компоненти, а також на формування майбутніх врожаїв, їхню якість та величину потенційних і фактичних втрат від шкідників і хвороб.

Перевагами агротехнічних заходів є висока профілактична цінність, комплексність і багатогранний вплив на спалахи збудників хвороб і бур'янів,

підвищення врожайності завдяки зменшенню впливу шкідливих агентів за рахунок підвищення стійкості рослин, а також низька вартість агротехнічних заходів. Сівозміна є профілактичним заходом, який значно обмежує або повністю нейтралізує шкоду, завдану певними шкідниками, хворобами та бур'янами. Її основна мета - ізолювати біологічно споріднені культури в часі та просторі. Розміщення ріпаку в сівозміні Правильне розміщення ріпаку в сівозміні має важливе значення для отримання стабільно високих врожаїв та економічно вигідного виробництва. Тому як попередники так і встановлені періоди спокою при вирощуванні ріпаку, а також максимально допустима частка ріпаку в сівозміні мають значний вплив на врожайність.

Таке чергування культур у сівозміні ґрунтується на необхідності постійного підвищення родючості ґрунту, боротьби з бур'янами та обмеження інтенсивної, переважно специфічної, шкоди від шкідників.

Стабільно високі врожаї ріпаку можна отримати, запровадивши ріпакову сівозміну, з часткою ріпаку до 20-25% максимальним насиченням зерновими культурами.

Крім того, при введенні спеціальної сівозміни ріпак виключається з бурякової сівозміни, значно зменшується пошкодження відповідної культури буряковими нематодами, покращується фітосанітарний стан ґрунту, обмежується поширення хвороб як озимого, так і ярого ріпаку, мінімізується зараження зернових культур, частково відміняється або зменшується застосування пестицидів, підвищується родючість ґрунту та поліпшується родючість ґрунту, що сприяє екологічно чистому виробництву.

За відсутності таких сівозмін ріпак можна включати в кормові та польові сівозміни. Однак культура повинна повертатися на попереднє місце протягом чотирьох-пяти років, з інтервалом не менше п'яти років між ріпаком і цукровим буряком.

Повернення ріпаку в сівозміні на попереднє поле через 4-5 років дозволяє поліпшити ґрунт і значно зменшити вплив патогенів.

Вибір попередньої культури в основному визначається часом її збирання. Особливо це стосується озимих культур.

Озимий ріпак потребує значно довшого періоду між збиранням попередньої культури та підготовкою ґрунту до посіву.

Основними вимогами до попередників озимого ріпаку є швидке звільнення площі, відсутність бур'янів після збирання врожаю, а також збереження в ґрунті значної кількості поживних речовин і гарної структури ґрунту.

Ці вимоги включають наступні попередні культури: бобові, люцерна, конюшина після першого збору врожаю, суміш бобових, що використовується як сидерат, рання картопля, удобрена органічним гноєм зернові, крім ярої пшениці та вівса.

Найкращими попередниками для ярого ріпаку (чорнозем і пар, зернові, бобові, кукурудза, картопля, однорічні та багаторічні трави).

Заморожений озимий ріпак також вважається хорошою попередньою культурою, оскільки він може ефективно використовувати стійкість до добрив і гербіцидів, внесених у ґрунт. На таких землях передпосівний обробіток ґрунту можна проводити замість весняної сівби, а ярий ріпак висівати одночасно, щоб підтримувати достатню вологість ґрунту.

Сприйнятливість ріпаку до забур'янення значною мірою визначається попередньою культурою (табл. 1.3). Дані таблиці показують, що частка лободи значно зростає після збирання попередньої культури, тоді як частка ріпаку зростає після послідовного посіву.

Попередники просяпних культур сприяють майже повному зникненню підмаренника чіпкого у посівах ріпаку. У разі вирощування ріпака після інших попередників частка цього бур'яну коливається в межах 12,7-24%.

Щодо багатьох бур'янів, їх поширення є більш вираженим при розміщенні ріпаку після просяпних попередників. Однак найбільш сприятливими умовами для росту, розвитку та формування високих врожів ріпаку є його висів після збирання багаторічних трав.

Для отримання стабільних і якісних врожів з використанням ріпаку необхідно повністю підбирати попередників у сівозміні. Важливо також підтримувати оптимальну частину ріпаку в структурі сівозміни та забезпечити перерви між його висівами,

Частка озимих бур'янів у посівах ярого ріпаку в середині його вегетації після різних попередників, %

Назва бур'янів	Попередники						
	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Горох	Ярий ріпак	Цукрові буряки	Кукурудза	Соняшник
Осот жовтий польовий	33,0	2,2	4,5	6,2	11,1	6,7	6,0
Мишій сизий	24,9	21,7	18,5	20,5	32,5	33,9	35,5
Гірчиця польова	18,0	19,9	34,8	26,7	8,3	8,5	6,1
Лобода	14,7	14,3	9,0	15,9	23,7	2,5	26,2
Берізка польова	2,8	1,2	0,4	0,0	0,0	15,5	13,5
Підмаренник чорний	20,5	24,1	15,8	14,3	0,0	0,0	0,0
Гірчиця звичайна	2,8	2,7	8,6	4,1	16,4	0,9	1,5
Інші	13,0	14,2	14,4	12,1	8,0	6,0	11,2
Усі бур'яни, шт/м ²	100	52,1	50,9	52,6	39,1	38,9	37,8

Не дивіться висівати ріпак на тих самих полях після ріпаку, інших капустяних культур, соняшнику чи льону. Дотримання науково обґрунтованої сівозміни дозволяє зменшити кількість бур'янів у підставі, знищити небажану рослинність та уникнути накопичення окремих видів бур'янів.

Ріпак, як перехреснозапильна культура, потребує дотримання ізоляції від інших капустяних культур чи сортів ріпаку. Оптимальна відстань має становити не менше 500 метрів, щоб уникнути перезаплення.

3 Економічна ефективність та інтенсивність технології збору, зберігання та обробки ріпаку

Система удобрення посівів ріпаку. Внесення добрив суттєво впливає на умови росту як рослин, так і шкідників. Вплив значною мірою зумовлений

змiнами мiкроклiмату посiву, фiзiологiчними особливостями рiпаку та зрушеннями у фенологiчних фазах розвитку.

Забезпечення рiпаку основними елементами живлення є одним з головних чинникiв забезпечення iнтенсивного розвитку рiпаку та отримання врожаю високої якостi.

Рiпак добре реагує на мiнеральнi добрива: потреба в добривах для виробництва 1 т насiння становить: 45... .80 кг азоту, 25... .100 кг калiю, 15... .40 кг фосфору, 1... .15 кг магнiю, 40... .150 кг кальцiю, 30-45 кг iрки.

Для отримання врожайностi 30 ц/га i бiльше на озимому рiпаку потрiбно одне влiсення на гектар: азоту 140... .160 кг, калiю 190... .220 кг, фосфору 70... .90 кг. Норми внесення добрив розраховуються вiдповiдно до родючостi ґрунту, стану посiвiв та очiкуваної врожайностi.

Азотнi добрива є важливим фактором для отримання високих врожаїв та якостi рiпаку. Азотнi добрива мають значний вплив на фiтосанiтарний стан культури та ступiнь потенцiйних втрат врожаю.

На високородючих ґрунтах азотнi добрива не вносять пiд озимий рiпак восени, що перешкоджає проростанню перед початком зими i знижує стiйкiсть рослин до морозiв.

Надмiрне внесення азоту призводить до розмноження капустяної попелици, бiланiв та бiлокрилки. Подiбнi явища часто спостерiгаються при незбалансованому спiввiдношеннi калiю i фосфору.

На бiдних ґрунтах рекомендується вносити восени до 25% вiд загальної потреби в азотi.

Якщо озимий рiпак висiвається пiвно i обробiток ґрунту мiнiмальний, азот слiд вносити восени в нормi 30 кг до або пiд час посiву.

Навеснi азот слiд вносити в два етапи: 2/3 вiд загальної кiлькостi добрив слiд вносити до початку весняної вегетацiї, а решту – пiд час утворення стернi та бутонiзацiї.

Якщо азотнi добрива вносяться рано, слiд використовувати амiачну селiтру або сульфат амонiю, щоб запобiгти вимиванню нiтратiв у ґрунтовi водi.

Водні розчини аміаку також можна вносити, якщо немає пошкоджень від морозів. Ці добрива не тільки покращують ріст і розвиток ріпаку, але й знищують шкідників у ґрунті.

Правильно підібравши форму та строки внесення азотних добрив, можна одночасно досягти прямого впливу на шкідників та оптимального режиму живлення для рослин ріпаку. Наприклад, внесення в ґрунт аміачної води або безводного аміаку зменшує кількість ґрунтових шкідників.

При весняному внесенні азоту значно підвищується врожайність озимого ріпаку. При нестачі азоту в ґрунті рослини стають яскраво-зеленими, а потім жовтухато-коричневими, листя стає бранжево-червоним з червоними жилками, відбувається раннє опадання листя, а стебла стають червонувато-фіолетовими.

Фосфорні та калійні добрива слід вносити під час основного або передпосівного обробітку ґрунту під озимий ріпак.

Фосфор необхідний для розвитку кореневої системи, підвищення врожайності насіння та прискорення дозрівання.

Калій збільшує кількість насіння у стручку, масу насіння та вміст олії в насінні ріпаку.

Збалансоване внесення фосфору та калію підвищує морозостійкість ріпаку, зменшує ступінь пошкодження шкідниками та ураження хворобами, а також сприяє утворенню нектару, що приваблює комах-запилювачів до посівів ріпаку.

Дефіцит калію найкраще проявляється передчасним старінням листя, коли листя поступово засихає і відмирає.

Фосфорні та калійні добрива під ярий ріпак слід вносити в повному обсязі під зяблеву обробку ґрунту на важких ґрунтах і розщеплювати на легких ґрунтах: 2/3 фосфорних добрив вносити під озимі, а 1/3 - разом з калійними та азотними добривами в передпосівний обробіток ґрунту.

Для сприяння інтенсивному розвитку кореневої системи ярого ріпаку та молодих сходів перед посівом слід внести азот: 80-100 кг/га, мінімум 100 кг/га N16P16K16. Якщо мінеральні добриваносяться навесні, вони не засвоюються рослиною під час весняної посухи і не можуть позитивно вплинути на підвищення врожайності.

Дефіцит кальцію зазвичай спостерігається на кислих ґрунтах і перешкоджає розвитку кореневої системи ріпаку. Кальцифікація кислих ґрунтів підвищує врожайність ріпаку на 20-25%.

Для встановлення дозування мінеральних добрив відносно необхідної врожайності ми використовуємо балансовий метод. Цей метод дозволяє встановити детальні дози відповідно до поживного статусу ріпаку на конкретному полі, ґрутуючись на результатах пестицидного аналізу вмісту азоту, калію та фосфору, доступних рослині ріпаку:

$$D = [(100 B) - (Z_0 \cdot P \cdot K_{II})] / K_Y \cdot C, \quad (1.1)$$

де: D - доза добрив, кг/га;

B - внесення елементу живлення для планового врожаю основної та відповідної побічної продукції, кг/га;

Z_0 - коефіцієнт перерахунку поживних елементів з мг у кг на мінеральних ґрунтах;

P - вміст поживних елементів у ґрунті, мг/100 г ґрунту;

K_{II} - коефіцієнт засвоювання поживного елемента культурою з ґрунту, %;

K_Y - коефіцієнт засвоювання поживного елемента культурою з мінеральних добрив, %;

C - вміст відповідного поживного елемента у добриві, %.

Для визначення середніх показників вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті слід використовувати картограми, складені за результатами агрохімічного обстеження обласний агрохімічними станціями.

Якщо картограми щодо вмісту легко гідролізованого азоту відсутні, можна орієнтуватися на середні показники для різних типів ґрунтів, наведені в таблиці 1.4.

Сірка добре засвоюється під час весняної вегетації і необхідна для синтезу амінокислот та утворення білка. У рослинах сірка входить до складу ряду ферментів, які підтримують утворення глікозидів з фітогігієнічними

перевагами. Сірка також покращує засвоєння азоту і стабілізує вміст олії в насінні.

При дефіциті сірки в ґрунті між жилками рослини з'являються жовті плями, рослина стає блідою, ріст сповільнюється, цвітіння слабшає і в рослині міститься менше олії.

Таблиця 1.4.

Середній вміст легко гідролізованого азоту в орному шарі різних типів ґрунтів

Тип ґрунту	Вміст легко гідролізованого азоту, мг/100 г ґрунту
Дерново-підзолисті опіщані	4–6
Сірі лісові	5–8
Темно-сірі лісові	8–10
Чорноземи опідволені-вилугувані	9–11
Чорноземи темні мало-гумусні	10–14
Чорноземи південні і каштанові ґрунти	6–10

Для інтенсивного росту і розвитку ріпаку потрібно 30-40 кг/га сірки. Це можна доповнити внесенням у ґрунт гіпсу або вапняного пилу.

Дефіцит магнію у ріпаку спостерігається на ґрунтах з низькою вбирною здатністю, особливо на кислих ґрунтах.

Магній відіграє активну роль у фотосинтезі рослин. При нестачі магнію в ґрунті у листя ріпаку розвивається хлороз і мармуровість жилок, пізніше вони червоніють або буріють і відмирають. Внесення магнієвих добрив підвищує врожайність насіння та вміст сирого протеїну. На ґрунтах що потребують магнію, слід вносити калійно-магнієві добрива.

Насіннева продуктивність ріпаку також сильно залежить від наявності мікроелементів у ґрунті. Мікроелементи сприяють синтезу в рослині ферментів, які дозволяють інтенсивно використовувати сонячну енергію, воду та макроелементи (NPK).

Мікроелементи підвищують імунітет і стійкість рослин до хвороб та запобігають фізіологічному пригніченню. Це покращує метаболізм і позитивно впливає на урожайність та якість ріпаку.

Дефіцит мікроелементів може виникнути за несприятливих ґрунтово-кліматичних умов. У легких піщаних ґрунтах вимиваються бор і магній. У торф'яних ґрунтах рослинам не вистачає міді.

У лужному середовищі доступність більшості мікроелементів (Zn, Cu, B, Mn і Fe) обмежена.

У кислому середовищі N, P, K і Mg створюють серйозні проблеми для засвоєння рослинами. Холодна весняна погода затримує розвиток кореневої системи і негативно впливає на засвоєння ґрунтових мікроелементів, таких як фосфор і магній.

Дефіцит бору в ґрунті знижує ріст рослин, викликає хлороз молодого листя, затримує формування стручків, зменшує кількість насіння в стручках і призводить до опадання вже сформованих стручків.

Характерною ознакою дефіциту бору є утворення червонувато-фіолетових плям на краях листків. Бор слід вносити під час куштиння перед посівом. При необхідності нагніть ґрунт фосфорними добривами у вигляді борної кислоти або марганцевого суперфосфату. Навесні вносять азотні добрива у вигляді сульфату амонію або сульфату калію.

Продуктивність рослин є найвищою, коли бор присутній у ґрунті в межах 0,4-0,8 кг/га. Надлишок бору може спричинити отруєння рослин, що призводить до скручування і в'янення старого листя та рожевого або червонуватого забарвлення черешків. Не рекомендується вносити більше 3 кг/га бору за один раз, оскільки це може негативно вплинути на вирощування наступної культури (переважно зернових).

Оптимальною нормою внесення бору є 1,5 кг/га для рослин з високими та середніми потребами в цьому елементі живлення.

Дефіцит молибдену рідше найбільш виражений на кислих ґрунтах. Характерними ознаками дефіциту цього елементу є повільний ріст рослин та деформоване листя.

Для збільшення вмісту молибдену в ґрунті доцільно восени вносити молибдат амонію або молибдат натрію та молибденований суперфосфат, особливо якщо його запаси в сухому ґрунті нижче 0,15 мг/кг. Норми внесення слід

коригувати відповідно до результатів аналізу ґрунту на вміст пестицидів. Оптимальна норма внесення молібдену для інтенсивного росту ріпаку становить 0,2 кг/га. Молібден значно підвищує продуктивність рослин і збільшує вміст сирого протеїну в насінні. У рослинах марганець активує дію різних ферментів, позитивно впливає на синтез білків і вуглеводів, сприяє засвоєнню рослинами нітратної та амонійної форм азоту.

Дефіцит марганцю найчастіше спостерігається на нейтральних або лужних ґрунтах, переважно на піщаних, супіщаних і торф'яних ґрунтах. Ознаки дефіциту марганцю у ріпаку проявляються у вигляді хлорозу листя, значного зменшення кількості стручків та зниження вмісту жиру в насінні.

Марганець потребує позакореневого підживлення сульфатом марганцю під час появи стебел на нейтральних або лужних полях. У цьому випадку підвищується продуктивність ріпаку та збільшується вміст олії в насінні. Оптимальною кількістю для росту і розвитку ріпаку є наявність у ґрунті близько 0,3 кг/га марганцю.

Якщо ґрунт помірно насичений мікроелементами, врожайність можна підвищити, використовуючи мікроелементні добрива: 4-10% для бору, 4-7% для молібдену і 5-20% для марганцю.

Мікроелементи слід підживлювати ріпаку паралельно з внесенням пестицидів.

В останні роки добре зарекомендувало себе використання бакових сумішей рідких комплексних добрив і пестицидів, що містять необхідні рослині макро- і мікроелементи.

Позакореневе підживлення ріпаку проводять у фазі розетки, прорихів та бутонізації.

При вирощуванні ріпаку використовують органічні добрива, основним з яких є компост. Необхідно пам'ятати, що свіжий компост містить значну кількість насіння бур'янів, яке при внесенні в ґрунт може призвести до заглишення посівів ріпаку. Щоб уникнути цього, компост слід внести лише в перепрілому стані, в нормі 25-30 т/га.

Що стосується макро- та мікрофакторів, то необхідно пам'ятати, що збалансоване живлення рослин ріпаку значно підвищує стійкість рослини до пошкоджень, спричинених шкідниками та хворобами, сприяє росту та розвитку ріпаку, що, в свою чергу, забезпечує затінення сходів бур'янів наприкінці весни та їх подальшу загибель.

Захист посівів ріпаку від хвороб, шкідників та бур'янів. Бур'яни в посівах ріпаку негативно впливають на ріст і розвиток рослин. Важливим аспектом присутності бур'янів є їхня конкуренція за поживні речовини для рослин (світло, мінерали та вода постачання). Коли поля вкриті бур'янами, польова схожість сільськогосподарських культур знижується, а ріст і розвиток значно затримується. Якщо бур'яни прориваються у верхній шар ґрунту, втрати врожаю значно вищі. Близько 20 бур'янів на м² ярого ріпаку знижують врожайність цієї культури приблизно на 23 ц/га; збільшення кількості бур'янів на м² може призвести до втрати врожаю ріпаку на 50% і більше.

Окрім прямої шкоди культурі ріпаку, бур'яни також є живильним середовищем для шкідників (ріпаковиї блішок, ріпакового квіткоїда, капустяної мухи, озимої совки та білокрилки) протягом усього вегетаційного періоду. Шкідники поширюють хвороби, знижують якість продукції та ускладнюють збір і переробку врожаю.

Порівняно з іншими культурами, озима зелень має значно вищу стійкість до бур'янів. Залежно від технічних стандартів вирощування, головним чином системи обробітку ґрунту, строків сівби, густоти стояння рослин, внесення добрив та системи захисту, рослини ріпаку можуть утворювати великі наземні куртини, які можуть ефективно пригнічувати бур'яни, переважно у другій половині вегетації.

Системи захисту ріпаку від шкідників, хвороб і бур'янів наведені в таблиці 15.

Збирання врожаю ріпаку. Ріпак збирають роздільним і прямим способами. Час і спосіб збирання визначаються кольором і вологістю насіння.

Там, де зрілість насіння ріпаку насінники великі або на полях, забур'янених бур'янами, ріпак збирають роздільним способом.

Збирання починають, коли більше половини стручків на рослині мають лимонно-зелений колір, а насіння - жовтувато-коричневий.

Таблиця 1.5.

Система захисту ріпаку від шкідників, хвороб та бур'янів

Строки проведення заходу	Зміст заходу	Мета й умови проведення заходу
Озимий ріпак		
Червень-липень	Підбір кращих попередників, ізоляція, лушення стерні на 8-10 см, не пізніше ніж за три тижні до сівби, оранка поля, оптимальна система удобрення	Обмеження чисельності шкідників та бур'янів, розвитку хвороб, зберігання вологи в ґрунті
Липень	Очищення, калібрування та протруювання насіння препаратами та регуляторами для кращого росту рослин	Оздоровлення насінневого матеріалу від зовнішніх та внутрішніх інфекцій. Захист сівців ріпаку
Червень	Передпосівний обробіток ґрунту, внесення у ґрунт десховивих гербіцидів і мінеральних добрив	Обмеження чисельності насіння бур'янів, підвищення стійкості рослин до хвороб і шкідників
Серпень	Сівба в оптимальні строки з урахуванням рекомендованих норм висіву глиби загортання	Оптимальні умови для розвитку рослин та їх стійкості проти шкідників та хвороб
Кінець серпня-початок вересня (пізніше ніж 7-й день появи сходів)	Обприскування для знищення кірпачів ґрунту. Обприскування посівів інсектицидами, якщо не відбулось насіння	Знищення бур'янів, захист від чорної ніжки, кореневих гнилей і хрестоцвітних блішок
Вересень (фаза розеткових листків)	3-4 Обприскування посівів інсектицидами та фунгіцидами за перевищення норм чисельності шкідників та хвороб	Захист проти ріпакового пильщика і капустяного білана. Обмеження хвороб
Вересень-початок жовтня	Обприскування після сходовими гербіцидами	Знищення однорічних та багаторічних злакових бур'янів
Березень (відновлення весняної вегетації)	Підживлення рослин азотними добривами, боронування посівів, а на широкорядних - обробіток міжрядь	Підвищення стійкості рослин до бактеріозу коренів, снігової плісняви, знищення бур'янів
Навесні (при відростанні листків)	(при 2-4 Обприскування посівів фунгіцидами проти хвороб	Обмеження поширення та розвитку фомозу, альтернаріозу, пероноспорозу
Фаза 4-6 листків-бутонізація	Обприскування посівів інсектицидами проти шкідників. Обробка фунгіцидами, інсектицидами, суміщмих препаратів	Захист рослин від метеликів, біланів, совок, пильщиків, попелиць і інших
Квітень (кінець бутонізації)	Обприскування посівів інсектицидами проти ріпакового квіткоїда	Захист посівів від ріпакового квіткоїда
Побуріння стручків	70% Обприскування посівів десикантами	Вирівнювання дозрівання урожаю, зниження ураження насіння хворобами
Кінець стиглості насіння і збирання врожаю	Своєчасне та у стислі строки збирання врожаю, недопускання втрат. Очищення насіння	Зменшення недобору врожаю від білої і сірої гнилей, фомозу, альтернаріозу
Ярий ріпак		
Серпень-вересень	Видалення рослинних решток після збирання попередника. Лушення стерні на 8-10 см і	Зниження чисельності шкідливих організмів

	зяблева оранка на глибину 20-30 см залежно від попередника	
На початку вересня польових робіт	Передпосівний обробіток ґрунту, внесення мінеральних добрив, гербіцидів	Підвищення стійкості рослин проти шкідників і хвороб, зниження забур'яненості
Лютий-березень	Протруювання насіння фунгіцидами й інсектицидами	Оздоровлення насінневого матеріалу проти пліснявіння, пероноспорозу, альтернаріозу
Березень-квітень	Сівба в строки, які співпадають зі строками сівби ярого ячменю з дотриманням норм висіву і глибини загортання	Отримання дружних сходів
Поява сходів	Боронування впоперек рядків, або розпушування ґрунту в міжряддях	Зниження бур'янів, підвищення стійкості рослин
Квітень-травень (сходи)	Обприскування посівів інсектицидами, якщо не проводилась обробка насіння	Зниження чисельності хрестоцвітних блішок
Фаза розсадки	Обприскування посівів фунгіцидами	Обмеження розвитку хвороб
Фаза 6-8 листків-бутонізація	Обприскування посівів інсектицидами, фунгіцидами і сушішамієцидними препаратами	Зниження чисельності шкідників
Кінець бутонізації	Обприскування посівів інсектицидами	Зниження чисельності ріпакового кваскюїда
Побливання стручків 70%	Обприскування посівів десикантам	Вирівнювання дозрівання урожаю, зниження ураження насіння хворобами
Повна стиглість насіння і плямистість листка і сушіння насіння збирання	Збирання урожаю у стиглі термін та без	Зберігання врожаю насіння від фомозу, альтернаріозу, гнилей

В цей час вологість насіння в стручках повинна становити близько 30-33%.

Насіння ріпаку слід зрізати на 2-5 см нижче висоти нижнього шару стручка, наприклад, жатками ЖВС-6, ЖВН-6, ЖВП-6, ЖВН-6А, ФЛЕКС; Преміум Флоу. Валки не повинні бути занадто великими. Висота рослин має значний вплив на якість врожаю (Таблиця 1.6).

Таблиця 1.6.

Вплив висоти скошування ріпаку на якість збирання врожаю

Висота стерні, см	Втрати насіння, ц/га	Вологість насіння, %	Домішки, %
70	1,1	12,4	2,5
35	1,8	11,5	3,8
15	1,6	16,2	7,8

Дані, наведені в таблиці 1.6, показують, що високе зрізання не тільки зменшує втрати насіння, але й значно знижує вологість насіння та вміст домішок.

Обмолот валків слід проводити через 5-8 днів після збирання, коли вологість насіння ріпаку досягне 10-12%.

У разі рівномірного дозрівання, а також на чистих від бур'янів посівах у фазі технічної або фізіологічної стиглості рослини проводять лише пряме обмолочування при вологості насіння в межах 12-14%.

У цей період насіння набуває чорного кольору.

Збирання ріпаку з вологістю насіння вище 14% значно збільшує витрати на післязбиральну обробку, а також знижує якість олії.

При вологості нижче 10% втрати насіння через розтріскування стручків можуть перевищувати 50%. Щоб зменшити втрати насіння, ріпак слід збирати ввечері або вночі.

Для збирання ріпаку використовують вітчизняні комбайни: «Лан», «Ставучич» та іноземні комбайни «Агрос 500», «Снісей», «Дон-1500А», «Джон Дір», «Кейс», «Селло», «Массей Фергюссон», Lexion Class, Bizon, Dominator, New Holland CR 9080, Torum та ін.

Швидкість руху під час обмолоту комбайнів типу «Дон-1500 А» та «Снісей» повинна становити 3-6 км/год при частоті обертання барабана 600 об/хв. Комбайни повинні бути оснащені спеціальним обладнанням для збирання дрібнонасінневих культур: «ріпаковими підставками» або «гумовими стелажми». Збирання врожаю без переобладнання комбайна може призвести до втрат ріпаку на 15-25%.

Десиканти слід використовувати для забезпечення рівномірного дозрівання ріпаку, особливо в посівах бур'янів, таких як ромашка та підмаренник чіпкий, для зменшення впливу патогенів, таких як альтернаріоз, сіра гниль, біла гниль та вовчок, або коли потрібно прискорити збирання врожаю на 5-6 днів раніше оптимального терміну для прямого збирання врожаю. Застосовується, коли забезпечує висушування бур'янів і можливість обмолоту ріпаку з базовою вологістю насіння 12-14% в стручку.

При використанні десиканта слід враховувати важливі характеристики гліфосатних препаратів. До них відносяться: заборона на використання ріпакової олії для кормових і харчових цілей; застосування гліфосату знижує олійність

ріпаку на 8-12%; максимальне накопичення відбувається перед збиранням врожаю; контроль олійності ріпаку з боку елеваторних трейдерів значно знижує ціну на ріпак.

Єдиним класичним десикантом є Legron Super 150 SL (в.г.), який не впливає на вміст та якість ріпакової олії.

В останні роки для запобігання втрат врожаю ріпаку при збиранні врожаю застосовують ад'юванти, прилипачі (інгібітор розтріскування стручків) New-Film-17 (Пін-Фен) або Еластик.

Прилипач утворює навколо стручка ріпаку тонку еластичну полімерну плівку з дифузійними властивостями, яка не перешкоджає випаровуванню води з стручка, але запобігає розтріскуванню стручка через вологу в атмосфері.

Це дозволяє незрілому насінню в стручку висохнути, не впливаючи на його якість.

Утворення плівки допомагає запобігти розтріскуванню стручків до того, як рослина повністю висохне, і дозволяє дочекатися, поки вологість насіння буде в межах 10-12% перед збиранням врожаю, що значно зменшує витрати на сушіння (див. Таблицю 1.7).

Експериментальні дані, представлені в таблиці 1.7, показують, що врожайність насіння сорту Ксаверівський була на 3,13 т/га або на 0,17 т (5,7%) вищою за контроль при застосуванні еластичного ад'юванту на рослинах озимого ріпаку в умовах ДП НАУ «***» з нормою витрати 0,8 л/т.

Таблиця 1.7.

Ефективність склеювача Еластика на озимому ріпаку проти розтріскування стручків (ДП НАУ «***»)

Варіант	Норма витрати, л/га	Урожай, т/га	Збережений урожай, т/га, (%)
1. Контроль (рослини не обприскували)	0	2,96	
2. Еластик	0,8	3,13	0,17 (5,7%)
3. Еластик	1,0	3,18	0,22 (7,4%)

При обробці рослин ріпаку Еластиком з нормою витрати 1 л/га врожай ріпаку дорівнював 3,18 т/га, або був більшим за урожай у контролі на 0,22 т (7,4%).

Препарат Еластик є ефективним не тільки для передчасного розтріскування стручків озимого ріпаку, але також суттєво впливає на вологість насіння у стручках (див. табл.1.8).

Таблиця 1.8.

Вплив Еластика на підсушування насіння у стручках ріпаку перед збиранням урожаю (ВП НАУ «****»)

Варіант	Вологість насіння у стручках після обприскування рослин, (%)	
	на 7-й день	на 14-й день
Контроль (рослини не обприскували)	21,5	18,5
Еластик (0,8 л/га)	12,9	11,5
Еластик (1,0 л/га)	11,5	10,3

Дані, наведені в таблиці 1.6, показують, що високе зрізання не тільки збільшує втрати насіння, але й значно знижує вологість насіння та вміст домішок.

Обмолочувати слід проводити через 5-8 днів після збирання, коли вологість насіння ріпаку досягне 10-12%.

У разі рівномірного дозрівання, а також на чистих від бур'янів посівах у фазі технічної або фізіологічної стиглості рослини проводять лише пряме обмолочування при вологості насіння в межах 12-14%.

У цей період насіння набуває чорного кольору.

Збирання ріпаку з вологістю насіння вище 14% значно збільшує витрати на післязбиральну обробку, а також знижує якість олії.

При вологості нижче 10% втрати насіння через розтріскування стручків можуть перевищувати 50%. Щоб зменшити втрати насіння, ріпак слід збирати ввечері або вночі.

Для збирання ріпаку використовують вітчизняні комбайни: «Лан», «Славутич» та іноземні комбайни «Агрос 560», «Єнісей», «Дон-1500А», «Джон Дір», «Кейс», «Сампо», «Масей Фергюссон», «Lexon Class, Bizon, Dominator, New Holland CR 9000 Torum та ін.

Швидкість руху під час обмолочування комбайнів типу «Дон-1500 А» та «Єнісей» повинна становити 3-5 м/год при частоті обертання барабана 600 об/хв. Комбайни повинні бути оснащені спеціальним обладнанням для збирання

дрібнонасіненних культур: «ріпаковими підставками» або «гумовими стелажми». Збирання врожаю без переобладнання комбайна може призвести до втрат ріпаку на 15-25%.

Десиканти слід використовувати для забезпечення рівномірного дозрівання ріпаку, особливо в посівах бур'янів, таких як ромашка та підмаренник чіпкий, для зменшення впливу патогенів, таких як альтернаріоз, сіра гниль, біла гниль та вовчок, або коли потрібно прискорити збирання врожаю на 5-6 днів раніше оптимального терміну для прямого збирання врожаю. Застосовується, коли забезпечує висушування бур'янів і можливість обмолоту ріпаку з базовою вологістю насіння 12-10% в стручку.

При виборі десиканта слід враховувати важливі характеристики гліфосатних препаратів. До них відносяться: заборона на використання ріпакової олії для кормових і харчових цілей; застосування гліфосату знижує олійність ріпаку на 8-12%, максимальне накопичення відбувається перед збиранням врожаю; контроль олійності ріпаку з боку елеваторних трейдерів значно знижує ціну на ріпак.

Єдиним класичним десикантом є Legron Super 150 SL (в.г.), який не впливає на вміст та якість ріпакової олії.

В останні роки для запобігання втрат врожаю ріпаку при збиранні врожаю застосовують ад'юванти, прилипачі (інгібітор розтріскування стручків) New-Film-17 (Пінолен) або Еластик.

Прилипач утворює навколо стручка ріпаку тонку, еластичну полімерну плівку з дифузійними властивостями, яка не перешкоджає випаровуванню води з стручка, але запобігає розширенню стручка через вологу в атмосфері.

Це дозволяє незрілому насінню в стручку висихати, не впливаючи на його якість.

Утворена плівка допомагає запобігти розтріскуванню стручків до того, як рослина повністю висохне, і дозволяє дочекатися, поки вологість насіння буде в межах 10-12% перед збиранням врожаю, що значно зменшує витрати на сушіння (див. Таблицю 17).

Експериментальні дані, представлені в таблиці 1.7, показують, що врожайність насіння сорту Ксаверівський була на 3,13 т/га або на 0,17 т (5,7%) вищою за контроль при застосуванні еластичного ад'юванту на рослинах озимого ріпаку в умовах ДП НАУ «***» з нормою витрати 0,8 л/т.

Таблиця 1.9.

Економічна ефективність вирощування озимого ріпаку при різних технологіях

Показники	Технології			
	мінімальна	невисокого рівня	раціональна	інтенсивна
Врожайність, ц/га	15,0	25,0	35,0	50,0
Вихід товарного насіння, ц/га	8,0	18,0	27,0	43,0
Витрати на вирощування, грн	956,0	1594,0	2010,0	2900,0
Собівартість 1 ц/грн	64,0	64,0	59,0	58,0
Виручка від реалізації, грн	1100,0	2520,0	3780,0	6020,0
Чистий дохід, грн	155,0	926,0	1720,0	3120,0
Рентабельність, %	16,0	58,0	84,0	107,0

Як видно з таблиці, ріпак краще вирощувати за інтенсивною технологією, незважаючи на те, що застосування інтенсивної технології суттєво збільшує витрати з 956 до 2900 грн/га порівняно з іншими технологіями. При цьому собівартість одного центнера ріпаку знижується в 1,1 рази, а рентабельність збільшується в 3,6-7 разів.

Застосування технології інтенсифікації підвищує максимальну врожайність до 50 ц/га, що в 1,4-3,3 рази вище, ніж за інших технологій, а також збільшує врожайність товарного насіння на 16-35 ц/га і чистий прибуток на 1400-2955 грн відповідно.

Витрати на виробництво озимої та ярої зелені показані на рисунках (рис. 1.1-1.2).

Вирощування озимого ярого ріпаку на Аграрно-лінійній дослідній станції Національного університету біоресурсів природокористування України показує, що високі врожаї цієї культури можна отримати за інтенсивних технологій вирощування. Інтенсивні технології вирощування не тільки дорожчі за інші, але й вимагають своєчасного та якісного виконання всіх технічних

операцій, таких як підготовка ґрунту під посів ріпаку, збирання та очищення насіння (табл. 1.10).

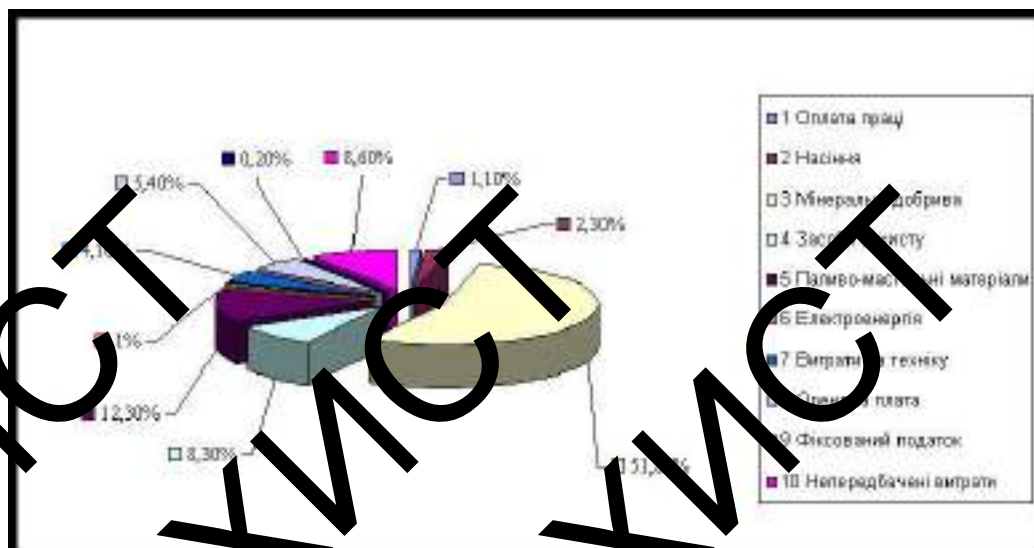


Рис.1.1. Виробничі витрати та економічні показники при вирощуванні озимого ріпаку при врожайності 35 ц/га

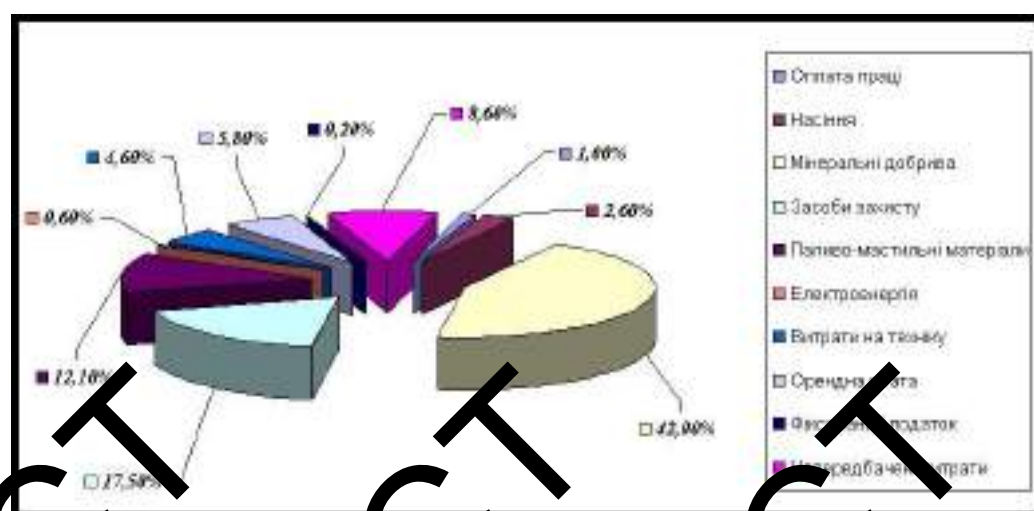


Рис.1.2. Виробничі витрати та економічні показники при вирощуванні озимого ріпаку при врожайності 20 ц/га

Економічні показники з вирощування озимого і ярого ріпаку (ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція»)

№ пп	Показники	Озимий ріпак	Ярий ріпак
1	Урожайність, ц/га	40	20
2	Ціна реалізації 1 т, грн	3900	3900
3	Виручка від реалізації, грн	15600	7800
4	Витрати на вирощування, грн	3430	3160
5	Чистий дохід, грн	12170	4640
6	Собівартість 1 ц, грн	85,3	158
7	Рентабельність, %	354,8	146,8

Отримання високих врожаїв в значній мірі залежить від технічного оснащення та наявності сучасних сільськогосподарських машин у господарстві, рівня кваліфікації та високої виконавчої майстерності фахівців, механізаторів, та всіх працівників, які задіяні у технологічному процесі вирощування ріпаку.

Технологічна карта для вирощування озимого та ярого ріпаку наведена в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11

Технологічна карта вирощування озимого і ярого ріпаку

Технологічна операція	Час проведення	Умови виконання
Озимий ріпак		
Планування розміщення культури	Період освоєння сівозмін	Освоєння сівозмін з часткою ріпаку до 20-25%
Вапнування ґрунту (бажано під попередник)	Слідом за збиранням попередника	На кислих ґрунтах рівномірне внесення вапна та гіпсу. Не допускається одночасне їх внесення із гноєм, фосфоритним борошном та аміачними добривами
Внесення органічних добрив	Під основний обробіток ґрунту попередника	Рівномірне внесення гною, інших твердих органічних добрив і негайне зворотання. У добривах не повинно бути металобрикетів; вологість добрив 55-78%
Внесення мінеральних добрив	Безпосередньо під оранку або під культивування чи сівбу	Під запланований врожай насіння фосфорно-калійні добрива вносять в повній дозі під основний чи передпосівний обробіток, азотні - весною частинами як підживлення
Лущення стерні	Після збирання ранніх попередників та на заурочених полях	Глибина обробітку - 8-10 см, перекриття суміжних проходів - 5-20

		см. 3 появою бур'янів - повторне боронування чи культивация
Оранка з обертанням скиби і боронування	Після збирання пізніх попередників	Глибина оранки залежно від попередника: 20-30 см (глибина орного шару)
Культивация з боронуванням	Після відростання бур'янів до передпосівного обробітку	Знищення бур'янів, розпушування ґрунту й збереження вологи
Культивация і коткування ґрунту	Перед сівбою	Вирівнювання ґрунту проводити впоперек або по діагоналі майбутнього напрямку сівби
Внесення ґрунтових гербіцидів	Після вирівнювання ґрунту	Строге дотримання «Переліку дозволених гербіцидів і регламенту їх застосування»
Обробка насіння фунгіцидами, інсектицидами, регуляторами росту	Насіння з вологістю вище 15% протрувати за 2-3 дні до сівби	Проводити дозволеними препаратами, дотримання техніки безпеки
Сорти	Перед сівбою	Вирощувати сорти, районовані для певної зони і внесені до каталогу сортів рослин України
Сівба	У другій половині серпня на 20-5 днів до оптимальних строків сівби озимої пшениці	Норма висіву - 0,8-1,2 млн схожих насінин. Глибина загорання насіння - 1,5-2 см
Обрискування посівів пшениці пестицидами з регулятором росту рослин	При досягненні ЕІПШ одних видів шкідників, хвороб і бур'янів	Використовувати препарати, дозвалені на ріпаку. Витрати робочої рідини за звичайного обрискування -400 л/га, при мало-об'ємному - 50-100 л/га.
Підживлення добривами	азотними	Навесні по мерзоталому ґрунту і у фазі стеблуння-бутонізації рослин
Десикація	При побурінні 70% стручків	Рівномірне внесення у відповідних нормах
Пряме комбайнування	Повна стиглість стручків по всій рослині і вологості насіння 10-15%	Рівномірне обрискування посівів і дотримання регламенту застосування десикантів
Скошування рослин у валки	Скошують при вологості насіння 30-33%	Висота зрізання рослин на 2-5 см нижче рівня нижнього ярусу стручків. Не допускати втрат насіння
Підбір валків	Обмолот валків при вологості насіння у стручках 11-12%	Близько половини стручків набувають лимонно-зеленого кольору. Висота скошування не повинна перевищувати 15 см
Очищення і сушіння насіння	Негайна очістка вороху і сушіння насіння, яке надійшло від комбайна	Насіння темно-коричневого або чорного забарвлення
Ярий ріпак		
Планування розміщення культур	Період сівби сівозмін	Для трилового зберігання свіжозібране насіння слід досушувати до 7-8%
Вапнування ґрунту (бажано під попередник)	Слідом за збиранням	Освітлення сівозмін з часткою ріпаку до 20-25%. Посів по найкращих попередниках
Внесення органічних добрив (бажано під попередник)	Безпосередньо перед оранкою	Від умов стосовно озимого ріпаку
Лущення зернових колосових, зернобобових культур	Слідом за збиранням	Рівномірний розподіл по поверхні ґрунту і негайне загорання
		Глибина обробки - 8-10 см

Внесення мінеральних добрив	Безпосередньо під оранку або під час культивування чи сівби	Під зяблеву оранку вносити 2/3 норми фосфорних добрив. Решту - з калійними і 2/3 норми азотних - під перед по-сівну культивування; решту азотних добрив для підживлення рослин у фазі бутонізації
Зяблева оранка	Безпосередньо після збирання попередника або після лушення стерні	Глибина оранки - 20-30 см (залежно від попередника)
Внесення ґрунтових гербіцидів	Одночасно з передпосівною культивуванням або після сівби до появи сходів	Рівномірне внесення рекомендованих гербіцидів і негайне заростання
Передпосівний обробіток ґрунту (культивування, вирівнювання і коткування)	Перед сівбою	Вирівнювання ґрунту проводити впоперек або по діагоналі
Сівба	Строки сівби співпадають зі строками сівби ярого ячменю	(1,8-2,5 млн схожого насіння). Глибина загор-тання насіння - 1,5-2,0 см
Коткування (за необхідністю)	Після сівби	Покращується контакт насіння із ґрунтом, прискорюється його проростання
Догляд за посівами, збирання врожаю, післязбиральна сівба насіння		Усі технологічні операції, вимоги до їх проведення тотожні з озимим ріпаком.

Таким чином, проаналізовано сучасний стан виробництва біодизеля, окреслено його переваги та недоліки, а також описано шляхи підвищення економічної ефективності. Проаналізовано виробництво ріпаку за кордоном та в Україні. Визначено шляхи підвищення економічної ефективності та проаналізовано інтенсивні технології вирощування озимого та ярого ріпаку. Визначено потреби та значення ріпаку в різних галузях промисловості. Представлено складові інтенсивних технологій вирощування ріпаку та послідовні етапи їх впровадження. Проаналізовано агротехнічні вимоги до вирощування ріпаку, місце ріпаку в сівозміні та систему удобрення посівів ріпаку відповідно до ґрунтово-кліматичних умов. Наведено економічну ефективність вирощування ріпаку, визначено виробничі витрати та економічні показники для озимого ріпаку при врожайності 20 ц/га та ярого ріпаку при врожайності 20 ц/га, а також представлено карту технологій вирощування озимого та ярого ріпаку в таблицях.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОДИЗЕЛЯ

2.1. Вплив виробництва біопалива на навколишнє середовище

Біодизель - це вид екологічно чистого біопалива, що виготовляється з рослинних жирів і тваринних олій і використовується як альтернатива нафтовому дизельному паливу.

За наявними даними, світове виробництво біопалива у 2012 році зросло до 30 млн. тонн з 22 млн. тонн у 2011 році та 18,5 млн. тонн у 2010 році.

Виробництво біопалива в ЄС оцінюється в 2,1 млн. тонн, Бразилії - 2,3 млн. тонн, Індонезії - 1,6 млн. тонн і Аргентині - 2,3 млн. тонн.

На думку експертів, цей шлях є перспективним і для України. Україна найкраще підходить для виробництва біодизеля з ефірів ріпакової олії.

Цей вид палива можна використовувати без зміни конструкції сучасних дизельних поршневих двигунів.

В Україні це джерело енергії особливо перспективне на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Вирощування ріпаку не потребує значних затрат праці, всі сільськогосподарські роботи механізовані, а сам ріпак здатен виносити радіонукліди з полів, не накопичуючи їх у насінні. Тому ріпак можна використовувати для реабілітації забруднених радіонуклідами земель, а також для виробництва біодизельного палива з ріпаку.

З урахуванням потенційних виробничих потужностей України, до 2020 року можна виробляти близько 6 мільйонів тонн біодизеля на рік. З ростом ринкових цін на нафту та природний газ, цей вид біопалива завжди буде конкурентоспроможним.

Біодизель не токсичний і розкладається в чотири рази швидше, ніж звичайне дизельне паливо. Він також не має запаху, а продукти його переробки та використання, як правило, менш шкідливі для людини та екосистем.

Однак існує ряд негативних впливів на навколишнє середовище протягом життєвого циклу виробництва біодизеля, які необхідно враховувати та управляти ними.

Оцінка впливу на навколишнє середовище включає аналіз матеріального потоку, тобто сировини, матеріалів та енергії, необхідних для виробництва біодизеля, а також оцінку впливу на окремі компоненти екосистеми, пов'язані з викидами та відходами (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Матеріальні потоки в ОЖЦ ріпаку

№	Найменування матеріальних потоків та його походження	Обсяг (кількість)
<i>Матеріальні ресурси, необхідні для вирощування ріпаку</i>		
1	Посівний матеріал (насіння)	10
2	Мінеральні добрива (фізична вага)	800
3	Стимулятори росту	0,5
4	Пестициди	4
5	Витрати енергії у перерахунку на умовне паливо*	105
<i>Матеріальні ресурси для отримання біодизелю</i>		
1	Насіння ріпаку	3090
2	Витрати енергії в перерахунку на умовне паливо**	210
3	Вода	50
4	Метанол	115
5	Гідроксид калію (KOH)	25

Примітки: * - дизельне паливо. ** - природний газ.

Функціональною одиницею є 1 тнна біодизеля. Така кількість біодизеля може бути вироблена з 3 тонн ріпаку, що відповідає врожаю приблизно з 1 га.

Основними негативними факторами впливу при вирощуванні ріпаку є ґрунтова та водні екосистеми.

Ріпак є інтенсивною культурою і потребує високих рівнів мінеральних добрив та хімічних засобів захисту для досягнення високих врожаїв.

Збільшення обсягів вирощування ріпаку однозначно впливає на стан природних екосистем.

На етапі вирощування насіння та використання біодизеля основним фактором є викиди в атмосферу.

Найважливішим екологічним аспектом у цьому випадку є емісія парникових газів, переважно вуглекислого газу.

Викиди летких органічних сполук, таких як гексан, які взаємодіють з оксидами азоту, викликаючи фотохімічний смог, мають негативний вплив майже на всі компоненти екосистеми.

Використання біодизеля може допомогти зменшити викиди парникових газів. Наприклад, використання добавки 5% до загального обсягу дизельного палива може зменшити викиди вуглекислого газу на 250 000-300 000 тонн. Використання біодизеля може зменшити викиди оксиду вуглецю, вуглеводнів, сажи та інших сполук (Таблиця 2.2).

Кількість небезпечних відходів, що утворюються в процесі виробництва біодизеля, значно менша, ніж при виробництві звичайного дизельного палива. Небезпечні відходи виникають в результаті технічних процесів, пов'язаних з переробкою нафти, тоді як більшість безпечних відходів є продуктом переробки.

Таблиця 2.2

Порівняльна характеристика викидів у атмосферу при використанні дизельного і при використанні біодизельного палива, кг/т

	Дизель	Біодизель			
		Вирощування	отримання олії	використання	разом
Діоксид карбону	2730	286	470	2250	2940
Окис карбону	125	13	46	30	89
Вуглеводні	55	5,7	10,5	1,3	23,5
Двоокис азот	35	3,6	5,2	4	62,8
Сажа	15	1,5		4,5	6
Білий газ	4	0,4		0,7	1,1
Бензопірен	0,175	0,02		0,31	0,33

Основним фактором, що впливає на водне середовище, є використання мінеральних добрив, залишки яких частіше скидаються у водойми. Це призводить

до збільшення забруднення води, зниження якості питної води та погіршення рекреаційного середовища. Залишки засобів захисту рослин також потрапляють у водойми. Їх кількість залежить від багатьох факторів, що ускладнює оцінку їх впливу.

На ґрунтові екосистеми негативно впливають процеси, пов'язані з ущільненням верхнього шару ґрунту, головним чином через рух техніки та тракторів. Збирання ріпаку вимагає, щоб техніка проходила через ділянку приблизно 10 разів. Ущільнення ґрунту також має негативний вплив на ґрунтову екосистему.

Таким чином, виробництво екологічного біопалива з ріпакової олії в Україні є перспективним напрямком і потребує подальших досліджень. Водночас необхідно докласти зусиль для мінімізації шкоди природним екосистемам у процесі виробництва та утилізації біопалива.

2.2. Технічні заходи для підвищення ефективності використання біодизеля у двигунах

Останніми роками спостерігається значний інтерес до використання переробленої сільськогосподарської продукції як палива для транспортних двигунів та сільськогосподарської техніки. У розвинених країнах це пов'язано з тим, що аграрний сектор прагне стати незалежним від ринку нафтового палива. Рослинні олії отримані в результаті переробки насіння сої, ріпаку, ріжю та соняшнику, а в країнах Латинської Америки - насіння каучуку, все частіше розглядаються як дизельне паливо.

Однією з основних факторів, що обмежують використання рослинних олій в дизельних двигунах, є їх висока в'язкість. Тому можливі чотири варіанти використання рослинних олій як дизельного палива: переетерифікація олій спиртами з отриманням метилового або бутилового ефірів.

Фізичні та хімічні властивості таких ефірів подібні до властивостей дизельного палива. Рослинна олія додається до процесу дистиляції звичайного

мінерального рідкого палива. У цьому випадку олію звільняють від кисню шляхом каталітичного крекінгу і додають до звичайного мінерального рідкого палива (95%) у кількості 5%.

Наразі цей процес є досить дорогим. Однак у довгостроковій перспективі, через 10-20 років, рослинну олію можна буде широко використовувати, розбавляючи її бензином і пропанолом.

Пропанол діє як розчинник і як миючий засіб. Рослинна олія, розбавлена бензином і пропанолом, за летючістю подібна до дизельного палива. Недоліком цього методу, однак, є підвищений ризик виникнення пожежі в таких сумішах. Використання сирової рослинної олії в двигунах вимагає спеціальних модифікацій їхньої конструкції. Такі модифікації адаптують двигун до фізичних властивостей палива.

Наприклад, компанія Elsbett-Konstruktion (Німеччина) запропонувала технічне рішення для повного згоряння рослинної олії в дизельних двигунах: однострумеві паливні форсунки з самоочищенням, камери згоряння з мінімальною площею поверхні і режимом спрямованої подачі повітря для завихрення заряду.

Якщо олія перероблена в метиловий ефір, вона може використовуватися безпосередньо в сучасних дизельних двигунах з безпосереднім впорскуванням в камеру згоряння, оскільки має хімічні та фізичні властивості, подібні до властивостей звичайного дизельного палива. Також можна використовувати суміші мінеральних палив та ефірів ріпакової олії.

Під час випробувань дизельних двигунів потужністю від 4 до 145 кВт, які впорскували безпосередньо метиловий ефір ріпаку, потужність на валу була на 3,5% нижчою, ніж при використанні звичайного дизельного палива через його нижчу теплотворну здатність.

Однак не було суттєвих відмінностей у крутному моменті, забрудненні інжектора, камери згоряння або клапанів ГМ. Низький вміст сірки в ефірі також подовжує термін служби оливи в системах змащення двигуна.

Випробування дизельних двигунів, що працюють на ефірах, отриманих з соєвої олії, показали незначне зниження потужності і лише 12% збільшення

витрати палива в порівнянні з роботою на дизельному паливі; вміст СО залишився майже таким же, вміст сажі був нижчим, але вміст NO^x був у 2-5 разів більше, ніж у дизельного палива. в 2-5 разів більше, ніж у дизельного палива.

Випробування у Швеції двох автобусів, які працювали на ефірах, отриманих з ріпакової олії, показали значно менші викиди сажі та сірки, ніж у автобусів зі звичайними дизельними двигунами.

При використанні чистої рослинної олії екологічні показники дизельного двигуна майже такі ж, як і при використанні дизельного палива.

Однак, потужність двигуна знижується на 10%. Це пов'язано з вищою в'язкістю і нижчою теплотворною здатністю рослинних олій.

Використання сумішей традиційних видів палива (бензин, дизельне паливо) та біопалива (спирт, рослинна олія) позитивно сприймається в розвинених країнах завдякою громадським захисникам довкілля та фермерами. Франція прийняла законодавство, що вимагає додавання компонентів, отриманих з ріпаку, пшениці та буряку, до традиційних видів палива.

Однак нещодавня доповідь Французької академії наук ставить під сумнів екологічні переваги біопалива. У звіті негативно оцінюється автоматичне перейняття досвіду США у впровадженні біопалива на автомобільному транспорті. Причинами цього є відмінності в конструкції транспортних засобів, кліматі та міському плануванні. Як показує звіт, збагачені киснем добавки зменшують кислотне забруднення, оскільки не містять сірки, а також зменшують викиди канцерогену бензолу. Однак ці переваги утворюють альдегіди, які також є канцерогенами. Вони також збільшують викиди оксидів азоту, які беруть участь у виробництві озону. Звіт ставить під сумнів правильність та ефективність впровадження цих паливних добавок, оскільки це рішення не враховує ризиків, пов'язаних з викидами альдегідів.

Звіт Академії також пропонує інші заходи з негайним ефектом: заохочення заміни старих автомобілів з каталітичними нейтралізаторами на новіші, сприяння використанню скріненого газу та заохочення розвитку електромобілів.

Серйозною проблемою використання рослинної олії є те, що мастильний шар руйнується, коли свіжа, частково згоріла олія прилипає до стінок циліндрів. Це призводить до передчасного зносу двигуна. Однак, деякі модернізації двигуна можуть мінімізувати цей ефект. Таким чином, результати експериментів показують, що рослинна олія може успішно використовуватися як паливо для дизельних двигунів, але необхідні більш детальні дослідження її властивостей і розробка технічних цілей для її використання в двигунах.

В Європі використання рослинної олії як альтернативи нафтовому паливу наразі є менш популярним. Проте в деяких країнах Африки та Латинської Америки використання рослинної олії вже є економічно вигідним. В Україні, де ріпак та пшії культури можна вирощувати на необроблених, радіоактивно забруднених землях, ідея заміни частини нафтового палива в двигунах внутрішнього згоряння рослинною олією добре приймається.

Дослідження з виробництва рідких вуглеводневих палив з твердого та газоподібного палива проводяться в усьому світі. Найбільш вивченими є процеси виробництва рідкого вуглеводневого палива з вугілля, природного газу та горючих сланців. Рідке паливо можна виробляти з вугілля шляхом піролізу з отриманням рідких продуктів і напівкоксу, каталітичної гідрогенізації вугільного екстракту з використанням розчинників, газифікації вугілля з отриманням синтез-газу і подальшим каталітичним перетворенням в рідке паливо.

За фізичними, хімічними та кінетичними властивостями синтетичний бензин мало відрізняється від звичайного нафтового бензину.

Однак, залежно від вихідної сировини та способу виробництва, синтетичний бензин має ряд особливостей. Наприклад, бензин, вироблений з вугілля, містить більше сполук азоту та ароматичних вуглеводнів, ніж нафтовий бензин. Це впливає на склад вихідних газів. Синтетичний бензин поступається нафтовому бензину за стійкістю до окислення.

Основною перевагою синтетичного бензину над усіма альтернативними видами палива є те, що використання синтетичного бензину не вимагає модернізації бензинових двигунів.

Витрати на виробництво синтетичного бензину вищі, ніж на виробництво звичайного нафтового палива. Наприклад, виробництво метанолу з природного газу є більш рентабельним, ніж виробництво синтетичного бензину.

Таким чином, виробництво синтетичного бензину є складним і дорогим процесом і навряд чи набуде широкого розповсюдження в найближчі 15-20 років.

Дніпровський хіміко-технологічний інститут (ДХТІ) розробив синтетичне сумішеве паливо (ССП) на основі спирту та вуглеводнів, отриманих з відхідних газів металургійного виробництва. На Нікопольському заводі феросплавів побудовано пілотну установку з виробництва синтетичного сумішевого палива; за оцінками ДХТІ, потужність виробництва цього палива становить близько 5 млн тонн на рік.

Водень вважається паливом майбутнього, оскільки його ресурси практично не обмежені, а продукти згоряння практично нешкідливі. Ще однією важливою технологічною перевагою водню є те, що він не виділяє вуглекислий газ (тобто не збільшує парниковий ефект в атмосфері Землі). Основною проблемою використання водню є його підвищений вибухово-взривний потенціал. Для зберігання водню в транспортних засобах потрібні спеціальні контейнери. Крім того, вартість водню в три-п'ять разів вища, ніж нафтового палива.

Прототипи водневих автомобілів будуються в Європі та США. Практичний інтерес представляє використання водню як високооктанової добавки до бензину в двопаливних системах. При цьому економія палива може досягати 20-40%, викиди оксиду вуглецю знижуються на 30-40%, а шкідливих оксидів азоту - в 1,5-2 рази.

Широке використання водню в двопаливних системах вимагає наявності бортових водневих акумуляторів на основі металогідридів. Такі батареї виробляє компанія Billings (США). Компанія Billings надає послуги з переобладнання транспортних засобів на водневе паливо.

Основним критерієм при комплексному аналізі перспектив використання альтернативних видів палива для двигунів внутрішнього згоряння є економічна доцільність.

- Питомі витрати палива, необхідні для виробництва одиниці енергії;
- витрати на модифікацію двигуна для використання певного виду палива; та

- Додаткові витрати на технічне обслуговування та ремонт модифікованого двигуна; та

- Витрати на транспортування та заправку палива;
- Збитки від викидів у навколишнє середовище.

Ріпак та інші олійні культури, з яких отримують паливо, можуть вирощуватися на ґрунтах, непридатних для виробництва продуктів харчування через сильне промислове забруднення. Остаточне рішення має залежати від дослідження ступеня осадження радіонуклідів у ріпаковій соломі, насінні, шроті та олії.

Шляхи економії олії можна знайти вже зараз. Національна паливна програма пропонує вихід з дефіциту нафти. Існуючі в Україні потужності з виробництва альтернативних видів палива можуть замінити близько 20% нафти. Впровадження більш глибокої переробки нафти, перехід на дизельні двигуни в автотранспорті та суворий контроль за витратами могли б заощадити близько 50% палива.

Аналіз інженерно-технічних заходів вказує, що їх можна впроваджувати поетапно.

Протягом наступних кількох років споживання палива можна зменшити наступними шляхами

- Раціональна комплектація машин і тракторних агрегатів;
- підтримання належного технічного стану машин і робочих органів;
- Використання комбінованих агрегатів для обробітку ґрунту, сівби, внесення добрив та гербіцидів дозволяє зменшити витрати пального на гектар на цих операціях на 15-20%;

- Своєчасне та якісне регулювання паливної апаратури, тиску в шинах тракторів і самохідних комбайнів та технічне регулювання робочих вузлів і агрегатів дозволяє заощадити 5-7% пального.

- Заміна бензинових двигунів на дизельні зменшує питому витрату палива в 1,4 рази, що еквівалентно 1,7 літра на автомобільному транспорті України.

- Заміна дизельних палива та частини бензину рослинними оліями та спиртовими сумішами дозволяє зменшити попит на нафтопродукти на 10-15%.

2.3. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності виробництва ріпаку озимого та біопалива на його основі

Україна має значні земельні ресурси для сільськогосподарського виробництва, які можуть не лише забезпечити власні потреби в продовольстві, але й виробляти сировину для біоенергетичної галузі.

Слід зазначити, що заміна рідкого палива в двигунах внутрішнього згоряння тракторів і автомобілів на інші види палива, такі як газоподібне паливо (водень), сонячна енергія і ядерний синтез, наразі технічно досить складна. Протягом наступних кількох років практично не буде серйозної альтернативи рідкому паливу в двигунах внутрішнього згоряння. Тому одним із рішень цієї проблеми є використання біодизеля або біоетанолу.

Проблемі виробництва біопалива присвячено низку наукових праць таких вчених, як Г. Уалленкі, В. Дубровін, М. Боденська, М. Кобець, М. Корчемний, Кудрі, К. Забарний та інші, наукові дослідження яких призвели до низки публікацій в Україні та наукові дослідження яких призвели до низки публікацій в Україні та світі, дозволили виявити та оцінити перспективи і проблеми використання біопалива в Україні та світі.

Однак доцільність виробництва біопалива продовжує залишатися предметом дискусій серед науковців. Противники виробництва біопалива наголошують на зростаючій продовольчій проблемі та стверджують, що таке виробництво не є економічно та енергетично ефективним.

Тому з метою визначення ефективності виробництва основної енергетичної культури - озимого ріпаку та порівняння енергетичної цінності виробленого біопалива з озимою пшеницею, кукурузою та цукровими буряками, впроцесеними за сучасними технологіями в західних регіонах України, а також обґрунтування найбільш перспективних економічних та енергетичних об'єктів досліджень з використанням як економічних, так і енергетичних критеріїв.

Початки економічної та енергетичної ефективності виробництва енергетичних культур були розраховані за допомогою розрахункового методу,

який використовує в якості основи для розрахунків технологічні карти, складені для інтенсивних технологій виробництва.

Передбачалося, що буде використовуватися базова система обробітку ґрунту з традиційною сівозміною.

Використовувані технічні засоби, обладнання та сільськогосподарські знаряддя переважно вітчизняного виробництва, що забезпечує повну відповідність агротехнічним вимогам.

Добрива та засоби захисту рослин вносилися в нормі, що відповідають культурам, необхідним для отримання високих врожаїв: озимий ріпак - 3,0 т/га; озима пшениця - 6,0 т/га; кукурудза на зерно - 8,0 т/га; цукровий буряк - 50,0 т/га.

Аналіз та оцінку енергетичних витрат при виробництві енергетичних культур та біопалива проводили за відомою методикою, запропонованою Г. Калетніком, Г. Скорним, О. Медведовським, В. Кузьменком та іншими.

Витрачену енергію при виробництві біопалива в розрахунку на один гектар посівів енергетичних культур визначали за формулою

$$E = E_m + E_n + E_d + E_l + E_b, \quad (2.1)$$

де E – енергія, яка витрачена при виробництві біопалива з розрахунку на один гектар посівів, МДж/га;

E_m – енергетичний еквівалент машин та механізмів, який перенесений на біопаливо, МДж/га;

E_n – енергетичний еквівалент рідкого палива, МДж/га;

E_d – енергетичний еквівалент добрива, засобів захисту рослин та насіння, МДж/га;

E_l – енергетичний еквівалент праці людей, МДж/га;

E_b – енергетичний еквівалент, який витрачений на переробку сировини в біопаливо, МДж/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності біопалива визначається як відношення енергії, яка отримана з біопалива та побічної продукції: соломи, макуси, гліцерину, лушпиння, барди тощо, до затраченої енергії:

$$\alpha = \Sigma E_o / E, \quad (2.2)$$

де α – коефіцієнт енергетичної ефективності;

ΣE_o – сума отриманої енергії в біопаливі та побічній продукції, МДж.

Кількість отриманого рідкого біопалива, який є еквівалентним за енергоємністю до дизельному, оцінювали у порівнянні із витраченим рідким паливом для конкретного технологічного процесу, проводили за коефіцієнтом енергоефективності використання рідкого палива, який визначається за формулою:

$$\alpha_{pn} = (M_{bn} \cdot e_{bn}) / (M_{pn} \cdot e_{dn}), \quad (2.3)$$

де α_{pn} – коефіцієнт енергоефективності при використанні рідкого палива;

M_{bn} – обсяг виробництва біопалива з гектара, кг/га;

M_{pn} – витрати рідкого палива на один гектар площі посівів енергетичних культур, кг/га;

e_{bn} – енергоємність біопалива, МДж/кг: для біодизелю $e_{bn} = 37,6$ МДж/кг, для біоетанолу $e_{bn} = 26,7$ МДж/кг;

e_{dn} – енергоємність дизельного палива, МДж/кг: $e_{dn} = 43,5$ МДж/кг.

Себівартість одного мегаджоуля енергії біопалива (C_{en}) визначали за формулою:

$$C_{en} = C / \Sigma E_o. \quad (2.4)$$

Сумарний енергетичний ефект, який визначає різницю між отриманою та витраченою енергією на одному гектарі посівної площі (приріст енергії), визначається за формулою:

Аналіз собівартості гектара традиційних енергетичних культур України - озимого ріпаку, озимої пшениці, кукурудзи та цукрових буряків - показує, що озимий ріпак має найнижчу собівартість виробництва - 4830 грн./га, а цукровий буряк - найвищу - 12650 грн./га.

Добрива, засоби захисту та насіння становлять найбільшу частку в структурі витрат цих культур, особливо понад 50%: озимий ріпак - 2700 грн/га, приблизно 56%, озима пшениця - 3280 грн/га (55,2%); кукурудза - 4440 грн/га (50%) цукровий буряк - 6980 грн/га (55%).).

Другою за величиною статтею витрат є виробництво озимого ріпаку та пшениці, де енергія становить 18% та 19% відповідно.

Водночас, другою за величиною статтею витрат при вирощуванні кукурудзи та цукрових буряків є витрати на експлуатацію техніки - 21,3% та 20,2% відповідно.

Переробка відповідної продукції на біопаливо вимагає 38-52% витрат. Наприклад, вартість переробки тонни ріпаку на біодизель становить близько 1100 грн/т, зерна пшениці на біоетанол - 1050 грн/т, зерна кукурудзи - 1020 грн/т та коренеплодів цукрових буряків на біоетанол - 400 грн/т.

Порівняльні розрахунки для визначення економічної доцільності виробництва біопалива були проведені для двох варіантів.

У першому варіанті біопаливо виробляється з власної сировини.

Другий варіант передбачає закупівлю біопаливної сировини за ринковими цінами.

Результати дослідження показують, що біодизель, вироблений з власної сировини є найбільш прибутковим, але прибуток на гектар посівної площі є найвищим, коли біоетанол виробляється з цукрових буряків.

Прибуток з гектара від продажу ріпаку на 1100 грн вищий, ніж прибуток від продажу біодизеля.

При цьому виробництво і продаж біоетанолу приносить більший прибуток, ніж продаж сировини.

Найбільшу частку у собівартості виробництва біопалива займає сировина, яка у випадку біодизеля становить 70% у першому випадку та 85% у другому. У випадку виробництва біоетанолу 61% припадає на пшеницю, 62% на кукурудзу та 48% на цукровий буряк у першому варіанті та 74% на пшеницю, 73% на кукурудзу та 58% на цукровий буряк у другому варіанті відповідно.

Наведені вище дослідження показують, що виробництво біодизеля є збитковим і нерентабельним, коли сировина закупається за ринковими цінами.

Біоетанол є прибутковим у всіх випадках. Зрозуміло, що виробництво біодизеля можливе лише тоді, коли виробники сировини та переробні підприємства кооперуються у великі агрохолдинги або кластери, які характеризуються «колективною ефективністю», а також коли виробники сировини будують міні-заводи для власних потреб.

Наведені вище розрахунки не враховують дохід від продажу побічної продукції.

Окрім основної продукції, у виробництві біопалива важливу роль відіграють побічні продукти.

При вирощуванні та переробці ріпаку та пшениці утворюється солома, яку можна використовувати як біопаливо.

Спалювання соломи може генерувати значну теплову енергію (17,4 МДж/кг), яка може бути перероблена на біогаз або використана як добриво чи корм для худоби.

Біогаз можна виробляти шляхом переробки бурякової гички та стебел кукурудзи. Ріпаківий шрот, який становить понад 50% від загального обсягу насіння, та гліцерин, який становить близько 5% від загальної ваги насіння, також мають значну цінність. Ефективність виробництва біопалива з цієї культури зростає, якщо враховувати побічні продукти.

Аналіз собівартості виробництва біопалива (рис. 2. 1) У загальній структурі собівартості біодизеля найбільшу частку займають добрива, засоби захисту та насіння (31%), а біоетанолу – переробка від сировини до готового продукту (38-52,2%), найменшу – витрати на оплату праці (1,2-2,8%).

Оцінка енергоспоживання в розглянутих технологіях виробництва енергії показує, що виробництво цукрових буряків є найбільш енергоємним з розрахунку на гектар посіву (56285 МДж/га), а найменш енергоємним - виробництво ріпаку (26848 МДж/га).

Загальна структура енергоспоживання при виробництві біопалива (Рис. 2.2) показує, що найбільша частка припадає на добрива (44-47%) у всіх розглянутих випадках, за ними слідує енергоспоживання при переробці сировини на біопаливо (32-40%). Для цих технологій енергоспоживання енергоносіїв коливається в межах 8-11,5%. Найменше енергоспоживання припадає на людську працю (0-8%).

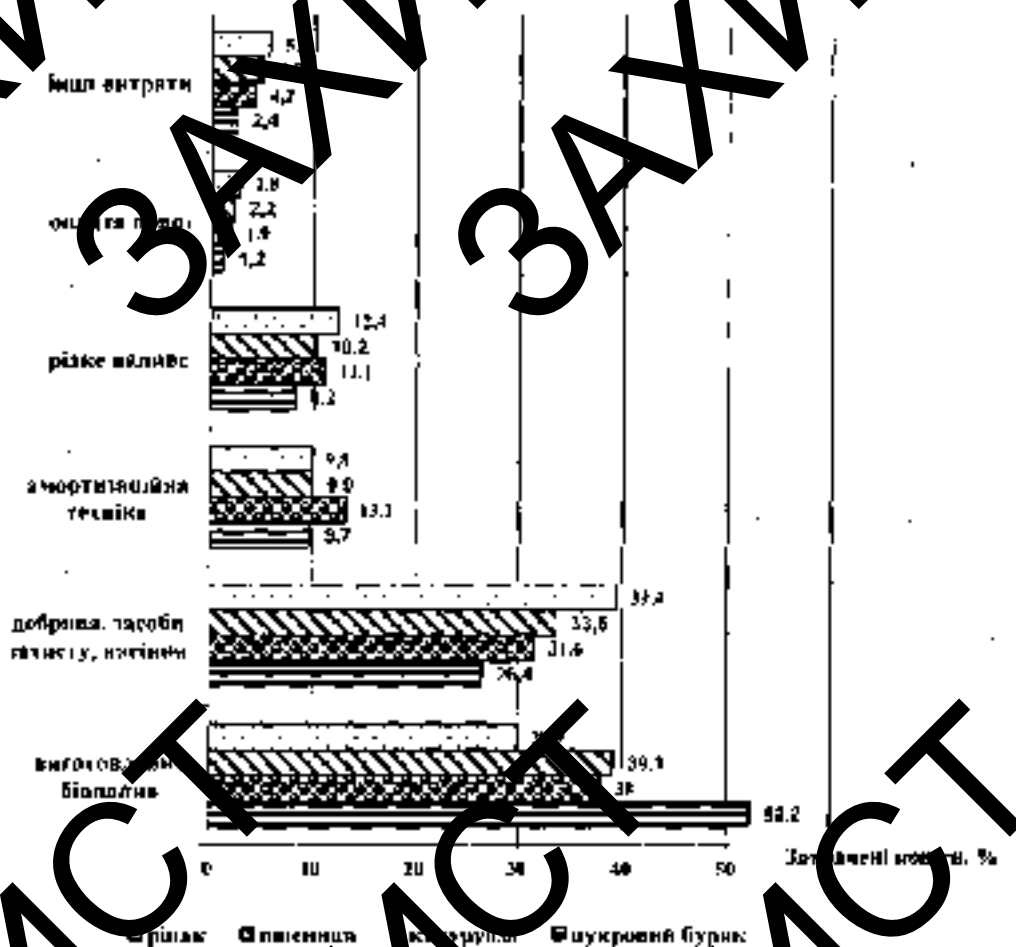


Рис.2.1. Структура витрачання коштів при виробництві біодизеля та біоетанолу

З опцією енергоспоживання у розглянутих технологіях виробництва енергії, найбільш енергоємним на гектар посіву є виробництво цукрових буряків (56285 МДж/га), а найменш енергоємним - виробництво ріпаку (26848 МДж/га).

У структурі енергоспоживання для виробництва біопалива (рис. 2.2) найбільшу частку в усіх розглянутих випадках займають добрива (43,8-46,7%), за ними йдуть витрати енергії на переробку сировини в біопаливо (32,2-39,8%). На енергоносії в розглянутих технологіях припадає 8-11,5% енергоспоживання.

Найменші витрати енергії припадають на людську працю (0,8%).

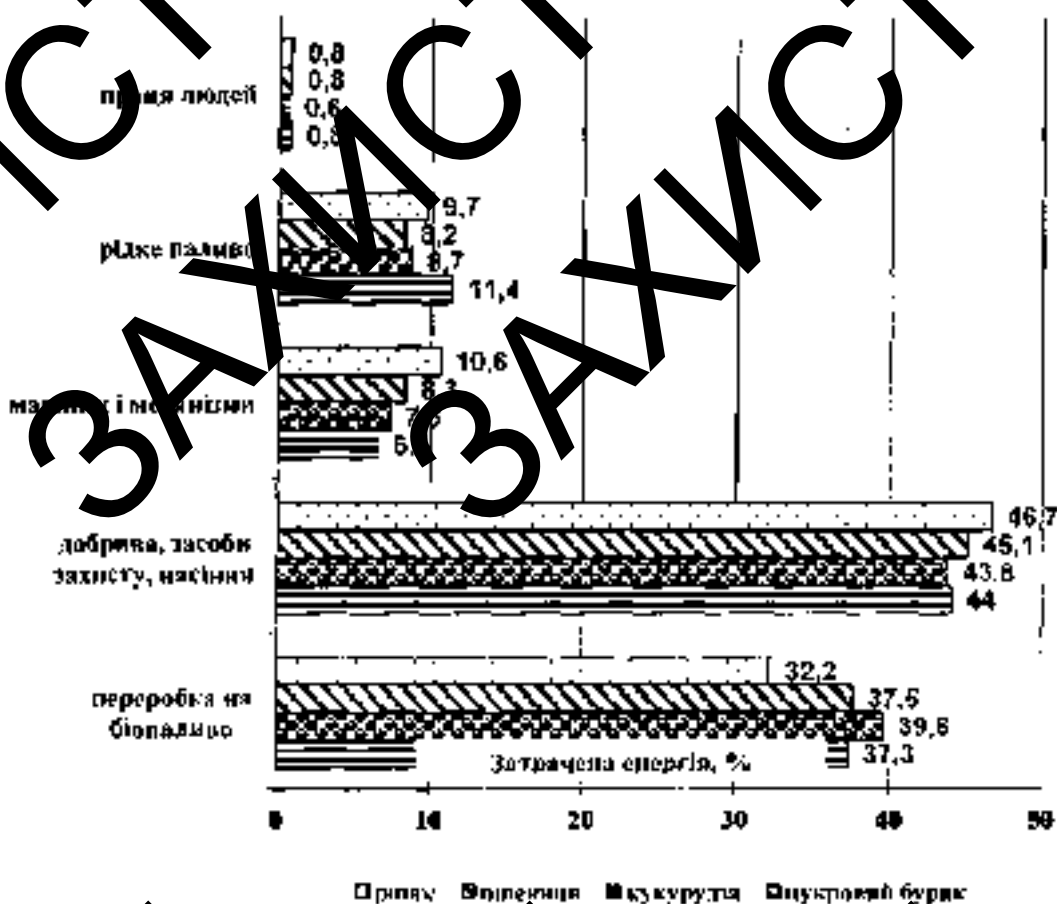


Рис.2.2. структура витрат енергії при виробництві біопалива

Найбільшу кількість енергії у вигляді біопалива з гектара посіву тримають при переробці цукрових буряків (94785 МДж/га), а коефіцієнт енергетичної ефективності найвищий для біоизеля ріпаку ($\alpha = 1,15$).

Відповідно до критеріїв коефіцієнтів енергоефективності, виробництво біоетанолу з пшениці та кукурудзи не є енергоефективним, оскільки енерговитрати на його виробництво перевищують вихід продукції.

Загальний енергетичний ефект E_{eff} біодизеля становить 5730 МДж/га, якщо біопаливо виробляється з одного гектара сільськогосподарських культур з використанням лише основної сировини.

Біоетанол, вироблений з пшениці або кукурудзи, є менш енергоефективним, оскільки не виробляє додаткової енергії.

Значна кількість енергії зосереджена в побічних продуктах. До них відносяться солома, гліцерин, макуха та жом. Ці побічні продукти можна або безпосередньо спалювати після відповідної підготовки, такої як подрібнення, гранулювання, пресування та брикетування, або перетворювати на біогас чи рідке біопаливо за допомогою відповідних технологій, перш ніж ефективно використовувати їх для енергетичних потреб.

При цьому енергетична ефективність розглянутих енергетичних культур значно відрізняється, причому максимальний енергетичний ефект досягається при вирощуванні ріпаку - 97300 МДж/га і коефіцієнт енергетичної ефективності становить 3,46. Він визначається співвідношенням між енергією виробленого біопалива та енергією спожитого рідкого палива за весь виробничий цикл. Цей показник для біодизеля з ріпаку становить 11,8, для біоетанолу з пшениці - 10,7, для біоетанолу з кукурудзи - 10,7 і для біоетанолу з цукрових буряків - 9,3.

Отримані результати показують, що з цільових культур можна отримати значні енергетичні вигоди, якщо весь біологічний врожай використовувати для енергетичних потреб. Враховуючи результати, отримані для виробництва біопалива першого покоління з енергетичних культур та продуктів рослинного походження, альтернативні стратегії в Україні включають експорт сировини, такої як ріпак, пшениця та кукурудза, виробництво біопалива для внутрішнього споживання та виробництво біопалива на експорт. У випадку експорту сировини виробники можуть ефективно працювати без державних субсидій.

У цьому випадку виробництво ріпаку дає найбільшу вигоду. Виробництво біопалива для внутрішнього споживання в Україні потребує субсидій та податкових пільг для покриття різниці в ціні між нафтовим паливом та біопаливом.

Водночас, виробництво біопалива може зменшити енергетичну залежність України від імпортованих енергоносіїв. Використання біопалива також може зменшити

викиди CO₂ забезпечити додаткові економічні вигоди в рамках Кіотського протоколу та створити нові робочі місця.

Як показують результати, виробництво біопалива є капітало- та енергоємним, але не трудомістким, тому кількість створених робочих місць є досить невеликою.

Результати Розділу 2 можна підсумувати наступним чином. Вплив виробництва біопалива на навколишнє середовище доведено.

Біодизель - це вид екологічно чистого біопалива, що виробляється з рослинних та тваринних жирів і використовується для заміни нафтового дизельного палива.

Потужніші виробничі потужності України дозволяють виробляти близько 6 мільйонів тонн біодизелю на рік до 2010 року. З ростом ринкових цін на нафту та природний газ цей вид біопалива завжди буде конкурентоспроможним. Біодизель не токсичний і розкладається в чотири рази швидше, ніж звичайне дизельне паливо. Він також не має запаху, а продукти його переробки та використання, як правило, менш шкідливі для людини та екосистем.

Використання біодизеля допомагає зменшити викиди парникових газів. Наприклад, використання добавки в розмірі 5% від загального обсягу дизельного палива може зменшити викиди вуглекислого газу на 250 000-300 000 тонн. Використання біодизеля може зменшити викиди оксиду вуглецю, вуглеводнів, сажі та інших сполук. Було продемонстровано технічні заходи для підвищення ефективності використання біодизеля в двигунах.

Використання біодизеля в двигунах

Одним з основних факторів, що обмежують використання рослинних олій в дизельних двигунах, є висока в'язкість олії.

Під час випробувань дизельних двигунів потужністю 4-145 кВт з прямим впорскуванням ріпакового метилового ефіру потужність на валу була на 3,5% нижчою, ніж на звичайному дизельному паливі через нижчу теплотворну здатність. Однак не було виявлено суттєвих відмінностей у крутному моменті, забрудненні інжектора, камери згоряння або клапанів РМ. Менший вміст сірки в ефірі також подовжує термін служби оливи та системи мащення двигуна.

При використанні чистої рослинної оливи екологічні показники дизельного двигуна майже такі ж, як і при роботі на дизельному паливі. Однак потужність двигуна

знижується на 10%. Це в основному пов'язано з високою в'язкістю та низькою теплотворною здатністю рослинних олій.

Ця робота оцінює екологічну та економічну ефективність виробництва біодизеля та біоетанолу в Україні.

Якщо ріпак не переробляється для виробництва біодизеля, ефективніше (з меншими втратами поживних речовин) експортувати ріпакову олію та використовувати шрот на корм худобі або спалювати його в котлах для виробництва тепла, а попіл багатий на поживні речовини, повертати на поля.

Втрати поживних речовин зменшуються більш ніж удвічі, якщо врахувати екологічні та економічні критерії, що призводять до зміни структури використання виробленого продукту.

Для організації виробництва біопалива необхідно підвищити ефективність вирощування сировини та її переробки, після проведення техніко-економічного обґрунтування та державної інвестиційної підтримки.

З точки зору критерію максимального прибутку, найкраще експортувати ріпак; з огляду на екологічні фактори, слід переробляти та експортувати ріпакову олію, а макуху використовувати для виробництва тваринницької продукції.

З економічної точки зору, сільськогосподарським виробникам найдоцільніше виробляти і продавати ріпак, оскільки в цьому випадку маржа прибутку становить приблизно 150%. Виробництво біопалива також є більш ефективним з власної сировини. Рентабельність біодизельного палива є найвищою з розглянутих варіантів - 88,2%. Через високу ціну реалізації ріпаку виробництво біодизелю з покупної сировини є значно менш прибутковим і може бути організоване лише за рахунок державних субсидій та продажу побічних продуктів.

З точки зору енергозабезпечення життєдіяльності людини, всі енергетичні культури високоефективні, якщо використовується весь біологічний врожай.

Для оцінки енергетичної ефективності біопалива слід використовувати коефіцієнт енергетичної ефективності рідкого палива, а також загальний енергетичний ефект або приріст енергії.

З 1 кг рідкого палива, виробленого на виробництво біопаливної сировини, виробляється: - 3,6 кг біодизеля з енергетичною цінністю 510 МДж - 17,4 кг біоетанолу

з пшениці або кукурудзи з енергетичною цінністю 463,3 МДж - 403,2 МДж 15,1 кг біоетанолу з цукрових буряків.

Біологічні культури доступні для виробництва енергії, демонструючи свою високу енергоефективність та реальну можливість заміщення невідновлюваних джерел енергії біоенергоносіями.

Поряд з енергетичними перевагами біопалива рослинного походження, значними є також екологічні (скорочення викидів парникових газів) та соціальні (створення робочих місць та зростання зайнятості населення) переваги.

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ

3.1. Економічний розвиток ринку олійних культур з метою виробництва біодизельного пального

Закон України № 2982-IV від 18 жовтня 2005 року «Про основні засади державної політики на період до 2010 року» передбачає розробку та реалізацію програми розвитку виробництва дизельного палива та біопалива. Державна політика щодо такого виробництва полягає у здійсненні органами державної влади низки стратегічних і тактичних заходів, спрямованих на створення конкурентоспроможного сільськогосподарського виробництва. Основною метою в цій сфері є зривання стабільності та ефективності вищезазначеного виробництва.

Проблема енергозабезпечення агропромислового комплексу набуває все більшої гостроти, завдаючи значних збитків аграрному сектору. Важливість енергозабезпечення аграрного сектору постійно зростає у зв'язку з високими цінами на нафту. Тому енергозабезпечення агропромислового комплексу є важливим фактором для самоствердження нових інноваційних потужностей.

На жаль, сучасний український продовольчий ринок характеризується протиріччями та деформаціями у своїй структурі. Негативні наслідки проявляються у вигляді значного скорочення виробництва продовольства, звуження ринкових відносин та повільного розвитку агропромислового комплексу.

Якість життя населення майже не покращилася, споживання основних продуктів харчування зменшилося, тоді як витрати на придбання продуктів харчування зросли. Частка таких витрат в Україні становить майже 70%.

Економісти зазначають, що 50% частки таких витрат свідчить про низький рівень життя, це є одним з індикаторів бідності.

За рівнем споживання калорій українські громадяни під час кризи перемістилися з рівня розвинених країн до найнижчої межі продовольчої безпеки

(2500 ккал) а за рівнем споживання тваринного білка знаходяться навіть нижче цієї межі. У США, наприклад, середньодобовий раціон на душу населення становить 3630 ккал, з яких 1307 ккал припадає на продукти тваринного походження. За загальною калорійністю американський раціон на 43% перевищує український, а за споживанням продуктів тваринного походження - майже в 2,5 рази.

Для забезпечення потреб не лише в загальній сільськогосподарській продукції, а й в продукції, призначеній для продовольчої забезпечення та виробництва біодизеля на більш високому рівні, необхідний кращий розвиток з покращеним виробництвом продуктів харчування та кращими результатами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, показує, що матеріальною основою економічного розвитку країни є обсяг основних засобів та технологій, які є основними елементами виробничого потенціалу. Саме вони роблять можливим виробничий розвиток. Розширення сільськогосподарського виробництва можливе лише за умови високого рівня їх розвитку при наявності необхідної кількості якісних виробничих ресурсів, у тому числі високого технологічного потенціалу.

Зростання і відтворення засобів виробництва і продуктивних сил вимагає, перш за все, інтенсивної стратегії розвитку, яка дозволяє найкращим чином використовувати необхідні ресурси. Останнє має стати основою для довгострокового розвитку економіки.

Агропромисловий комплекс повинен знайти безкомпромісну позицію щодо узгодженої надійності національної продовольчої безпеки та використання рослинної сировини для виробництва біодизеля. Продовольча безпека повинна розглядатися з точки зору забезпечення вільного доступу населення до недорогих продуктів харчування.

Сьогодні відбуваються значні зміни у виробництві олійних культур, їх вирощуванні та відтворенні. Ці складні і досить незрозумілі процеси потребують систематичних досліджень. Численні пояснювальні методики, які використовувалися протягом десятиліть, в тому числі й ті, що застосовуються сьогодні в науковому середовищі для вирощування олійних культур як продуктів

харчування та сировини для виробництва біодизелю, виявилися абсолютно невиправданими. Вони не сприяють розумінню процесів, що відбуваються у світовій економіці. Для того, щоб системно оцінити ситуацію комплексно та реалістично, не ускладнюючи методологію розвитку паливно-енергетичних ресурсів, необхідно проаналізувати наукові дослідження. З огляду на це, було визначено перелік невирішених раніше частин загальної проблеми. Суть переліку полягає в наступному.

Розвиток олійних культур та продуктів їх переробки розглядався у двох взаємопов'язаних сферах - сільському господарстві та переробній промисловості - як у світі, так і в Україні. Виходячи від вирощування олійних культур можуть бути використані як сировина для виробництва біодизеля. Однак це виробництво поки що не відповідає міжнародним стандартам.

Не визначено основні чинники, що зумовлюють інтенсивний розвиток ринку біодизельного палива, а також особливості формування та функціонування ринку олійних культур. Також не досліджено подолання суперечностей у розвитку ринку біодизельного палива. Не враховано аспект виробництва біодизеля та одночасного збільшення продовольчих ресурсів.

Зрозуміло, що неможливо зрозуміти сутність виробництва біодизеля, якщо залишатися в колі старих виробничих концепцій. Важливо визначити нові тенденції та напрямки змін у виробництві олійних культур.

З точки зору з'ясування цілей цього питання можна розглянути наступні питання

- Порівняти тенденції розвитку світового та українського виробництва олійних культур, включаючи загальний збір олійних культур, продуктивність, абсолютні темпи зростання за рахунок підвищення продуктивності та загального збору олійних культур, і на основі результатів такого поглибленого аналізу визначити найбільш прийнятний тип так званого «міжнародного стандарту».

- Виявити протеклу основних факторів, що визначають інтенсивний розвиток біодизельного виробництва і на цій основі розглянути перспективні напрями покращення зростання та відновлення ринку олійних культур як основної сировини для виробництва біодизеля.

Буде визначено та порівняно рівень виробництва олійних культур в Україні та світі, а також використано індексний метод для визначення майбутнього зростання та відновлення українського ринку олійних культур. Індекс - це відносна величина, яка відображає часові та просторові зміни явища або ступінь відхилення від встановленого стандарту. Як відносна величина, індекс визначається у вигляді коефіцієнта. Назва індексу відображає його економічний зміст, а числове значення вказує на відповідну інтенсивність зміни або ступінь відхилення.

3.2. Нові підходи до економічних досліджень з біоенергетичних технологій

Неминучий шлях для України та її агропромислового комплексу - це переробка та перетворення сільськогосподарської продукції на біологічні види палива та енергетичні компоненти, іншого варіанту немає. Держава не повинна відходити від створення біоенергетичних технологій. Адже це означатиме економічну відсталість та зниження міжнародної конкурентоспроможності.

У статті 4 Закону України «Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року» зазначено, що пріоритети держави в агропромисловому комплексі реалізуються разом з іншими галузями шляхом розроблення та виконання програми розвитку виробництва дизельного біопалива. Як зазначено в Законі, основними завданнями є впровадження ресурсозберігаючих, безпечних та екологічно чистих технологій виробництва сільськогосподарської продукції та продовольства, створення умов для виробництва техніки, що гарантують використання сучасних, високоефективних технологій, також розвиток агропромислового комплексу на засадах ефективного ведення державної та регіональної політики в аграрному секторі та залучення наукового забезпечення.

Оцінюючи перспективи наукового забезпечення виробництва сировини і біопалива на інноваційній основі та створення біоенергетичних технологій, слід зазначити, що Рада Міністрів України прийняла Постанову «Про затвердження

Загальнодержавної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року». У постанові зазначено, що формування інвестиційно-інноваційної моделі розвитку сільського господарства має бути забезпечено шляхом перевищення темпів зростання обсягів інвестицій за рахунок внутрішніх та зовнішніх джерел, розвитку ринку інноваційної продукції, раціонального розміщення рослинництва в природно-екологічних зонах країни та поглиблення спеціалізації й інтенсифікації, удосконалення механізмів надання державної підтримки, безпосередньо пов'язаної з створенням біоенергетичних технологій. Наголошується, що це необхідно зробити.

Слід зазначити, що новий вимір біоенергетичних технологій здебільшого орієнтований на перевищення темпів зростання найбільш доступних та інноваційних елементів.

Необхідно здійснити наступні напрямки роботи: виявлення результативних і факторних ознак та причинно-наслідкових зв'язків при моделюванні біоенергетичних технологій; розробка математичного та статистичного інструментарію для моделювання біоенергетичних технологій.

При розкритті сутності та змісту наукового забезпечення біоенергетичних технологій виробництва паливно-енергетичних компонентів на інноваційній основі виникає закономірне питання: що це таке?

Це здатність властивостей ґрунту, кліматичних умов та енергоємних сортів сільськогосподарських культур адекватно реагувати на умови реалізації. Виявляється, що біоенергетичні технології слід оцінювати, використовуючи в якості індикатора загальну енергоємність гектара біоенергетичної технології в нафтовому еквіваленті.

Технологія отримує статус біоенергетичної лише в тому випадку, якщо її показники перевищують середні показники традиційних технологій в 1,5-2 рази і більше, що дозволяє розподілити врожай в наступних пропорціях. Для ілюстрації типових причинно-наслідкових зв'язків між характеристиками біоенергетичних технологій розраховано, проведено на прикладі 10 відібраних технологій тільки корельованого типу:

$$yx_1x_2 = \dots + vx_1 + cx_2,$$

розв'яжемо систему нормальних рівнянь за методом найменших квадратів

$$y = na + vx_1 + cx_2, \quad ux_1 = ax_1 + vx_1 + cx_1x_2, \quad ux_2 = ax_2 + vx_1x_2 + cx_2.$$

У наведеному варіанті виявилось, що:

y – загальна олієквівалентна енергоемність одного гектара біоенергетичної технології має такі значення (у балах): 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 21 і 22 (результативна ознака);

x_1 – синтетична оцінка ґрунтово-кліматичного потенціалу одного гектара посіву сільськогосподарських культур (у балах).

У свій час Національний науковий центр Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколівського” здійснив бонітування ґрунтів України із залученням таких показників: гранулометричний склад і вміст гумусу, які формують структуру будову ґрунту та співвідношення у ньому порізного розміру, водо-тепловий і поживний режим у критичні періоди розвитку рослин та їх врожай тощо. Тому оцінювати треба цілісну систему “ґрунт – клімат” і лише за таких умов можна отримати найбільш об’єктивну бонітувальну оцінку. Результати бонітування ґрунтів і клімату зведені в так звані синтетичні бонітети, яким властивий широкий інтервал значень.

З урахуванням оприлюдненого матеріалу прийнято, що x_1 , або синтетична оцінка ґрунтово-кліматичного потенціалу одного гектара посіву сільськогосподарських культур, може мати такі значення (у балах): 33, 37, 33, 46, 39, 50, 51, 39, 30, 53 (факторна ознака);

x_2 – як олієквівалентна енергоемність одного гектара посіву сільськогосподарських культур має такі значення (у балах): 5, 8, 12, 10, 8, 134, 12, 7, 14, 20 (факторна ознака).

Для визначення значення результативної ознаки побудуємо таблицю 3.3.

Підставимо відповідні значення із таблиці і врахуємо параметри рівняння:

$$155 = 10a + 431v + 120c; \quad 6967 = 411a + 19115v + 5347c;$$

$$2019 = 121a + 5347v + 1606c.$$

Розділимо члени рівняння на коефіцієнти при a і отримаємо:

$$15,6 = a + 43,1v + 12,0c;$$

$$16,2 = a + 44,3v + 12,4c;$$

$$16,8 = a + 44,5v = 13,3c.$$

Таблиця 3.3

Показники для визначення значення результативної ознаки

№ з/п	y	x_1	x_2	yx_1	yx_2	x_2	x_1	x_2
1	8	33	6	264	54	198	1089	36
2	10	37	8	370	80	296	1369	64
3	12	33	17	396	144	396	1089	144
4	14	46	10	644	140	460	2116	100
5	15	39	8	585	120	312	1521	64
6	16	50	13	800	208	650	2500	169
7	18	51	12	918	216	612	2601	144
8	19	39	17	741	323	663	1521	289
9	21	50	17	1050	357	700	2500	196
10	22	53	20	1166	440	1060	2809	400
	156	431	120	6257	2019	5347	19115	1606

Від другого рівняння віднімо перше:

$$(16,2 - 15,6) = a - a + (44,3 - 43,1)v - (12,4 - 12,0)c;$$

$$0,6 = 0,2v + 0,4c.$$

Від другого рівняння віднімо третє:

$$(16,8 - 16,2) = a - a + (44,5 - 44,3)v - (13,3 - 12,4)c$$

$$0,6 = 0,2v + 0,4c.$$

Отримуємо систему з двох рівнянь з двома невідомими:

$$0,6 = 1,2v + 0,4c,$$

$$0,6 = 0,2v + 0,4c;$$

Розділимо кожне рівняння на коефіцієнт при v і матимемо:

$$0,5 = v + 0,33c,$$

$$3,0 = v + 2,0c.$$

Від першого рівняння віднімо друге:

$$-2,5 = -1,67c; c = -2,5 / -1,67 = 1,49$$

Підставимо в будь-яке з двох рівнянь значення c і отримаємо:

$$3,0 = v + 2,0 \times 1,49 \quad v = 3,0 - 2,98; \quad v = 0,02$$

Після цього підставимо значення $v = 0,02$ і $c = 1,49$ у рівняння:

$$15,67 = a + 43,1 v + 12,0c \text{ й отримаємо:}$$

$$15,6 = 3 + 43,1 \times 0,02 + 12,0 \times 1,49$$

$$15,6 = 3 + 0,862 + 17,88$$

$$-a = -15,6 - 0,862 - 17,88$$

$$a = 15,6 - 18,742$$

Матимемо рівняння з параметрами: $a = -3,142$; $v = 0,02$; $c = 1,49$ $U_{x_1 x_2} = -3,142 + 0,02x_1 + 1,49x_2$.

Таким чином, з певною часткою умовності можна стверджувати, що збільшення на 1 бал комплексної оцінки ґрунтово-кліматичного потенціалу одного гектара посівів сільськогосподарських культур призведе до збільшення зростаючої енергоемності одного гектара біоенергетичної технології на 0,02%, а збільшення енергоемності нафтового еквіваленту - на 1,49%. Можна констатувати, що. При цьому, при науковому забезпеченні створення біоенергетичних технологій для інноваційного виробництва сировини та біопалива пріоритет слід надавати величині x_1 в другу чергу, а в першу - x_2 , яка задовольняє наведені вище вимоги до біоенергетичних технологій. Тут x_2 - це інноваційна складова.

Технологія повинна бути щонайменше в 1,5-2 рази кращою за традиційні технології за кінцевим результатом. По-перше, має бути забезпечена достатня продовольча безпека, а по-друге, має бути гарантований надлишок продукції, який може бути використаний для отримання паливно-енергетичних компонентів.

3.3. Перспективні напрямки виробництва біодизельного пального в Україні

Обмеження традиційних джерел енергії та зростаюче забруднення навколишнього середовища в Україні спонукають науковців до пошуку нових

екологічно чистих видів палива. Одним з таких є виробництво дизельного палива з рослинної олії.

В останні роки середньорічне споживання дизельного палива в Україні становило близько 6,5 млн тонн, а до кінця 2017 року, згідно з Енергетичною стратегією України до 2030 року, збільшиться до 7,7 млн тонн. Для виконання необхідних сільськогосподарських робіт відповідно до технічних стандартів щорічно потрібно приблизно 1 870 000 тонн дизельного палива і 620 000 тонн бензину. Для виробництва цієї кількості пального використовується близько 4,5 млн тонн нафти, більша частина якої імпортується. Враховуючи, що ціна на нафту, а отже і на сільськогосподарську продукцію, постійно зростає, традиційний варіант задоволення потреб сільськогосподарського виробництва виключно за рахунок нафтопродуктів не є перспективним.

Натомість, більш цільним є постачання біопалива, виробленого з рослинних олій, якості сільськогосподарського палива. На користь такого варіанту свідчить досвід таких розвинених країн, як Німеччина, Австрія, Франція та Чехія, де близько 10-14% орних земель відведено під вирощування ріпаку.

Основними екологічними вимогами до дизельного палива є

- Обмеження на вміст ароматичних вуглеводнів, особливо токсичних вуглеводнів;
- Обмеження вмісту сірковмісних сполук;
- Обмеження вмісту продуктів неповного згоряння, тобто оксиду вуглецю, твердих частинок вуглеводнів та оксидів азоту.

У зв'язку з ратифікацією Кіотського протоколу (який безпосередньо стосується скорочення викидів парникових газів), питання зменшення викидів вуглекислого газу від транспортних засобів також є актуальним.

В Європі біодизель в основному виробляють з ріпаку. Існує кілька способів використання цієї рослини для виробництва біодизеля. Основні з них наступні.

Перший - це використання сирої нафти після її фільтрація. Двигун працює на чистій ріпаковій олії. Цей напрямок обрали німецькі фахівці, які побудували спеціальні двигуни або вдосконалили звичайні двигуни. За цим варіантом біодизель в основному використовують сільськогосподарські виробники для

своєї техніки. Фермери або фермерські кооперативи вирощують ріпак спільно, при цьому ріпак займає 10-12% орних земель. Невеликі заводи виробляють близько 300-3000 тонн біопалива на рік; з 2001 року уряд Німеччини надає фермерам субсидії у розмірі до 360 євро на гектар.

Пріоритет надається транспортним засобам, пристосованим для роботи на біопаливі. Вони переважно використовуються в районах зі складними екологічними умовами.

У Німеччині виробляється кілька типів дизельних двигунів, що працюють на чистій ріпаковій олії. Основними постачальниками таких двигунів є відомі компанії Deutsche Fahr та Elco (загалом дев'ять). Наразі в Німеччині ріпакова олія забезпечує близько 5 % дизельного палива.

Другий напрямок – видобуток сирої нафти, фільтрація та інтенсивне дистилювання 5-40% чистої нафти для виробництва дизельного палива. У цьому випадку немає необхідності розробляти двигун, сумісний з ріпаковою олією. Основними споживачами біопалива є морський, річковий та автомобільний транспорт. Сюди ж відносяться і муніципальні автобуси, яким у деяких великих містах і певних регіонах заборонено використовувати традиційні види палива. У цьому випадку штрафи за недотримання норм викидів шкідливих речовин значно вищі. За такою схемою біодизель у Франції та Італії, наприклад, в основному інтенсивно виробляється на потужних заводах з виробничою потужністю від 5 до 10 000 тонн на рік.

Третім напрямком є виробництво метилових ефірів ріпаку (RME), відносно простого синтетичного продукту на основі ріпакової олії та метилового спирту. У процесі переестерифікації жирів та олій жири та олії реагують з етиловим спиртом у присутності каталізатора, утворюючи фази ефіру та гліцерину. Біодизель можна використовувати в будь-якому дизельному двигуні, як окремо, так і в суміші з дизельним паливом.

Цим шляхом йдуть більшість країн-членів ЄС. Україна також наразі рухається в цьому напрямку. Ці ефіри додаються до комерційного дизельного палива в концентрації 20-30% і вимагають модифікації двигуна.

В Європі пріоритетною є ріпакова олія, на другому місці - соняшникова, враховуючи реальну можливість вирощування олійних культур для енергетичних потреб. У деяких європейських країнах (Австрія, Німеччина, Франція) та у великих господарствах України врожайність ріпаку може досягати 40 ц/га, що дозволяє виробляти близько 1,5 т олії з 1 га посівної площі.

В даний час, незважаючи на високі темпи зростання виробництва олійної культури, Україна значно відстає від європейських країн за загальним обсягом виробництва ріпаку. Зокрема, у 2006 році Німеччина збирила 3,9 млн. тонн, Франція – 3,5 млн. тонн, а Україна – 6 млн. тонн.

На думку експертів, основними факторами, що визначають масштаби виробництва ріпаку в Україні, є складне фінансове становище сільськогосподарських підприємств, низький рівень агрокультури та невикористання різних елементів технології вирощування.

Також необхідно враховувати кліматичні умови в Україні. В Україні вирощують як озимий, так і ярий ріпак. Озимий ріпак є більш продуктивним, і його врожайність майже в 1,5 рази вища, ніж ярого ріпаку.

Ріпакова промисловість в Україні наразі працює екстенсивно. Врожайність озимого ріпаку становить лише 30% від потенційної врожайності та 40% від середньоєвропейського рівня, тоді як врожайність ярого ріпаку становить 20-25% та 25-35% відповідно.

Країни Західної Європи накопичили певний досвід промислового виробництва чистої ріпакової олії та синтезу на її основі ріпакових метилових ефірів (РМЕ). Цьому сприяє як будівництво великих централізованих переробних заводів, так і розміщення невеликих цехів на рівні сільськогосподарських та інших суміжних підприємств.

Розглянемо кілька можливих варіантів виробництва біодизеля в залежності від потужності переробного заводу.

Варіант 1. Будівництво біодизельного заводу потужністю переробки 50 000-100 000 тонн на рік. Така виробнича потужність потребуватиме переробки близько 200 000 тонн ріпаку, який можна вирощувати на площі 100 000-120 000 га при врожайності 15 га.

Це піднімає питання забезпечення сировиною, використання ріпакового шроту і, водночас, перегляду сівозміни. Згідно з розрахунками, виробництво біодизеля з ріпаку є рентабельним при ціні 2000-2300 грн при зазначеній потужності заводу. / також на основі комплексного використання основної та побічної продукції в замкнутому циклі від вирощування сировини до виробництва та реалізації біопалива, при врожайності ріпаку не менше 20 ц/га, реалізації ріпакового шроту в якості корму, використання соломи для побутових потреб та енергетичних потреб, а також використання гліцерину як побічного продукту. Умови

Для того, щоб максимізувати економічну ефективність виробництва біодизеля, в регіоні має бути створена зона інтенсивного вирощування ріпаку з певною посівною площею, розбудована відповідна інфраструктура (наприклад, агротехнічний сервісний комплекс, елеваторного покоління, комбикормові заводи) та розвинута тваринницька галузь.

За нацими розрахунками, собівартість виробництва біодизеля на заводах потужністю 50 000-100 000 тонн на рік завжди висока, а ціна біодизеля для споживачів без державних дотацій не буде. Якщо цього не зробити, то виробництво біодизелю є майже збитковим.

Варіант 2. Розглянемо економічну доцільність будівництва біодизельного заводу з річним обсягом виробництва 5-7 000 тонн. Основною перевагою таких заводів є те, що вони можуть бути оснащені вітчизняним обладнанням, яке значно дешевше, ніж іноземне. Іншою важливою перевагою є те, що українські виробники можуть запропонувати інноваційну технологію виробництва біодизеля, яка забезпечить високу якість біопалива, суттєво зменшить матеріаломісткість та знизить енергоспоживання на тону біодизеля у два-три рази. Такі заводи можуть бути розбудовані у співпраці з виробниками ріпаку і можуть задовольнити потреби агровиробників одного-двох районів області.

За розрахунками, якщо продавати ріпак по 2000 грн, то собівартість літра біодизеля становитиме 3,1-3,5 грн. При виробництві біодизеля на кооперативних засадах, якщо завод купує ріпак за стандартними цінами, собівартість виробництва біодизеля більш ніж удвічі вища, ніж при купівлі ріпаку за

ринковими цінами. Фермерські господарства, створені заводом, можуть заощадити оборотний капітал, постачаючи 100% біодизель.

Варіант 3. Виробляти біодизельне паливо безпосередньо в господарстві для власного споживання. Сільськогосподарські підприємства з річною потребою в дизельному паливі 200-400 тонн та інтенсивним нарощуванням виробництва ріпаку можуть використовувати інноваційне вітчизняне обладнання або, за наявності в господарстві олійноекстракційного заводу, як перехідний варіант, виробляти біодизельне паливо в такій кількості з власного ріпаку за собівартістю 800 грн/т. Виробництво дозволить рентабельно виробляти біодизельне паливо. При цьому собівартість виробництва біодизеля з власного ріпаку на інноваційному обладнанні становить близько 2,5-2,7 грн за літр, що значно дешевше, ніж ціна дизельного палива. При цьому майже повністю вирішується проблема ефективного використання ріпакового шроту для тваринництва.

Слід зазначити, що за таких умов не порушуються рекомендації науковців щодо оптимальної частки ріпаку в тій чи іншій культурі сівозміни. Це сприятиме збереженню родючості ґрунтів, що є головним багатством України, а також з точки зору використання в країні відновлюваних джерел енергії, таких як біодизель.

Країни Західної Європи досягли успіху в зниженні собівартості виробництва біопалива шляхом створення корпоративних структур з виробництва та переробки біологічної сировини.

Консорціями підприємств з виробництва та переробки біоенергетичної сировини вигідно конкурують з традиційними видами палива, оскільки завдяки замкнутому технологічному циклу виробництва біопалива вони не залежать від ринку вищих на паливно-моторні матеріали.

Об'єднання підприємств у регіональні підприємства із замкнутим технологічним циклом виробництва біопалива за схемою виробництво біопаливної сировини - переробка біопалива - виробництво біопалива - реалізація біопалива взаємопов'язане і встановленим планом виробництва та централізованим фінансуванням усіх заходів з виробництва біоенергетичної

сировини та біопалива, а також створенням належних умов для стабільної роботи об'єднаних підприємств та зниження собівартості виробництва біопалива через організацію виробництва на цих субпідприємствах.

Наприклад, організація юридичної особи для виробництва біодизельного палива вимагає інтеграції наступних спеціалізованих підприємств для формування ефективного кластеру

- Агропромислові підприємства, що вирощують ріпак. Замість того, щоб виробництво ріпаку було основним видом діяльності, певна кількість товарного ріпаку замовляється у підприємств з метою збільшення виробничих потужностей підприємств, які переробляють ріпак на олію;

виробничі підприємства, які переробляють олію на біодизель, де виробництво біодизеля є основним продуктом.

Підприємство планує виробляти біодизельне паливо таким чином, щоб взаєморозрахунки між підприємствами стимулювали виробництво біоенергетичної сировини.

- З метою зменшення енергетичної складової у собівартості основного продукту сільськогосподарського підприємства, що вирощує ріпак, суб'єкт господарювання, який виробляє біодизель, спочатку передає частину свого продукту (біодизеля) сільськогосподарському підприємству в обсязі, що покриває енергетичні потреби сільськогосподарського підприємства;

- переробні підприємства, що виробляють ріпакову олію, передають частину побічного продукту (шрот) підприємствам, що виробляють ріпак.

Такий комплексний підхід до вирішення проблеми взєморозрахунків та ціноутворення на біодизельне паливо дозволяє збільшити врожайність ріпаку з гектара посівних площ, зменшити витрати на переробку ріпаку на олію, знизити енергетичні витрати на виробництво ріпаку, також отримати побічну продукцію, крім біодизельного палива (продукти харчування, корми, фармацевтичні препарати тощо), тим самим суттєво зменшуючи основні складові собівартості біодизеля.

У більшості регіонів України можливе об'єднання виробничих потужностей суб'єктів господарювання всіх форм власності та господарювання

з вирощування високоенергетичних культур та їх переробки в рамках підприємницького об'єднання виробників і переробників біоенергетичної сировини на базі інтегрованих багатофункціональних виробничих ліній. Це дозволить збільшити земельні ресурси, необхідні для виробництва біологічної сировини, створити та розвинути інфраструктуру виробництва продуктів переробки ріпаку, створити та розвинути інфраструктуру виробництва ріпакової олії та біодизелю, створити інфраструктуру для використання біопалива в транспортному секторі. За нинішньої фінансово-економічної ситуації в аграрному секторі підприємства, що спеціалізуються на вирощуванні ріпаку, здебільшого користуються сприятливими умовами для експорту ріпаку.

Державна підтримка розвитку виробництва біопалива на підприємницьких закладах необхідна українській біоенергетичній галузі, щоб захистити її від ризиків на етапі підготовки проектів та на ранніх етапах становлення підприємств.

У найближньому майбутньому Україна матиме можливість стати лідером серед країн СНД, використовуючи досвід, набутий європейськими країнами у виробництві біодизеля, та розвиток конкуренції на ринку біопалива в Україні.

Виходячи з вищесказаного, ми підводимо наступні підсумки. Продемонстровано економічний розвиток ринку олійних культур для виробництва біодизеля.

Вивчено та порівняно рівень виробництва олійних культур в Україні та світі, а також використано індексний метод для визначення майбутнього зростання та відтворення українського ринку олійних культур. Індекс - це відносна величина, яка відображає часові та просторові зміни явища або ступінь відхилення від встановленого стандарту. Як відносна величина індекс визначається у вигляді коефіцієнта. Назва індексу характеризує його економічний зміст, а числове значення виражає інтенсивність відповідної зміни або ступінь відхилення. Представлено новий підхід до економічного дослідження біоенергетичних технологій. Визначено перспективні напрями виробництва біодизельного палива в Україні. Визначено основні екологічні вимоги до дизельного палива: обмеження вмісту ароматичних вуглеводнів (особливо токсичних), обмеження вмісту сірковмісних сполук та обмеження

вмісту продуктів неповного згоряння (оксиду вуглецю, твердих частинок вуглеводнів, оксидів азоту).

У контексті ратифікації Кіотського протоколу (який безпосередньо стосується питання скорочення викидів парникових газів), питання скорочення викидів вуглекислого газу від транспортних засобів набуває особливого значення.

В роботі розглянуто декілька можливих варіантів виробництва біодизельного палива в залежності від потужності переробного заводу.

Для того, щоб максимізувати економічну ефективність виробництва біодизеля, необхідно створити регіональні зони інтенсивного вирощування ріпаку з певною посівною площею, розбудувати відповідну інфраструктуру (агротехнічні сервісні комплекси, елеватори нового покоління, комбікормові заводи тощо) та розвинути тваринницьку галузь.

У більшості регіонів України можливе об'єднання виробничих потужностей суб'єктів господарювання всіх форм власності та господарювання з вирощування високоенергетичних культур та їх переробки в рамках об'єднання підприємств виробників і переробників біоенергетичної сировини на базі інтегрованих багатофункціональних виробничих ліній. Це дозволить збільшити земельні ресурси для виробництва біологічної сировини, побудувати та розвинути виробничу інфраструктуру для вирощування продуктів переробки ріпаку, побудувати та розвинути інфраструктуру для виробництва ріпакової олії та біодизелю, побудувати інфраструктуру для використання біопалива в транспортному секторі.

Державна підтримка розвитку корпоративного виробництва біопалива необхідна для захисту біоенергетичної галузі України від ризиків на етапі пілотної роботи та на ранніх стадіях створення підприємств.

У найближчому майбутньому Україна матиме можливість стати лідером серед країн СНД, використовуючи досвід європейських країн у розвитку виробництва біодизеля та конкуренції на українському ринку біопалива.

Проведено аналіз виробництва ріпаку за кордоном та в Україні. Визначено напрями підвищення економічної ефективності та проаналізовано інтенсивні технології вирощування озимого та ярого ріпаку.

Визначено потреби та значення ріпаку в різних галузях промисловості.

Представлено складові інтенсивних технологій вирощування ріпаку та послідовні етапи їх впровадження. Проаналізовано агротехнічні вимоги до вирощування ріпаку, місце ріпаку в сівозміні та систему удобрення посівів ріпаку відповідно до ґрунтового-кліматичних умов. Також представлено заходи захисту посівів ріпаку від хвороб-шкідників та бур'янів. Проаналізовано технології збирання ріпаку та технічні засоби для їх реалізації, післязбиральну обробку та зберігання насіння ріпаку. Представлено економічну ефективність вирощування ріпаку, визначено виробничі витрати та економічні показники для озимого ріпаку з урожайністю 35 ц/га та ярого ріпаку з урожайністю 20 ц/га та представлено карту технологій вирощування озимого та ярого ріпаку у вигляді таблиці.

Також визначено вплив виробництва біопалива на навколишнє середовище.

Потенціал України дозволяє виробляти близько 6 млн. тонн біодизеля на рік до 2020 року. З ростом ринкових цін на нафту та природний газ цей вид біопалива завжди буде конкурентоспроможним. Біодизель не токсичний і розкладається в чотири рази швидше, ніж звичайне дизельне паливо. Він також не має запаху, а продукти його переробки та використання, як правило, менш шкідливі для людини та екосистем. Технічні заходи, спрямовані на підвищення ефективності використання біодизеля в двигунах, є цілком обґрунтованими.

Одним з основних факторів, що обмежують використання рослинних олій в дизельних двигунах, є висока вязкість олії. Під час випробувань дизельних двигунів потужністю від 4 до 145 кВт з прямим впорскуванням ріпакового метилового ефіру потужність валу була на 15% нижчою, ніж на звичайному дизельному паливі через нижчу теплову енергійність. Однак не було виявлено суттєвих відмінностей у крутний моменті, забрудненні інжектора, камери

згоряння або чапанів ГРМ. Менший вміст сірки в ефірі також подовжує термін служби оливи в системі змащення двигуна.

При використанні чистої рослинної оливи екологічні показники дизельного двигуна майже такі ж, як і при роботі на дизельному паливі. Однак, потужність двигуна знижується на 10%. Це в основному пов'язано з високою в'язкістю та низькою теплотворною здатністю рослинних олій.

У цій роботі оцінюється екологічна та економічна ефективність виробництва біодизеля та біоетанолу в Україні.

Втрати поживних речовин зменшуються більш ніж наполовину при врахуванні екологічних та економічних критеріїв, що призводять до зміни структури використання виробленої продукції.

Для організації виробництва біопалива необхідно підвищити ефективність вирощування сировини та її переробки через техніко-економічне обґрунтування та державну інвестиційну підтримку.

Через високу ціну реалізації рідкого виробництва біодизелю з покупної сировини не є рентабельним і може бути організоване лише за рахунок державних субсидій та продажу побічних продуктів.

Енергетичну ефективність біопалива можна оцінити за допомогою коефіцієнта енергетичної ефективності рідкого палива та загального енергетичного ефекту або енергетичного виграшу.

З 1 кг рідкого палива, спожитого при виробництві біопаливної сировини, виробляється 13,6 кг біодизеля з енергетичною цінністю 510 МДж; 17,4 кг біоетанолу з пшениці або кукурудзи з енергетичною цінністю 463,3 МДж; 15,1 кг біоетанолу з цукрових буряків з енергетичною цінністю 403,2 МДж. Поряд з енергетичними перевагами біопалива виробленого з рослин, значними є також екологічні (скорочення викидів парникових газів) та соціальні (створення робочих місць та зростання зайнятості) переваги.

У роботі продемонстровано економічний розвиток ринку олійних культур для виробництва біодизелю.

Досліджено та порівняно рівень виробництва олійних культур в Україні та світі, а також використано індексний метод для визначення майбутнього зростання та встановлення українського ринку олійних культур. Індекс - це відносна величина, яка відображає часові та просторові зміни явища або ступінь

відхилення від встановленого стандарту. Як відносна величина індекс визначається у вигляді коефіцієнта. Назва індексу характеризує його економічний зміст, а числове значення виражає інтенсивність відповідної зміни або ступінь відхилення.

Представлено новий підхід до економічних досліджень біоенергетичних технологій. Визначено перспективні напрями виробництва біодизельного палива в Україні. Визначено основні екологічні вимоги до дизельного палива: обмеження вмісту ароматичних вуглеводнів (особливо токсичних), обмеження вмісту сірковмісних сполук та обмеження вмісту продуктів неповного згоряння (оксид вуглецю, твердих частинок вуглеводнів та оксидів азоту).

У контексті ратифікації Кіюського протоколу (який безпосередньо стосується питання скорочення викидів парникових газів), питання скорочення викидів вуглекислого газу від транспортних засобів набуває особливого значення.

У статті розглянуто декілька можливих варіантів виробництва біодизельного палива в залежності від потужності переробного заводу.

Для того, щоб максимізувати економічну ефективність виробництва біодизеля, необхідно створити регіональні зони інтенсивного вирощування ріпаку з певною посівною площею, розбудувати відповідну інфраструктуру (агротехнічні сервісні комплекси, елеватори нового покоління, комбікормові заводи тощо) та розвивати тваринницьку галузь.

У більшості регіонів України можливе об'єднання виробничих потужностей суб'єктів господарювання всіх форм власності та господарювання з вирощування високоенергетичних культур та їх переробки в рамках підприємницького об'єднання виробників і переробників біоенергетичної сировини на базі інтегрованих багатofункціональних виробничих ліній. Це дозволить збільшити земельні ресурси для виробництва біологічної сировини, створити та розвинути виробничу інфраструктуру для вирощування продуктів переробки ріпаку, створити та розвинути інфраструктуру для виробництва ріпакової олії та біодизелю, створити та розвинути інфраструктуру для використання біопалива в транспортному секторі.

Державна підтримка розвитку виробництва біопалива на базі підприємств необхідна для захисту біоенергетичної галузі України від ризиків на етапі пілотних проектів та на ранніх стадіях створення підприємств.

Найближчим часом Україна матиме можливість стати лідером серед країн пострадянського простору, використовуючи досвід, набутий європейськими країнами у виробництві біодизеля та розвитку конкуренції на ринку біопалива в Україні.

1. Амоша А. И. Методологические подходы к оценке энергосберегающих процессов / А. И. Амоша, Ю. П. Колбушкин // Экономика промышленности. – 2009. – № 2. – С. 128–132.
2. Амоша А. И. Экономические подходы к эффективному использованию энергетических ресурсов / А. И. Амоша, В. Г. Федоренко, Н. Г. Белополюсский // Экономика та держава. – 2008. – № 1. – С. 4–7.
3. Апаршина О. І. Методологічні підходи до трактування поняття «ресурсозбереження» / О. І. Апаршина // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – 2011. – Т. 11. – С. 112–120.
4. Бевз С. М. Энергосбережения – финансовые механизмы та можливості міжнародної співпраці / С. М. Бевз // Энергосбережение. – 2005. – №2. – С. 4–6.
5. Гавриш В. І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: Моногр. / В. І. Гавриш; МДАУ. – Миколаїв, 2007. – 283 с.
6. Гайдуцький А. П. Методологічні аспекти інвестиційної привабливості економіки / А. П. Гайдуцький // Регіональна економіка. – 2004. – № 4. – С. 81–86.
7. Галузева програма з енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 року. – К. : Мінпромполітики України. – 2009. – 123 с.
8. Гевко Р. Б. Обґрунтування параметрів конструкції робочого органу шайбового транспортера / Р. Б. Гевко, О. А. Токарчук // Вісн. Харків. нац. техніч. ун-ту ім. Петра Василенка. – 2011. – Бип. 114. – С. 241–246.
9. Гевко Р. Б. Розробка нових конструкцій робочих органів трубчатого скребкового транспортера-змішувача та результати їх експериментальних досліджень / Р. Б. Гевко, О. А. Токарчук, А. П. Єленіч // Вісник інженерної академії України. – К., 2013. – № 3–4. – С. 291–296.
10. Гевко Р. Б. Теоретичне обґрунтування параметрів переміщення сипкого матеріалу робочим органом скребкового транспортера-змішувача по криволінійній трасі / Р. Б. Гевко, О. А. Токарчук // Вісник інженерної академії України. – К., 2013. – № 1. – С. 119–121.

11. Гевко Роман. Теоретические исследования движения сыпучего материала с возможностью частичного перемешивания на вертикальном участке трубчатого конвейера / Роман Гевко, Алексей Токарчук // An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – Lublin-Rzeszow MOTROL Vol.15. – 2013. – № 4.

12. Гевко Б. Р. Теоретичні і практичні аспекти ресурсозбереження / Ю. В. Дзядикевич, Б. Р. Гевко // Інноваційна економіка. – 2016. – № 3-4 [62]. – С. 103–107.

13. Гнідий М. В. Методологія визначення теоретичного потенціалу енергозбереження на різних рівнях управління економікою / М. В. Гнідий, О. С. Мальченко // Проблеми загальної енергетики. – 2007. – № 15. – С. 1–21.

14. Грушка О. І. Альтернативні джерела електричної енергії / О. І. Грушка, З. М. Іршак. – Чернівці : Рута, 2008. – 84 с.

15. Данченко А. Фінансові механізми ресурсозбереження на сучасному етапі розвитку / А. Данченко // Галицька справа. – 2006. – №3. – С. 66–70.

16. Дем'янишин В. Г. Сучасний стан та тенденції енергозбереження в Україні та світі [Електронний ресурс] / В. Г. Дем'янишин, С. В. Кулибаба // Економічні науки. – 2010. – Вип. 7 (25), ч. 4. – Серія «Облік і фінанси». – Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/en_oif/2010_7_4/16.pdf.

17. Державне регулювання енергетики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.icps.com.ua/>.

18. Державний комітет України з енергозбереження : затв. Указом Президента України №918/95 від 06.10.1995 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.icps.com.ua/>.

19. Джеджула В. В. Методи аналізу ефективності інвестицій у енергозберігаючі заходи / В. В. Джеджула // Вісник Бердичівського університету менеджменту і бізнесу. – 2011. – №1(17). – С. 105–110.

20. Джеджула В. В. Оцінка економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі проекти / В. В. Джеджула // Економічний простір: – 2011. – №54. – С. 124–130.

21. Дуляр Олександр, Гевко Роман. Оцінка економічної ефективності виробництва насіння ріпаку // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю 28 жовтня 2015 р.- Тернопіль: ВПЦ “Економічна думка”, 2015.- 103-105.

22. Дзядикевич Ю. В. Енергетичний менеджмент : підруч. / Ю. В. Дзядикевич, Р. Б. Гевко, М. В. Буряк, Р. І. Розум.– Тернопіль : Підручники і посібники, 2014. – 336 с.

23. Дзядикевич Ю. В. Перспективи покращення енергетичної безпеки України / Ю. В. Дзядикевич // Інноваційна економіка. – 2015. – № 1. – С. 5–11.

24. Дзяла Г. Теоретичні основи державної політики у сфері енергозбереження / Г. Дзяла, Р. Дзялий // Ефективність державного управління. – 2010. – № 23. – С. 72–75.

25. Долінський А. А. Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики / А. А. Долінський // Вісник НАН України – 2006. – № 2. – С. 24–32.

26. ДСТУ 4065: 2001. Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги. – К. : Держстандарт України, 2002. – 39 с.

27. ДСТУ 4472: 2005. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги. – К. : Держстандарт України, 2005. – 28 с.

28. ДСТУ 4714: 2007. Енергозбереження. Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств. Методика побудови та аналізу. (Чинний від 01.07.2007 р.). – К., 2007.

29. ДСТУ 4715: 2007. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад і зміст робіт на стадіях розроблення та запровадження. (Чинний від 01.07.2007 р.). – К., 2007.

30. Економія довкілля і природних ресурсів: монографія / Ю.В.Дзядикевич та ін. – Тернопіль: Астон, 2016.- 202 с.

31. Енергетична безпека України 2020: виклики, можливості, сценарії. – К. : УСПП, 2011. – 256 с.

32. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

<http://www.enr.gov.ua/publications/2013/09/26/396298/>

view-pri.

33. Енергоефективність / за ред. В. А. Жовтянського. – К. : Навч. кн., 2002. – 192 с.

34. Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт: ДСТУ 4713:2007 – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с.

35. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню: ДСТУ 2155-93. – К. : Держстандарт України, 1993. – 13 с.

36. Ермилов С. Энергетическая стратегия Украины до 2030 года: проблемные вопросы содержания и реализации / С. Ермилов // Зеркало недели. – 2006. – №20. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gazeta.zn.ua/ECONOMICS/energeticheskaya-strategiya-ukrainy-na-period-do-2030-goda-problemnye-voprosy-soderzhaniya-i-realizatsii.html>.

37. Євтушевський В. Фактори формування енергетичної безпеки України / В. Євтушевський, А. Кочединова // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. – 2009. – С. 15–17.

38. Залога З.М. Україна – СОТ в умовах лібералізації світової торгівлі сільськогосподарською продукцією/ З.М. Залога // Регіональна економіка. – 2008. – №1. – С. 236-241.

39. Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту: Типова методика, затв. наказом НАЕР № 56 від 20.05.2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://naer.gov.ua/normativno-pravovi-akti>.

40. Закон України «Про ратифікацію Договору до Енергетичної хартії та Протоколу до Енергетичної хартії з питань енергетичної ефективності і суміжних екологічних аспектів»: К.: №8998-ВР від 06.02.1998р. // Відомості ВР України – 1998. – №1.

41. Ковалко М., Ковалко О. Розвинута енергетика – основа національної безпеки України / М. Ковалко, О. Ковалко // К. : Бізнес-поліграф, 2009. – 104 с.

42. Корсємний Микола, Федорейко Валерій, Щербань Володимир
Енергозбереження в агропромисловому комплексі – Тернопіль: Підручники і
посібники, 2001.- 984.

43. Концепція вдосконалення державного регулювання природних
монополій : Указ Президента України №921/2007 від 27.09.2007р. [Електронний
ресурс]. – Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/documents/6767.html> 3.

44. Король О.М. Міжнародні і національні пріоритети енергозбереження в
сільськогосподарському виробництві // Зовнішня торгівля: економіка, фінанси,
право.-К. №6, 2010.- с.45-51.

45. Корсікова Н. М. Організаційно-економічний механізм управління
інноваційним розвитком підприємства в сучасних умовах / Н. М. Корсікова //
Економіка харчової промисловості. – 2009. – № 3, – С. 8–11.

46. Лір В. Економічний механізм реалізації політики
енергоефективності в Україні : моногр. / В. Е. Лір, У. Є. Письменна ; НАН
України, Інст екон. та прогнозування. – К. — 2010. – 208с.

47. Макаренко В. А. Енергозбереження і поновлювальні енергоресурси –
важливий шлях розвитку систем енергопостачання / В. А. Макаренко, О. Г. Гриб,
О. І. Макєєв// Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 11. – С.
38–48.

48. Макогон Ю. В. Деякі аспекти реалізації політики енергозбереження в
Україні : моногр. / Ю. В. Макогон. – Донецьк : ДонНТУ, 2012. – 200 с.

49. Маляренко В. А. Енергозбереження і поновлювальні енергоресурси –
важливий шлях розвитку систем енергопостачання / В. А. Маляренко, О. Г. Гриб,
О. І. Малєєв // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 11. – С.
38–48.

50. Мартиненко І.І. Енергоресурси та енергозбереження в сільському
господарстві України / І.І. Мартиненко // Науковий вісник НАУ. – 1997. – №1. –
С. 122-126.

51. Мазєвський Ю. М. Концепція регіональної політики
енергозбереження / Ю. М. Мазєвський, І. А. Немировський, Н. Г. Ганжа //
Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2008. – № 3. – С. 43–49.

52. Миколюк О. А. Оцінка ефективності використання енергоресурсів на підставі аналізу енергоємності виробництва / О. А. Миколюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 5, т.1. – С. 104–107.

53. Михайленко І. Д. Політика енергозбереження, потенціальні можливості енергозбереження в Україні / І. Д. Михайленко // Энергосбережение. – 2006. – № 1. – С. 3–8.

54. Нагорнюк О. П. Теоретичні аспекти формування виробничих витрат сільськогосподарських підприємств / О. П. Нагорнюк // Економіка АПК. – 2014. – №6. – С. 96–101.

55. Неміш П. Д. Сутність, оцінка та напрями підвищення ефективності механізму енергозбереження / П. Д. Неміш // Інноваційна економіка. – 2013. – №7 (45). – С. 46–53.

56. Пархоμεць М. К. Організаційно-економічний механізм забезпечення дохідності сільськогосподарських підприємств: теорія, методика, практика : моногр. / М. К. Пархоμεць, В. В. Гулак. – Тернопіль : ТНЕУ, 2014. – 255 с.

57. Перспективи енергозабезпечення України в контексті світових тенденцій / за ред. А. І. Шведова. – Дніпропетровськ : РФ НІСД, 2008. – 208 с.

58. Праховник А. В. Концептуальні положення управління енергоефективністю в Україні / А. В. Праховник, Є. М. Іншеков // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2005. – № 8. – С. 26–35.

59. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=555-15>.

60. Разумний Ю. Т. Енергозбереження / В. Т. Заїка, Ю. В. Степаненко. – Дніпропетровськ : НГУ, 2008. – 164 с.

61. Сибикин Ю. Д. Нерадикальные возобновляемые источники энергии / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин – М. : Радио Софт, 2008. – 228 с.

62. Стратегія енергозбереження в Україні. Т.1 / за ред. В. А. Жовтянського. – К. : Академія Екологіки, 2006. – 510 с.

63. Федорова В. А. Перспективи зміцнення енергетичної безпеки України / В. А. Федорова // Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Економіка.– 2012. – Вип. 6. – С.50–55.

64. Червінська Т.М. Науковий та виробничий потенціали інноваційної діяльності АПК / Т.М. Червінська // Проблеми науки. – 2007. – №1. – С. 35-41.

65. Цаплін В. І. Ринкові та адміністративні механізми енергозбереження // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2008. – № 6. – С. 16–18.

66. Язлук Б.О., Гевко Р.Б., Дзяди́кевич Ю.В., Бутко А.М. Прикладна економіка: Навчальний посібник. – Тернопіль: Крок, 2016. – 288с.

67. Язлук Б.О., Гевко Р.Б., Дзяди́кевич Ю.В. Теоретичні та прикладні аспекти економічної безпеки України // Інноваційна економіка.- 2015.- №4 (59).- С.301-310.

68. Hevko V. Promising Projects of Energy Saving in Housing and Communal Services of Ukraine / V. Hevko // The Advanced Science Jornal. – 2015. – ISSUE 01. – P. 103–109.

69. R. Hevko. Parameter justification for interworking relationship of elastic screw operating element with grain material/ Roman Hevko, Yuriy Dzyadykevych, Ihor Tkachenko, Serhii Zalutskyi // Вісник ТНТУ, - Т.: ТНТУ, 2016.- Том 81.- № 1. С. 70-76.

70. Bauer C., Korthals M., Gronauer A., Lebuhn M. (2008). Methanogens in biogas production from renewable resources - a novel molecular population analysis approach. Water Sci. Tech. 58(7), 1433-1439.

71. Bauer C., Lebuhn M., Gronauer A. (2009). Mikrobiologische Prozesse in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. LfL-Schriftenreihe 12/2009, ISSN 1611-4159.

72. Bischofsberger W., Dichtl N., Rosenwinkel K. H., Seyfried C. F., Bohnke B. (Hrsg.) (2005). Anaerobtechnik, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

73. Cirne D. G., Leonoraki A., Bjornsson L., Blackall L. L. (2007). Hydrolysis and microbial community analyses in two-stage anaerobic digestion of energy crops, J. Appl. Microbiol. 2007, p. 516.

74. Gallert C., Winter, J. (2005) Bacterial Metabolism in Wastewater Treatment Systems, in: Environmental Biotechnology. Concepts and Applications, Eds: H.-J. Jordening and J. Winter, WILEY-CHV, Weinheim.

75. Krause L., Diaz N.N., Edwards R.A., Gartemann K.H., Kromeke H., Neuweger H., Puhler A., Runte K.J., Schluter A., Stoye J., Szczepanowski R., Tauch A., Goesmann A. (2008). Taxonomic composition and gene content of a methane-producing microbial community isolated from a biogas reactor. *J. Biotechnol.* 136(1-2), 91-101.

76. Lebuhn M., Bauer C., Gronauer A. (2008). Probleme der Biogasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen im Langzeitbetrieb und molekularbiologische Analyse. In: VDLUFA- Schriftenreihe 64, 118-125, ISBN 978-3-941273-05-4.

77. Lebuhn M., Liu J., Heuwinkel H. and Gronauer A. (2008). Biogas production from mono-digestion of maize silage - long-term process stability and requirements. *Water Sci. Tech.* 58(8), 1645-1651.

78. Lebuhn M., Bauer C., Munk B. and Gronauer A. (2009). Population dynamics of methanogens during acidification of biogas fermenters fed with maize silage - a causal analysis. Proceedings of the 1st International Congress Biogas Science 2009, 2.12. - 4.12.2009, Erding, LfL-Schriftenreihe 16/2, ISSN 1611-4159, 319-332.

79. Liebetau J. (2008) Regelungsverfahren für die anaerobe Behandlung von organischen Abfällen, Manuskriptenreihe zur Abfallwirtschaft, Band 9, Hrsg.: W. Bidlingmaier, M. Kranert, Rhombos Verlag, Berlin.

80. Mata-Alvarez, J. (Ed.) (2003). Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste, IWA Publishing, 1st edition, London.

81. O'Sullivan C. A., Burrell P. C., Clarke W. P., Blackall L. L. (2005). Structure of a cellulose degrading bacterial community during aerobic digestion, *Biotechnology and Bioengineering* 92(1), 2005, pp. 87-97.

82. Rutzmoser K. und Spann B. (2002) Zinlwert-Futteroptimierung, Bayer. Landesanstalt für Tierernähr. Grub.

83. Rohlfing et al., 2008 Biogasproduktion in Bayern 2001, topagrar Nr. 10/2008, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökonomie, München.

84. (http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/32565/linkurl_0_2.pdf).

85. Schink B. (2006). Syntrophic associations in methanogenic degradation. In: Molecular Basis of Symbiosis, Jorg Overmann (ed.). Springer, Berlin, pp. 1-19.

86. Schwarz H. (2003). Das Cellulosom - Eine Nanomaschine zum Abbau von Cellulose, Naturwissenschaftliche Rundschau, 56/3, 121.

87. Schneider R. (2007). Biologische Entschwefelung von Biogas, Dissertation an der Technischen Universität München.

88. Stijssel E. (2010) persönliche Mitteilung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 8, 85354 Freising - Tel. 08161/71-3637.