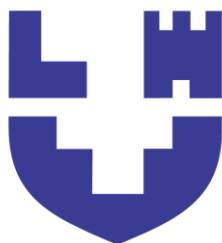


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



БІОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

**Опорний конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Агрономія»
галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство»
за спеціальністю 201 Агрономія
денної та заочної форм навчання**

Луцьк 2021

УДК 631.147 (07)
Б 63

До друку:

Голова навчально-методичної ради факультету ФАТЕ _____ Кірчук Р. В.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
Луцького НТУ
Директор бібліотеки _____ С.С. Бакуменко

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою факультету аграрних технологій та екології Луцького НТУ, протокол № _____ від « » _____ 2021 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри екології та агрономії Луцького НТУ,
протокол № _____ від « » _____ 2021 року.

Завідувач кафедри екології та агрономії _____ доцент Іванців В.В.

Укладач: _____ М. Б. Августинович, к. с/г. н., старший викладач кафедри екології та агрономії Луцького НТУ

Рецензент: _____ В. В. Федонюк, кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та агрономії Луцького НТУ

Відповідальний за випуск: _____ В.В. Іванців, кандидат історичних наук, доцент, завідувач кафедри екології та агрономії Луцького НТУ

Біологічне землеробство: опорний конспект лекцій з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми

Б 63 «Агрономія» галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 201 Агрономія денної та заочної форм навчання / уклад., М. Б. Августинович. – Луцьк, Луцький НТУ, 2021,- 38 с.

У методичних вказівках представлені базові теми для вивчення курсу здобувачами денної та заочної форм навчання Призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Агрономія» галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 201 Агрономія

В методичних вказівках використано матеріали Тодорової Л.В., Дудар І.Ф., Литвин О.Ф., Лихочвора В.В. та ін., а також власні напрацювання

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Тема 1. ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ БІОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	5
Тема 2. ЦІЛІ, ЗАВДАННЯ ТА ЗАКОНИ БІОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	10
Тема 3. БІОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В УКРАЇНІ.....	14
Тема 4. БІОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО І ПРОБЛЕМА ВІДТВОРЕННЯ ПРИРОДНОЇ РОДЮЧОСТІ (біотехнології в агроекології).....	26
Тема 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА (утилізація відходів рослинництва за допомогою методів біотехнології).....	32
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	36

ВСТУП

Стрімкий розвиток науково-технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва призводить до появи нових напрямів, засобів та технологій, що в свою чергу є підставою розглядати можливість формування нових і переоцінювання існуючих систем землеробства. Однак серед сучасних версій та спроб відокремити певний напрям в землеробстві фактично не існує цілісного комплексу заходів, що забезпечує достатню оригінальність та відмінність від наявних типів системи.

Водночас, встановлені раніше деякі форми виробництва, на сучасному етапі розглядаються як некоректні, неконкретні або дублюючі інші типи. У зв'язку з цим існує нагальна потреба завдяки навчальному процесу надати чітку ознаку та зміст сучасним напрямам та технологіям, що є підставою розглядати зміни існуючої класифікації систем землеробства. Поглибленням для вказаної проблеми слід вважати комплексні зміни еколого-економічного характеру сучасного виробництва. Тенденції кліматичних коливань, нестабільності економічного стану, істотно стимулюють до активного пошуку заходів для адаптації сучасних технологій і забезпечення поступового зростання виробництва. Однак без відповідного наукового оцінювання таких заходів, розвиток нових форм та комплексів практично неможливий.

Тому, для формування повноцінного розуміння сучасних проблем, молодим науковцям потребується освоєння класичного та перспективного комплексу заходів у землеробстві, що забезпечується вивченням дисципліни «Біологічне землеробство». Представлені методичні вказівки підготовлено для здобувачів першого бакалаврського рівня підготовки з метою ознайомлення з основною тематикою курсу.

Тема 1. ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ БІОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Основні напрямки альтернативного землеробства у світі Негативні наслідки інтенсифікації землеробства сприяли розвитку за кордоном на початку 60-х років так званого альтернативного землеробства, яке називають також біологічним, біодинамічним або органічним. На думку зарубіжних вчених, альтернативне землеробство — це не система, а концепція, новий підхід до землеробства, група методів, етика ставлення до землі, його суть полягає у повному або частковому відмовленні від синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту і кормових добавок.

Комплекс агротехнічних заходів ґрунтується на суворому дотриманні сівозмін, введенні до їх складу бобових культур, збереженні рослинних решток, застосуванні гною, компостів і сидератів, проведенні механічних культивацій, захисту рослин біологічними методами. Метою альтернативного землеробства є одержання продукції, що не містить залишків хімікатів, збереження ґрунтової родючості і, в кінцевому рахунку, охорона навколишнього середовища. Рух за альтернативне землеробство розвивається в промислово розвинених країнах, де з найбільшою силою проявилися негативні наслідки інтенсифікації землеробства.

Альтернативне землеробство закордонні спеціалісти не вважають кроком назад у розвитку землеробства, бо фермери, що дотримуються цих методів, використовують високоякісне насіння найкращих сортів і сучасні машини та обладнання, знаряддя, проводять ґрунтоохоронні заходи. Переробка органічних відходів здійснюється сучасними методами. Знання життєвих циклів бур'янів, збудників хвороб і шкідників дає можливість розробляти оптимальні сівозміни. Прихильники альтернативного землеробства визнають, що традиційне землеробство характеризується більш високими показниками, але, по-перше, вони досягаються зниженням родючості ґрунту і забрудненням навколишнього

середовища залишками добрив і пестицидів і, по-друге, в традиційному землеробстві, на їх думку, не надається достатнього значення такому важливому показнику, як біологічна якість продукції, яку треба оцінювати не тільки за привабливим зовнішнім виглядом, смаком і розміром, а й за здатністю підтримувати здоров'я людини.

В альтернативному землеробстві велику увагу приділяють боротьбі з ущільненням ґрунту. Для цього застосовують тільки легку сільськогосподарську техніку. Не допускається застосування хімічних засобів захисту рослин. Для боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками використовують тільки агротехнічні та біологічні методи. Для альтернативних господарств, в яких утримуються тварини, замість застосування складних кормових сумішей що містять багаточисельні синтетичні кормові добавки, характерне повернення до натуральних кормів. Нині існує декілька систем альтернативного землеробства. Найбільш старою з них вважають біодинамічну. В 30-і роки її вже застосовували окремі фермери в Австрії та в інших країнах Західної Європи.

Виникнення решти систем, як і розвиток біодинамічної, належать до початку шестидесятих років, тобто до періоду, коли почали проводити широкомасштабну хімізацію сільського господарства. Таким чином, досвід альтернативного землеробства не налічує ще й 30 років, тому рано давати оцінку результатам функціонування таких систем. Різниця між наявними системами не завжди має чітку межу, вони часто мають термінологічний характер. Органічна система. Нині її широко застосовують у США. Найбільш характерні властивості органічного землеробства в тому, що продукти харчування необхідно вирощувати, зберігати і переробляти без застосування синтетичних добрив, пестицидів або регуляторів росту. Якщо на полі вирощують, багаторічні культури, то хімічні засоби не слід застосовувати протягом 12 місяців до появи бутонів, а при одно- і дворічних культурах — протягом 12 місяців до їх сівби (садіння). Дозволяється застосування мікроорганізмів, мікробіологічних

продуктів і матеріалів, що складаються з речовин рослинного, тваринного або мінерального походження.

До збирання врожаю можна застосувати бордоську рідину, мікроелементи, попіл, вапняк, гіпс, рибну емульсію, мило. Європейське і американське біологічне землеробство дає можливість також застосовувати гній, компости, кісткове борошно, «сирі» породи: доломіт, глауконітовий пісок, польовий шпат, базальтовий пил, крейду, вапно. Для боротьби із шкідниками використовують піретрум, часник, тютюновий пил. Біологічну систему землеробства застосовують в основному у Франції. Основним добривом є органічне як «специфічне» джерело живлення рослин. До загортання у ґрунт органічні добрива компостують, щоб при цьому вони проходили фазу аеробної ферментації. Важлива опора біологічного землеробства — сівоzmіна з ощадливим режимом насичення одними культурами і застосування сидератів. Для боротьби із шкідниками і хворобами рекомендуються запобіжні заходи, а проти бур'янів — механічні й вогневі. Дозволено застосування «нетоксичних» препаратів— ефірних рослин, порошоків з водоростей і скальних порід, ряду біодинамічних препаратів (настій із кропиви, відвар хвощу або полину гіркого). Дозволяється використання сірчанних і мідних препаратів у плодівництві й виноградарстві, а також деяких органічних синтетичних препаратів (манеб), оскільки вони слаботоксичні. Рекомендовані рослинні інсектициди (піретрум, ротенон, нікотин). Органо-біологічна система. Це найбільш молодий напрям альтернативного землеробства, поширеного головним чином у Швеції і Швейцарії. В основі системи — прагнення до створення «живого і здорового ґрунту» за рахунок підтримки й активізації її мікрофлори. Господарство розглядають як єдиний організм, в якому чітко відрегульований кругообіг і циклічність поживних речовин. Таким чином, господарство повинно ґрунтуватися на принципах балансу поживних речовин, наслідуючи природну екосистему. Поля довгий час мають бути зайняті рослинністю, післяжнивні

рештки слід загортати в поверхневий шар ґрунту, в сівозміні — вирощувати бобово-злакові травосумішки.

Дозволено застосовувати тільки органічні (гній, сидерати) та деякі мінеральні повільнодіючі добрива (томасшлак, калімагнезію, базальтовий пил). Таким чином, удобрюють не рослину, а ґрунт, який «родить здорові рослини». Вказані методи в поєднанні з поверхневим обробітком ґрунту створюють, за думкою прихильників системи, сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, які забезпечують живлення рослин. Розроблений навіть спеціальний тест на «свіжість» ґрунту (за складом мікрофлори). Заходи боротьби із шкідниками, хворобами та бур'янами аналогічні тим, що застосовуються при біологічній системі. Біодинамічна система. Це один з найбільш розвинутих у Європі (Німеччина, Швеція, Данія) напрямів альтернативного землеробства. Теоретичні основи цієї системи оригінальні, поряд з принципами, загальними і для інших систем, вони містять ряд відмінних положень: землеробство слід будувати з урахуванням не тільки природних (тобто земних), але й космічних факторів, оскільки все живе — це добре збалансоване ціле і знаходиться у взаємозв'язку також із космічним; використання впливу космічних та інших факторів на сільськогосподарське виробництво шляхом застосування спеціальних біодинамічних препаратів.

Теоретичні основи біодинамічної системи зводяться до такого:

1. За допомогою біодинамічних методів необхідно з'єднати землеробство з цілісним ритмом Землі. Обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами слід здійснювати в сприятливі періоди, настання яких зумовлено розміщенням Місяця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї. Наприклад, коли Місяць знаходиться в сузір'ї Риб, то цей строк сприятливий для сівби і садіння розсади овочів, а якщо в сузір'ї Бика,— то це. кращий час для сівби коренеплодів тощо. Розміщення

небесних тіл рекомендують враховувати при приготуванні компостів і організації боротьби з бур'янами. Космічні впливи на рослини виявляють й інші планети.

2. Спеціальні біодинамічні препарати повинні додати рослинам необхідної сили і активізувати певні процеси у ґрунті. «Гумусні» препарати готують з рогів тварин і гною, «кремнієві» — з рогів і розмеленого кварцу. Цим препаратам, які застосовують у дуже розведеному вигляді, приписують особливі можливості. Крім того, є так звані «компостні» препарати, що регулюють живлення і розвиток рослин. Їх готують з різних рослин — деревію, кропиви, ромашки лікарської, дубової кори, валеріани тощо, а потім змішують з гноєм. Витяжки, відвари і продукти бродіння з рослин використовують як добрива (для позакореневого підживлення і внесення в ґрунт), стимулятори росту і для захисних цілей. Екологічна система. В деяких країнах налічується не багаточисельна група послідовників цієї системи. Чітке уявлення характерних її властивостей скласти важко. Ос новою її є суворе обмеження застосування пестицидів гнучке відношення до питання про мінеральні добрива. Дозволяється використовувати навіть їх водорозчинні форми, але з врахуванням механічного складу ґрунту та інших умов.

Навіть коротке ознайомлення із змістом альтернативних систем свідчить про умовність і відносність їх назв. Наприклад, викликає сумнів «біологічна» система, оскільки в усіх випадках об'єктом землеробства є живий організм рослина, і будь-яка система є біологічною. У найбільших масштабах альтернативне землеробство розвинуто в США. За опублікованими в 1985 р. даними, в цій країні його застосовували на 20 - 30 тисячах ферм (1,3 % всіх ферм США). Велика питома вага альтернативного землеробства в Швейцарії. За останні 10-15 років територія ферм, що застосовують ці методи, збільшилася в 6 разів і до 1981, р. становила 11,8 тис. га (близько 1 % корисної сільськогосподарської площі країни). У Данії продукція альтернативних господарств в 1987 р. досягала 1-2 % загального виробництва

сільськогосподарських продуктів у країні. Альтернативне землеробство в Західній Європі і США одержало офіційне визнання й існує на законних засадах. Землероби, що його застосовують, об'єднуються в союзи, спілки, товариства. Ці об'єднання мають часто свої видання. Державні органи здійснюють офіційний контроль за дотриманням фермерами вимог по вирощуванню сільськогосподарської продукції без застосування засобів хімізації.

Тема 2. ЦІЛІ, ЗАВДАННЯ ТА ЗАКОНИ БІОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Сучасна екологічна обстановка в ряді країн почала викликати тривогу, що призвело до виникнення руху за альтернативне землеробство. Не дивно, що воно зародилося саме в промислово розвинених капіталістичних країнах, де особливо проявилися наслідки надмірної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Альтернативне землеробство користується зростаючою популярністю у населення цих країн. Збільшується кількість ферм, у практику ведення господарства яких міцно увійшли альтернативні методи. Налагоджена чітко діюча система атестації і збуту продукції альтернативного землеробства. Прихильники альтернативного землеробства об'єднуються в різні національні й міжнародні організації для пропаганди і обміну досвідом по альтернативному землеробству, збуванню його продукції.

Активізувалися наукові дослідження в цій області, зосереджені в основному на пошуках шляхів створення бездефіцитного балансу поживних речовин (особливо азоту) в землеробстві, проведенні порівняльного аналізу економічних і енергетичних аспектів альтернативних і традиційних систем. Вивчаються можливі шляхи боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур, а також впливу, методів вирощування на врожайність і якість сільськогосподарської продукції на навколишнє

середовище. Дослідження фінансуються як приватними особами, так і з державного бюджету.

В чому ж причина зростаючої популярності альтернативного землеробства? Більшість методів його добре відомі землеробам і перевірені багатовіковою практикою ведення сільського господарства. Відмова від мінеральних добрив і пестицидів дає можливість одержувати продукцію, що не містить їх залишків і має більш високу біологічну цінність. Вона користується великим попитом у населення, незважаючи на підвищені ціни. Заміна синтетичних мінеральних добрив гноєм і компостами збагачує ґрунт органічними речовинами і сприяє росту чисельності організмів, що населяють ґрунт, і які відіграють вирішальне значення в підвищенні його родючості. Ґрунтозахисний обробіток і суворе дотримання сівозмін запобігає розвитку ерозії і сприяє зменшенню втрат поживних елементів з ґрунту. Не потребує доказів величезна роль в оздоровленні ґрунту і сільськогосподарських рослин. Відмова від мінеральних добрив і пестицидів, вартість яких безперервно зростає, дає значну економію грошових коштів і енергії. Як результат застосування альтернативних методів позитивно впливає на стан навколишнього середовища і здоров'я людини.

Спеціалісти університетів штатів Айова і Каліфорнія провели порівняльну оцінку можливих змін у врожайності сільськогосподарських культур у США на випадок переходу від традиційних методів. Аналіз показав, що в разі масового переходу до органічних методів землеробства врожайність основних зернових культур знизиться майже в два рази. Втрати доходів від зниження врожайності вже зараз намагаються компенсувати підвищенням закупівельних цін на продукцію альтернативного землеробства. Прихильники цього напряму стверджують, що систематичне застосування альтернативних методів дасть можливість за рахунок підвищення родючості ґрунтів у майбутньому підвищити врожайність сільськогосподарських культур до її рівня в традиційному

землеробстві. Проблему збільшення затрат праці за рахунок приготування і внесення компостів передбачається вирішити шляхом механізації процесів. Очевидно через ці недоліки багато хто із землеробів досить обережно ставиться до альтернативного землеробства, чим і пояснюється той факт, що питома вага альтернативних ферм в окремих країнах все ще невелика.

Нині ніхто із закордонних дослідників не заперечує можливості поєднання альтернативного землеробства з традиційним. Однак з питання перспектив його розвитку, насамперед повного переходу на альтернативне землеробство, нами не визначено єдиної думки. Багато хто вважає за необхідне проведення додаткових більш глибоких досліджень. Крім того, деякі вчені вже зараз називають альтернативне землеробство «дорогою майбутнього». Виявлені механізми, за допомогою яких через декілька десятиліть альтернативне землеробство має посісти положення традиційного. Американські вчені виявили такі можливі механізми, за рахунок дії яких у майбутньому (приблизно через 50 років) альтернативне землеробство буде в тих та інших країнах світу переважаючою системою землеробства.

1. Економічний тиск на фермерів і покупців їх продукції буде підштовхувати сільське господарство на пошук більш дешевих альтернатив. Зростання цін на пестициди і добрива змусить фермерів відмовитися від їх застосування.

2. Вплив досягнень біотехнології і генної інженерії на сільське господарство позначиться не раніше, як через 10 років; біологічна структура сільського господарства буде піддана в значній мірі впливу альтернативних методів, більшість з яких відомі протягом віків і випробувані на практиці.

3. Забруднення навколишнього середовища пестицидами і добривами досягне такого рівня, що створиться необхідність у введенні повсюдних обмежень на застосування цих хімікатів.

4. Розвиток засобів масової інформації сприятиме поширенню методів альтернативного землеробства.

5. Сільське господарство буде видозмінюватися під впливом нестатків інших секторів суспільного життя, особливо медицини і охорони здоров'я. Основною метою сільського господарства буде виробництво високоякісних продуктів харчування.

На думку вчених, широкомасштабне застосування альтернативного землеробства у чистому вигляді в нашій країні з метою вирішення екологічних проблем навряд чи можливе. Вони висловлюють незгоду з деякими складовими концепції альтернативного землеробства, зокрема це стосується повної відмови від мінеральних добрив, які, як вони вважають, не забезпечують повного повернення відчужуваних з урожаєм поживних речовин, особливо фосфору. Біологічні засоби підвищення ґрунтової родючості не рекомендують протиставляти мінеральним добривам, пестицидам та іншим засобам хімізації, бо при правильному використанні хімікатів дія біологічних факторів посилюється.

Високу оцінку наших вчених одержали такі складові альтернативного землеробства, які є одночасно і елементами інтенсивних технологій багатьох культур. Серед них: необхідність освоєння і суворого дотримання сівозмін, включення в них бобових культур, широке застосування органічних добрив, включаючи і сидерати, біологічних методів захисту рослин. Безперечною перевагою альтернативного землеробства є його ґрунтозахисний напрям. Необхідно добиватися суворого дотримання і застосування на практиці сільськогосподарського виробництва цих важливих елементів. З цієї точки зору увагу сучасних вчених повинно привабити альтернативне землеробство, можливості застосування якого в країні необхідно ретельно вивчити.

Можна припустити, що переведення окремих господарств на виробництво рослинницької продукції, наприклад, овочів і картоплі без застосування пестицидів і мінеральних добрив з одночасним вирішенням проблеми збуту цієї

продукції на віть за підвищеними цінами, було б добре зустрінуте населенням. Діяльність цих господарств, що. мають незначну питому вагу в сільському господарстві країни, змогла б внести значний вклад у поліпшення екологічної обстановки. Одночасно з їх створенням необхідно буде продовжувати вивчення альтернативного землеробства в різних ґрунтово-кліматичних зонах з метою вивчення перспектив його розвитку. Реальним є обміркування можливості розробки інтегрованого землеробства, яке включало б усі кращі властивості альтернативних систем і в той же час допускало б у розумних межах застосування мінеральних добрив і пестицидів. Таке землеробство відповідало б, з одного боку, вимогам інтенсивного ведення рослинництва з використанням сучасних досягнень науки і техніки, з другого — завданням охорони навколишнього середовища і максимальній реутилізації усіх відходів сільськогосподарського виробництва.

Тема 3. БІОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В УКРАЇНІ

Альтернативне, або біологічне, землеробство — це система методів, в якій приділяють більше уваги екологічним закономірностям при організації виробництва сільськогосподарської продукції, ніж того потребують традиційні форми господарювання. Основними ознаками альтернативного землеробства і в розумінні українських учених є відмова від застосування легкорозчинних мінеральних добрив, і в першу чергу азотних, а також синтетичних засобів захисту рослин; стимулювання біологічної активності ґрунту, включаючи широке використання органічних відходів рослинництва і тваринництва, компостів, зелених добрив і фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями. Кінцева мета альтернативного землеробства — одержання екологічно чистої продукції рослинництва і тваринництва.

Альтернативне землеробство не означає повернення до старої екстенсивної технології, хоч і не виключає використання окремих її елементів. Останнім часом вчені України роблять спробу обґрунтувати концепцію біологічного землеробства щодо умов нашої держави. Зокрема інститути Української академії аграрних наук розробили науково обґрунтовані методи ведення землеробства на біолого-екологічних принципах, які передбачають, що науково обґрунтоване вирішення цього питання спирається на закон незамінності та рівнозначності факторів продуктивності рослин, взаємодію цих факторів від простої до складно сумарної.

Так, через вдосконалення структури посівів зернових культур у зонально регіональних межах можна створити, а потім і реалізувати найвищий біологічний потенціал господарства у кожній зоні чи регіоні. Важливою є крупномасштабна оптимізація загального агрокліматичного й ґрунтового потенціалів інтенсифікації землеробства. Це стосується регулювання водного балансу території (зрошення, осушення, залісення), меліоративного поліпшення кислих і засолених ґрунтів. На сучасному рівні є і здійснення підходу до оптимізації умов формування інтенсивних посівів за допомогою концепції ідеального типу рослин та посівів.

Важливою є оптимізація використання біологічного потенціалу продуктивності нових сортів та гібридів. Передбачається впровадження сівозмін з обов'язковим включенням бобових трав і сидератів; обмеження застосування мінеральних добрив, насамперед азотних, з переходом на локальний спосіб внесення туків, який дає змогу зменшити їх норми на 30 - 50 % порівняно з тими, що рекомендуються для інтенсивних технологій, підвищення норм-внесення гною, які забезпечують бездефіцитний баланс гумусу; використання комбінованої системи обробітку ґрунту; перехід на біологічні методи захисту рослин.

Слід відзначити, що чимало з поставлених питань вже частково вирішені і з метою конкретизації цих напрямів розглянемо їх детальніше. Так, велика роль у здійсненні загальних принципів біологізації та екологізації рослинництва належить сівозмінам. Науково обґрунтоване чергування культур, у сівозмінах є головним у забезпеченні й підтриманні фітосанітарного благополуччя полів та посівів, екологічно найчистішим заходом проти поширення бур'янів, шкідників і хвороб, джерелом збагачення корисної ґрунтової мікрофлори, органічних речовин ґрунту, збагачення його на азот, підтримання на оптимальному рівні загального балансу вологи в межах не тільки сівозміни, а й всього агроландшафту чи навіть агроєкосистеми.

У біологічному землеробстві рекомендується використовувати класичний принцип побудови сівозмін на основі правильної організації території та оптимальної структури площ для конкретних ґрунтово-кліматичних умов кожного господарства. До сівозміни вводять культури з чергуванням за типом правильної плодозміни. Для умов недостатньої зволоженості планується 10 - 15% чистих парів з метою гарантування сталих урожаїв озимої пшениці. Азот до біологічного циклу включають шляхом використання в основних посівах сівозмін багаторічних бобових трав люцерни і конюшини, які нагромаджують у біомасі до 200-300 кг/га біологічного азоту, тоді як однорічні бобові культури здатні нагромаджувати його 60-100 кг/га. Насичення сівозміни культурами — азотфіксаторами до 20-30 % дає змогу на 25-30% зменшити внесення мінеральних азотних добрив.

Великого значення надають включенню до сівозміни посівів післяукісних і післяжнивних культур. Збагачуючи ґрунт на органічну речовину, поліпшуючи його азотний режим і фітосанітарний стан, вони надійно захищають ґрунт від ерозії і сприяють більш ефективному використанню біологічного потенціалу природних ресурсів. Проміжні культури, посіви яких повинні займати не менше як 15-20 %, необхідно вирощувати в районах достатнього зволоження та при

зрошенні. На легких ґрунтах Полісся рекомендуються бобові сидерати — люпин, серадела, буркун. Такий ґрунтово-екологічний підхід до організації сівозмін спрямований на забезпечення раціонального використання земельних ресурсів, охорони ґрунтів і навколишнього середовища. Внесення органічних добрив у біологічному землеробстві повинне забезпечити позитивний баланс гумусу при таких нормах гною: у Степу - 8-10 т/га, Лісостепу - 10-19, на супіщаних і суглинкових ґрунтах Полісся – 12 - 18 т/га. У межах кожного інтервалу норма органічних добрив змінюється з врахуванням насиченості сівозміни багаторічними травами і просапними культурами.

Крім підстилкового гною, біологічне землеробство передбачає широке застосування інших видів органічних добрив - рідкого гною, зеленого добрива, соломи, торфу, сапропелю, пташиного посліду тощо. Зелене добриво одержують при заорюванні в ґрунт рослинної маси спеціально висіяних для цього рослин-сидератів. Воно сприяє підтриманню бездефіцитного балансу гумусу. Ефект від заорювання в ґрунт 150-200 ц/га зеленої маси післяжнивної бобової культури рівнозначний внесенню 20 т гною на 1 га ріллі. Застосування сидератів у проміжних посівах потребує незначних трудових витрат. На зелене добриво вирощують переважно бобові культури, здатні зв'язувати азот повітря і збагачувати ним ґрунт.

Крім того, багато які бобові рослини, що мають сильну кореневу систему, добре розпушують ґрунт і переносять в орний шар поживні речовини з більш глибоких шарів. На Поліссі як сидеральні добрива використовують люпин багаторічний, люпин кормовий, гречку, горохо-вівсяну сумішку, вико-вівсяну сумішку, гірчицю, редьку олійну, буркун білий та інші культури. Сидеральні культури загортають у ґрунт пізно восени або навесні переважно з фосфорно-калійними добривами поєднанні з подрібненою соломною та іншими відходами рослинництва. Ефективне й екологічно виправдане перенесення частини азотних добрив з основного під сидеральну культуру. Сидерати підвищують доступність

для рослин ґрунтових фосфатів, знижують газоподібні втрати азоту, вимивання нітратів, запобігають їх нагромадженню в рослинницькій продукції.

Важливим джерелом органічної речовини для поліпшення балансу гумусу є солома та інша побічна рослинницька продукція. Її застосовують для підстилки, компостування з гноєм, пташиним послідом тощо, а також загортають у ґрунт у подрібненому вигляді. Для прискорення розпаду на 1 т соломи та інших відходів рослинництва, залишених на поверхні ґрунту поля, додають 7-10 кг/га азотних добрив або 6-8 т/га рідкого гною. Торф використовують як підстилковий матеріал, для приготування торфогнойових і торфопослідних компостів, у теплично-парниковому господарстві, у виробництві торфомінеральних добрив. Торф, що є цінним азотним добривом, містить від 1 до 4 % азоту. Вміст фосфору в торфах середньої зольності не перевищує 0,5 %. Всі торфи бідні на калій. При агрохімічному аналізі торфу велике значення має вміст у ньому кальцію. При виготовленні торфогнойових компостів компоненти змішують у співвідношенні 1:1.

Сапропель характеризується високим вмістом органічної речовини, азоту, зольних елементів, а також містить мікроелементи. Все це робить сапропель цінним органічним добривом, дешевим і доступним для господарств, які розміщені поблизу від місць його залягання. Застосування сапропелю рентабельне при вивезенні на відстань не більше 20 км від місця його видобування. Сапропель використовують як у чистому вигляді, так і у вигляді різних компостів після його проморожування і провітрювання в буртах не менше одного року. Водночас із посиленням ролі органічних добрив при переході на методи біологічного землеробства не передбачається повної відмови від застосування мінеральних добрив, вапна, гіпсу та мікроелементів.

Стосовно до біологічного землеробства кількість внесених мінеральних добрив повинна компенсувати винос поживних речовин урожаєм. Норми внесення їх мусять бути оптимально-мінімальними і відповідати принципів

«розумної достатності», який забезпечує сталу продуктивність рослинництва, екологічно чистий стан навколишнього середовища, продуктів харчування і кормів. Цього досягають шляхом зменшення норм мінеральних туків, рекомендованих для інтенсивного землеробства, на 30-40 %. Екологічна чистота продукції, зокрема при використанні мінеральних добрив, нині здійснюється на основі роздрібненого внесення азотних добрив.

Вона обов'язково включає чіткі розрахунки загальної потреби азоту на прогнаний урожай з урахуванням на основі конкретних агрохімічних визначень надходження азоту з ґрунту внесення ж його з мінеральними добривами чітко дозується залежно від вивчених потреб у кожний окремий період росту й розвитку рослин, від фактичного стану посівів та ходу продукційних процесів у конкретних і передбачуваних погодних умовах. Норми внесення щоразу уточнюються за результатами оперативно проведених ґрунтової та листкової діагностики. Роздрібнене внесення азотних добрив повністю виключає їх негативний екологотоксикологічний ефект, а локальний спосіб внесення дає змогу зменшувати норму мінеральних добрив на 25-35 %.

Оптимізації азотного живлення можна також досягти за рахунок ширшого впровадження біологічних способів його регулювання, які забезпечують максимальне нагромадження атмосферного азоту в ґрунті, враховуючи при визначенні норм азотних добрив унікальну здатність багаторічних трав і однорічних бобових культур до азотфіксації, а також нормативні показники надходження азоту з атмосферними опадами, втрати його, при денітрифікації, вимиванні та внаслідок ерозії. Азотний режим можна регулювати шляхом нітрогенізації насіння ризоторфіном. Застосування його під горох підвищує врожайність і білковість зерна відповідно на 2- 4 ц/га і 2-4%.

Основною вимогою до обробітку ґрунту при біологічному землеробстві є забезпечення природоохоронного характеру землекористування, послаблення ерозійного руйнування та переущільнення ґрунту, боротьби з бур'янами без

застосування або при мінімальному використанні гербіцидів. Грунтозахисні способи обробітку ґрунту ми розглянули раніше. Пригнічення всіх біотипів бур'янів може забезпечити науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні. Наприклад, у Степу і Лісостепу України у добре розвинені посівах озимої пшениці завжди пригнічуються пізні бур'яни (мишій сизий і зелений, плоскуха звичайна, щиріці). З іншого боку, для великої групи зимуючих бур'янів (дескурайнія Софії, сухоребрик високий, талабан польовий тощо) створюються несприятливі екологічні умови в посівах кукурудзи, соняшника та інших просапних культур. Саме тому при дотриманні відповідного чергування цих культур у сівозміні можна планомірно, з найменшими витратами коштів і матеріальних ресурсів створити несприятливі умови для відтворення високої шкідливості різних біотипів бур'янів.

У багаторічних дослідках Інституту кукурудзи УААН, у ланках сівозмін: озима пшениця - озима пшениця або кукурудза - кукурудзи завжди було більше на 12-25 % зимуючих та пізніх ярих бур'янів. Внаслідок цього зернова продуктивність цих ланок зменшувалася на 5-7 % порівняно з таким чергуванням культур: озима пшениця - кукурудза на зерно або кукурудза на силос - озима пшениця. Дуже важливо забезпечити правильне зберігання підстилкового гною щільним «гарячим» способом у спеціально обладнаних гноєсховищах або вкритих землею, торфом чи соломною в польових буртах. Обробка рідкого і напіврідкого гною аміачною водою з розрахунку 10 л на 1 т. За даними масових аналізів, у кожній тонні обстеженого гною виявлялося від 0,25 до 200 млн шт. насіння бур'янів. При використанні такої органіки на кожен гектар оранки вноситься від 2,5 до 5 млн насіння бур'янів, або 250-500 шт. на 1 м². Задовільним за чистотою вважається гній, в 1 т якого міститься менше як 100 тис. насіння бур'янів. До такого стану він може бути доведений при зберіганні щільним способом протягом 3-4 місяців у весняно-літній або 5-6 місяців - в осінньо-

зимовий період. Проти бур'янів використовують також механічні та біологічні заходи.

Так, ефективним є комплекс заходів боротьби з бур'янами шляхом дво-, триразового лущення стерні, та диференційованого проведення основного обробітку ґрунту. Наприклад, в умовах достатнього зволоження ґрунту проведення дво-, триразового лущення стерні у поєднанні із зяблевою оранкою зменшує засміченість посівного шару ґрунту на 40-60%. В овочевих сівозмінах першорядне значення в боротьбі з бур'янами має впровадження напівпарового обробітку ґрунту, який поєднує післязбиральне лущення стерні, зяблеву оранку, та поверхневий обробіток ґрунту шляхом культивації, боронування або дискування. При значній забур'яненості полів в усіх зонах України може бути ефективним перенесення строків сівби таких культур, як соняшник, кукурудза, просо, гречка, на більш пізні для знищення сходів бур'янів боронуванням та культивацією.

У Лісостепу основний спосіб боротьби з бур'янами - система зяблевого та напівпарового обробітку ґрунту. У західних районах цієї зони застосовують посіви проміжних культур. У Степу перевагу надають полицевому обробітку в поєднанні з чизельним розпушуванням. При підвищеній забур'яненості не виключається й проведення напівпарового обробітку. Під час догляду за посівами доцільне коткування. Слід відзначити, що одним з головних чинників вирощування кукурудзи без використання гербіцидів у ряді країн Західної Європи є також використання проміжних культур, які висівають не пізніше середини серпня. Серед них гірчиця, редька олійна, злакові та бобові трави. За зиму їх надземна маса відмирає і весною її заробляють у верхній шар ґрунту фрезою. Цей мульчуючий шар забезпечує швидке прогрівання орного шару ґрунту, що сприяє дружному проростанню насіння бур'янів, які знищуються передпосівним обробітком ґрунту, а також проведенню агротехнічних заходів після сівби. Забур'яненість посівів при цьому зменшується на 38-63 %.

Одним із засобів біологізації інтенсивних технологій є ефект агрофітоценології. Якими б не були значними можливості оптимізації структури посівів і сортів, сам потенціал їх продуктивності, особливо рівень його реалізації, в значній мірі обмежується однобічністю фізіолого-біохімічних складових цього потенціалу, а також, що дуже важливо, неповнотою використання природних і агротехнічних факторів продуктивності. В цілому все це призводить до меншої адаптації окремо взятої культури чи сорту, різкого зниження їх продуктивності при погіршених погодних умовах, виникненні інших біотичних та абіотичних стресових ситуацій. У результаті посіви окремих культур чи сортів нездатні повністю використовувати можливості кожного окремого поля, їх продуктивність недостатньо стійка за роками вирощування. У зв'язку з цим в одновидових чи односортових посівах можуть швидко поширюватися хвороби аж до різня епіфітотії.

Однотипність структури їх посівів, однобоке наповнення просторових об'ємів фітометричними елементами структури зменшують безпосередність контакту з джерелами живлення, нездатні до достатньо активного формування і використання елементів фітоклімату. Зіставлення цих недоліків, зведених до окремої культури чи сорту агроєкосистеми, з життям і реакціями природних фітоєкосистем свого, часу створило ідею штучного створення спочатку багатовидових, а потім і багатосортових посівів сільськогосподарських культур, тобто ідею агрофітоценології. Забігаючи наперед, підкреслимо, що тепер набула визнання і поширення не тільки ця ідея, але і її практичне застосування. В основу цієї ідеї й практики агрофітоценології покладено бажання й можливість створення таких культурних посівів із різних видів культур чи сортів, які мають свої особливості продукційного процесу та використання умов продуктивності, є більш урожайними, але ні біологічно, ні агротехнічно не викликають значних ускладнень щодо технології вирощування, а іноді й використання їх продукції.

Ефект їх застосування, як тепер безперечно доведено в світовому рослинництві, є у чистому вигляді біологічним, тобто тут створюється і реалізується один з найбільш екологічно чистих напрямів інтенсифікації рослинництва. Тепер теорія й практика формування ефективних агрофітоценозів вченими Інституту землеробства УААН (Дегодюк Е. Г., Плішко А. А., Козлов М. І.) доведена до рівня легкоздійснених відносно небагатьох, але добре обґрунтованих принципів. Основними з них є агрокліматична відповідність та адаптаційно різнобічна реакція культур (сортів), що залучаються до ценозів, певним умовам господарства (поля); достатній рівень гетерогенності всієї сукупності агробіологічних параметрів і властивостей культур (сортів) у поєднанні з їх біологічною й технологічною сумісністю; технологічна простота формування; вирощування і особливо збирання сумісних посівів; агроенергоекономічна доцільність і ефективність.

Ці принципи добре опрацьовані й втілені при формуванні кормових агрофітоценозів не тільки в лукопасовищному, але й у польовому кормовиробництві. Широко відомі у світовій практиці інтенсивного кормовиробництва дуже різноманітні й ефективні злаково-бобові сумішки, зокрема ку-кукурудзи з соєю, кормовими бобами, кормовими люпинами та ін. Відомі також міжвидові сумішки зернобобових (люпинів з горохом, соєю, сераделою, кормовими бобами тощо). Сприятливими в екологічному і економічному відношенні є смугові посіви гречки з просом. При цій технології їх засівають рядками, що чергуються, з міжряддям 45 см. Таке розташування рядків рослин сприятливо впливає на їх водний режим. Гречка — більш вологолюбна культура, а просо більш посухостійке. Рослини гречки забирають деяку кількість вологи у рослин проса, не завдаючи їм суттєвої шкоди. При цьому гречка більш інтенсивно розвивається, у неї довші міжфазні періоди і вегетаційний період порівняно з чистими посівами. Фотосинтетична діяльність рослин сумісних широкорядних посівів проходить більш тривалий час,

поліпшуються плодоутворення і наливання зерна, що, позитивно впливає на врожай гречки.

За даними М. Г. Івахненка (1984), урожай гречки при такій технології збільшується на 6-7 ц/га, значно поліпшується фітосанітарна ситуація в посіві. Вченими Інституту землеробства УААН розроблені агрофітоценози на основі гетерогенних сортів однієї і тієї ж культури — міжсортів агрофітоценози. Розрахунки показують, що підвищення коефіцієнта використання ФАР ще на 1,5-2 % знаходиться в межах можливостей потенціалу продуктивності вже існуючих сортів та інтенсивних технологій їх вирощування і відкриває шлях до перспективи підвищення врожайності зернових до 150 ц/га. Одним із шляхів якраз і є використання ефективності міжсортів сумішок зернових культур. За кордоном при формуванні міжсортів агрофітоценозів зернових культур переважно орієнтуються до підвищення їх стійкості проти найбільш поширених хвороб і вилягання. Інші фактори тут ретельно не вивчають. Таки напрям хоч сам по собі й недостатній, проте чи не найбільш ефективний з точки зору екологізації рослинництва в розвинутих країнах Заходу, де раніше і гостріше постали питання екологічної кризи як наслідок швидкого науково-технічного прогресу та індустріалізації.

Найбільші науково-експериментальні розробки в Україні та за кордоном нагромаджено про сортосумішки озимої пшениці (Резник О. І., Кравченко Л. О. та інші), в основу яких покладено створення багатоярусного посіву за рахунок використання двох чи трьох сортів-компонентів, що значно відрізняються за висотою рослин. При цьому головним компонентом є менш високорослий сорт (його норма висіву становить 75 % оптимальної для чистого посіву, або навіть повна норма - 100 %). Насіння доповнюючого компонента (більше високорослого) висівають у кількості 50 або 25 % також від повної норми його висіву в чистих посівах. У разі застосування трикомпонентної сумішки два доповнювачі сорти-компоненти домішують нормою висіву в сортосумішках.

Зрозуміло, що. поєднання в сортосумішках різних за висотою сортів треба робити з урахуванням також і інших їх біологічних властивостей, зокрема стійкості проти вилягання, ураження хворобами та пошкодження шкідниками, реакції на погодні умови, показників якості зерна, збігання строків досягання тощо.

Так, за багаторічними даними Інституту землеробства УААН коефіцієнт використання ФАР у кращих із сумішок зростає на 10-15 %, підвищується їх стійкість проти хвороб та вилягання (ураження рослин кореневими гнилями зменшувалося на 8,0-24,5 %, посіви не вилягали або вилягання зменшувалося на 2-3 бали). Це сприяло приросту врожаю на 3-8 ц/га. Зростання стійкості проти хвороб та вилягання крім того зменшує пестицидне навантаження інтенсивних технологій і відповідно сприяє одержанню екологічно чистої продукції. Створення більшого видового різноманіття рослин в агробіоценозах забезпечує підвищення ефективності місцевих ентомофагів (корисних комах, що знищують шкідників), внаслідок створення більш сприятливих умов для їх життєдіяльності. Це хижі жужелиці, журчалки, сирфіди, тахіни, кокцинеліди, мурашки, павуки тощо. Нині розроблені спеціальні заходи підвищення біологічної активності природних ентомофагів. До них можна віднести насамперед нектароноси, розміщені більш-менш рівномірно по території господарства. Кращі з них — фацелія, гречка, гірчиця, насіння моркви, пастернаку, петрушки, соняшник, еспарцет та ін. Згідно з даними вітчизняних та закордонних авторів, якщо є в сівозміні медоноси, кількість комах, які знищують шкідників, збільшується в 8-10 разів. Сівба фацелії смугами через 50 м серед капусти дає можливість зовсім не застосовувати хімічних заходів боротьби з капустяними біланами та капустяною попелицею. Отже, ефект агрофітоценології за своєю природою є біологізаційним заходом без будь-яких екологічних застережень і в багатьох випадках його можна легко реалізувати в інтенсивних технологіях, значно зменшити або зовсім виключити їх пестицидне навантаження. Підсумовуючи викладене, можна з певністю констатувати, що вже нині досліджені й

рекомендовані виробництву заходи щодо ведення землеробства на альтернативній основі дають можливість довести інтенсифікацію рослинництва за показниками врожайності, якості й екологічної чистоти до досить високого рівня. Приклад інтенсивної біологізації землеробства в Україні існує у сільськогосподарському акціонерному товаристві «Обрій» Шишацького району Полтавської області. У господарстві виходять із загальновідомого положення про те, що одним з головних завдань біологічного землеробства є створення у верхньому 12-14-сантиметровому шарі ґрунту якомога кращих умов для роботи мікроорганізмів. А добитися цього можна лише не перевертаючи цей шар, систематично мульчуючи його післяжнивними рештками, органічними добривами. Це питання вирішили, вносячи 13 т/г органічних добрив, 9 т в перерахунку на органіку дають і післяжнивні рештки, а також сидеральні культури після збирання ранніх зернових. Загальновідомо, що найважливішими чинниками здоров'я землі є вміст гумусу і наявність дощових черв'яків. Вміст гумусу 1976 р., коли почалося впровадження біологічного землеробства у господарстві, зріс від 4,3 до 5,2 % у 1991 р., а кількість дощових черв'яків за цей час зросла втричі. В 1992 р. вчені Національного аграрного університету (Шикула М. К., Доля М. М., Гнатенко О. Ф., Заїка В. В.) розробили екологічний паспорт, який всебічно характеризує кожне поле, дає господарству наукове обґрунтування для вирощування і право реалізації екологічно чистої продукції рослинництва і тваринництва.

Тема 4. БІОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ПРОБЛЕМА ВІДТВОРЕННЯ ПРИРОДНОЇ РОДЮЧОСТІ

(біотехнології в агроекології)

Біотехнологія (від грецьк. *bios* – життя, *techne* – майстерність, *logos* – вчення) об'єднує можливості біології і техніки, вивчає особливості і можливості використання біологічних процесів і систем у різних галузях сільського

господарства (а також промисловості і медицини) для виробничих (промислових) цілей. Біотехнологія як наука сформувалася за останні десятиліття (70—90-ті роки) 20-го століття на основі розвитку молекулярної біології, клітинної і генної інженерії, широкого використання методів біохімії, біоорганічної хімії та інших наук. Основою біотехнології є біологічні процеси, за допомогою яких вирішується багато практичних питань щодо збільшення виробництва продовольства, підвищення ефективності охорони здоров'я, виробництва сировини, створення і використання рентабельних відновлюваних джерел енергії, безвідходних виробництв, поліпшення екологічних умов навколишнього середовища.

У багатьох розвинутих країнах уже створені і створюються промислові підприємства, які на основі методів сучасної біотехнології виробляють продукти харчування, корми і кормові добавки, медикаменти, проводять трансплантацію ембріонів, вирішують інші господарські завдання. Велике майбутнє має сільськогосподарська біотехнологія насамперед для створення нових високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, біологічних засобів захисту рослин, виробництва харчових продуктів і кормів, регуляторів росту, різних біопрепаратів, утилізації побічної продукції рослинництва і виробництва з неї біогазу, бактеріального протеїну, пального, високоякісних і екологічно чистих органічних добрив. В Україні створена і реалізується комплексна програма «Біотехнологія», яка розробляє наукові основи прогресивних біотехнологій для потреб медицини, сільськогосподарства, промисловості, охорони навколишнього середовища.

Клітинна інженерія. За її допомогою одержують безвірусний матеріал різних сортів картоплі, виводять сорти і гібриди сільськогосподарських культур, отримують насінний матеріал цукрових буряків у вигляді проростків, які потім спеціально готують для наступного висівання у вигляді гранул, біологічно активні речовини та ін. Ця біотехнологія ґрунтується на тому, що одноклітинний

організм повністю зберігає геном вихідного виду і водночас має багато спільного з мікроорганізмом. Саме це є основою клітинної інженерії і біотехнології (М. І. Шапіро, 1985). На відміну від клітин тварини, які можуть ділитися до 50—100 раз (В. Г. Герасименко, 1989), рослинним клітинам властива необмежена здатність до поділу (до 10 млн. рослин з однієї бруньки чи іншої часточки тканини). Так, при мікроклональному розмноженні картоплі з клітини одержують цілу рослину, потім живцюють і розмножують у кількості, необхідній для садіння, та підтримують розмноження потрібних сортів ростками. При цьому покращується якість як садивного матеріалу, так і кінцевої продукції, оскільки виключається можливість зараження вірусами та іншими патогенами.

Категоричною вимогою культури клітин є стерильність. З цією метою використовують спеціальний посуд — пластмасові флакони, чашки, піпетки разового використання. Клітинну масу для культивування одержують за допомогою обробки відповідних органів рослини, які розпадаються на окремі клітини. Для культивування їх переносять на поживне середовище. Поодинокі еукаріотичні клітини не діляться і швидко відмирають (В. Г. Герасименко). Тому створюють шар живильних клітин, на які наносять клітини, призначені для розмноження. Слід зазначити, що діляться не всі клітини. Щоб підвищити здатність клітин ділитися, в живильну суміш додають речовини-мітогени, які стимулюють мітоз (каріокінез — поділ ядер). Є речовини-халоки, які пригнічують мітоз. Клітини у культурі досить легко зливаються. При цьому з'єднуються соматичні клітини різних видів, родів і родин, що сприяє створенню гібридів і сортів із заданими властивостями.

Проводять також трансплантацію ядер в інші клітини (здебільшого ці методи досліджені на ссавцях і меншою мірою на рослинах). Ядра пересаджують у ліпідній оболонці. Зливають цілі клітини з енуклеюваними (без'ядерними) клітинами другої клітинної лінії і одержують ціприди. У соматичні клітини гени переносять за допомогою метафазних хромосом. Перенесення генетичного

матеріалу в соматичні (реципієнтні) клітини є багатоступінчастим процесом. Для цього розроблено спеціальні методики. Порівняно з методом гібридизації клітин це є наступним ступенем у роботі з соматичними клітинами. Він поступається перед методом конструювання рекомбінантних ДНК (тобто макромолекул, утворених при поєднанні генів у нових комбінаціях). Перенесення генів у складі ДНК в реципієнтні клітини дає можливість трансформувати їх. Порівняно з іншими методами така трансформація клітин проста й ефективна щодо створення гібридного матеріалу. Введенням генів здійснюють трансформацію як соматичних, так і статевих клітин.

Генна інженерія. Генна інженерія ґрунтується на молекулярній біології, яка дає можливість вносити зміни в молекулярну взаємодію основних біологічних молекул у клітині й поза нею. Біологи оволоділи методами, які дають можливість маніпулювати біологічними молекулами, досліджувати і змінювати їх структуру. За рахунок змін в основних біологічних молекулах ДНК є можливість створювати варіанти живих систем, які не виникають в результаті природної еволюції (В. Г. Герасименко, 1989). Генна інженерія є біотехнологічним прийомом спрямованого конструювання рекомбінантних молекул ДНК на основі ДНК, взятої з різних джерел (В. Г. Герасименко з посиланням на С. І. Аліханяна й Ю. А. Овчинникова). Технології одержання рекомбінантних молекул ДНК і клонування (розмноження) генів передували методи, за допомогою яких молекулу ДНК розщеплюють на фрагменти, модифікують і знову реконструюють в одне ціле. При цьому мають багато копій цієї молекули. Потім, використовуючи цю рекомбінантну молекулу, можна синтезувати молекули РНК і одержати білок з певними якостями і властивостями. Слід зазначити, що чіткої різниці між молекулярною біологією і генною інженерією немає. Пояснюється це тим, що біотехнологія (в даному випадку генна інженерія) використовує методи, розроблені молекулярною біологією. Вивчення загальних біохімічних властивостей клітинної ДНК не давало

можливості визначити особливості її генетичної структури. Вирішенню цього питання сприяли два методи молекулярної біології. Перший метод — відкриття гідролітичних ферментів (ре-стриктаз рестрикційних ендонуклеаз), які в певних місцях розщеплюють ДНК на фрагменти, що мають специфічну нуклеотидну послідовність молекули ДНК. Рестриктази одержують з бактеріальних клітин. Ферменти рестриктаз гідролізують нуклеотидні послідовності, в результаті чого мають фрагменти ДНК. їх може бути від кількох сотень до кількох тисяч і більше пар, вони розрізняються за молекулярною масою. Фрагменти виділяють в ізольованому вигляді за допомогою електрофорезу в гелі, а потім аналізують. Другим методичним прийомом є визначення нуклеотидної послідовності фрагментів ДНК, які одержують за допомогою рестриктаз у макромолекулі ДНК. Близько 50 років тому було експериментально встановлено, що молекула ДНК є носієм спадковості. Вивчення спадковості на молекулярному рівні дало можливість з'ясувати, що в ДНК запрограмована «інструкція» щодо синтезу необхідних білків організму. Пізніше було виявлено, що «інструкція» записана відповідно до послідовності розміщення нуклеотидів у ДНК і відповідно з цим записом синтезується білок речовин, які беруть участь у синтезі. При визначенні послідовності нуклеотидів або повному прочитуванні генетичної інформації в ДНК було багато проблем. Для невеликої молекули - транспортної РНК (тРНК), завданням якої є транспортувати частини білків - амінокислоти до місця збирання білка, проблема нуклеотидної послідовності була вирішена ще в 1965 р. групою американських вчених. Вони опрацювали принципи і методи, за допомогою яких можна визначити послідовність розміщення нуклеотидів у РНК. Молекули ДНК містять багато нуклеотидів. Навіть маленькі молекули включають їх понад 5000. Послідовність розміщення нуклеотидів у ДНК позначають початковою буквою назви нуклеотиду: аденін - А, цитозин - Ц, гуанін - Г, тіамін - Т. Так, навіть для запису послідовності нуклеотидів маленької ДНК фагу ФХ. 174, яка має 5375 нуклеотидів, потрібно близько трьох сторінок машинопису. Пари азотистих

основ формують окремі інформаційні блоки, кількість яких у геномі (сукупності всіх генів хромосоми організму) становить 50-100 тис. Одночасно з визначенням послідовності розміщення нуклеотидів у молекулі ДНК на прикладі вірусів були визначені ділянки, які не входять до структури гена, не кодують білки, але беруть участь у регуляції експресії генів і самовідтворенні (реплікації) вірусної ДНК. У молекулярній біології розроблено методи виділення генів донорських організмів, уведення їх у векторну молекулу і одержання гібридних (рекомбінантних) ДНК, забезпечення їх самовідтворення (реплікації), переносу в організм реципієнта (клітину-господаря) і забезпечення відчутності дії (експресії) чужих генів (В. Г. Герасименко). Для перенесення генів, яких немає в клітині-реципієнті, використовують переносники (вектори) генів - плазміди (епісоми) - невеликі кільцеві молекули ДНК, здатні до стабільного, не пов'язаного з хромосомами існування і реплікації. Плазміди можуть також бути в геномі клітині-господаря, в хромосомі. Вони є в цитоплазмі бактеріальних клітин деяких дріжджів. Автономне існування їх зумовлене тим, що їх розмноження не залежить від розмноження хромосом. Розмір їх різний, і тому розмір генетичної інформації в них теж неоднаковий. За рахунок реплікації кількість копій плазмід регулярно збільшується і вони рівномірно розподіляються між потомством клітини, яка ділиться. Рекомбінантні молекули ДНК використовуються і будуть використовуватися в роботі з мікроорганізмами для виробництва різних цінних речовин у медицині, біохімічній промисловості, сільському господарстві. Велике значення при цьому має метод клонування генів. Технологія конструювання рекомбінантних ДНК є одним з найважливіших досягнень біотехнології. Стосовно рослинництва вона має велике майбутнє у створенні сортів і гібридів з корисними біологічними та екологічними властивостями. Це - високі врожайність і якість врожаю, стійкість проти хвороб, шкідників, бур'янів, здатність до активної азотфіксації, одночасність дозрівання, посухостійкість, високий коефіцієнт засвоєння ФАР (висока продуктивність) та ін.

Тема 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

(утилізація відходів рослинництва за допомогою методів біотехнології)

Побічна продукція рослинництва використовується здебільшого в тваринництві на корм і підстилку. При великій концентрації тварин на тваринницьких комплексах виникає екологічна проблема, бо навіть на звичайних тваринницьких фермах виробляють в середньому по 8—10 т гною на одну умовну голову. Крім санітарно-гігієнічної проблеми, потрібно багато дефіцитного пального для вивезення і внесення гною в ґрунт. Крім гною на полях залишається багато соломи, яка при тривалому зберіганні є місцем концентрації мишовидних гризунів. Гній і солома озимих хлібів — це не лише органічні добрива. При раціональному використанні з їх маси можна мати біогаз, бактеріальний протеїн і екологічно чисте добриво для екологічно чистих технологій вирощування польових культур. Тому поряд з традиційним використанням гною і решток іншої біомаси, зокрема соломи, важливо їх утилізувати з виробництвом біогазу — цінного палива та бактеріального протеїну. Такі способи використання побічної продукції рослинництва економічно більш вигідні й екологічно чисті.

Виробництво біогазу. Біологічна маса (біомаса) належить до відновлюваних джерел енергії. Потенційні можливості одержання біологічної сировини великі. У сільськогосподарському виробництві, зокрема в рослинництві, як уже зазначалось, основним джерелом біогазу є гній і побічна продукція рослинництва - солома зернових, хлібів, стебла кукурудзи, гичка цукрових буряків, картопляне бадилля. Понад 90 % цієї органічної речовини припадає на солому. При утилізації біомаси одержують біогаз, який є нетрадиційним енергоносієм. Крім того, залишається нерозщеплена мікроорганізмами органічна маса (шлам) та рідина, яку називають надосадною.

Осад можна використовувати як добриво. При проектуванні або виборі проекту біогазової установки треба мати дані про хімічний склад біомаси, її кількість, динаміку надходження. Так, гній надходить з тваринницьких комплексів рівномірно, солома — сезонно, хоч запаси її можуть бути значними і використовувати її можна протягом року. Основою виробництва біогазу є метаногенез - процес ферментації біомаси, у тому числі гною, за допомогою природної метаногенної мікрофлори. Процес триває 26-30 діб (іноді довше). З 1 кг сухої речовини гною залежно від якості мають близько 0,2-0,7 м3 біогазу. З гною великої рогатої худоби його одержують 0,2-0,4, свинячого - 0,3-0,7, з курячого посліду - 0,8-1,2 м3. Біогаз не зберігають. Проблема його зберігання поки що не вирішена. Його недоцільно і згущувати, бо окремі компоненти біогазової суміші мають неоднакові фізичні показники.

Енергетичну цінність 1 м3 біогазу при вмісті метану 50 % можна прирівняти до енергетичної цінності 1 кг сухої речовини - 17,8 МДж. Якщо вміст метану збільшується до 70 %, показник енергоємності підвищується до 25 МДж. Отже, середній показник дорівнює приблизно 21 МДж. Процес метаногенезу відбувається в анаеробних умовах. Розрізняють 3 етапи метаногенезу. На першому етапі високомолекулярні біополімерні сполуки (вуглеводи, особливо клітковина, білки, нуклеїнові кислоти та ліпіди, жири, жироподібні речовини (фосфогліцериди, гліколіпіди, стероїди, віск та ін.) розкладаються до низькомолекулярних органічних речовин - моно- та олігосахаридів, амінокислот і пептидів, пуринових і піримідинових азотистих основ, гліцерину, карбонових кислот, діоксиду вуглецю і водню. Органічні сполуки розкладаються за допомогою гідролаз (ферментів, які здійснюють гідроліз сполук, розщеплюють складні органічні сполуки з приєднанням води). Вони синтезуються анаеробними мікроорганізмами, які не утворюють спор. На другому етапі метаногенезу з одержаних на першому етапі за допомогою кислотоутворюючих мікроорганізмів утворюються різні органічні кислоти. Ці кислоти окислюються переважно до

ацетату і діоксиду вуглецю. Утворюються також, водень, аміак, сірководень. На третьому етапі за участю ферментів, що їх продукують спорові і неспороутворюючі сарцинові і сарциноподібні мікроорганізми, органічні речовини перетворюються на метан і діоксид вуглецю (В. Г. Герасименко, 1989). Отже, процес метаногенезу здійснюється різними анаеробними мікроорганізмами - метаногенами, які зброджують вуглеводи, розкладають клітковину, білки, пептиди, амінокислоти з утворенням аміаку, спричиняють деструкцію ліпідів та ін. Метаногени — найбільш давні бактерії. До складу біогазу входить 50-70 % метану, 30-40 % діоксиду вуглецю, певна кількість сірководню, є домішки водню, аміаку, оксиду азоту. Біогаз, одержаний з біомаси з великим вмістом клітковини, містить майже однакову кількість метану і діоксиду вуглецю, а при утилізації біомаси, яка містить азотовмісні сполуки і жири, в біогазі більше метану і менше CO_2 . Він має більшу теплотворну здатність. Високоенергетичний біогаз містить близько 75 % метану. Виробництво біогазу передбачає вирішення таких завдань: нагромадження і підготовка біомаси, перетворення її в біогаз за рахунок метанового бродіння, раціональне використання продукції метанового бродіння біогазу й органімінерального добрива. В Україні щороку можна використовувати 80-100 млн т гною і відходів рослинництва, що еквівалентно 24-30 млн т умовного топлива. Це є величезним резервом у паливно-енергетичному балансі України. Використання гною, соломи та іншої біомаси дає можливість вирішити не лише енергетичну проблему в Україні, а й поліпшити екологічні умови агроландшафтів, виготовляти високоякісні добрива. Найбільш прості біогазові установки (БГУ) застосовують у країнах з теплим кліматом, де немає потреби підігрівати і перемішувати біомасу. У Китаї, за даними В. Г. Герасименка, діє дуже багато таких БГУ - 7,2 млн. Біогаз використовують переважно в побуті - для приготування їжі, освітлення, а більш потужні (їх понад 35 тис.) - для виробництва електроенергії. Аналогічні установки широко використовують в Індії. Більш досконалі БГУ типу

«Дормштадт». У них з одиниці біомаси одержують у 4 рази більше біогазу. Найбільш досконалі БГУ останнім часом сконструйовані в Німеччині, де це питання вивчають давно. В таких установках на 1 м³ бродильної камери мають до 7,1 м³ біогазу, а на простих типу «Габор» (КНР) - 0,3-0,5 м³. Потужні установки сконструйовані в США. Вони дають можливість щодня переробляти близько 500 т гною і виробляти до 43-73 тис. м³ біогазу. У Франції експлуатується 60, Англії - 50, Швейцарії - 100 БГУ. Останнім часом в Україні та інших країнах СНД проводяться дослідження з вирішення прикладних і фундаментальних питань виробництва метану з біомаси з тим, щоб одержувати біогаз з високим вмістом метану. Створено БГУ, розраховані на мікроорганізми, що працюють при середньому (мезофільному) і високотемпературному (термофільному) режимах з попередньою підготовкою біомаси (подрібненням, хімічною обробкою, витримуванням протягом 8-12 год для поглинання кисню, який є в біомасі, оскільки процес відбувається в анаеробних умовах). У таких установках у процесі технологічного циклу можна буде одержувати рідкі і тверді добрива, кормові добавки та інші продукти безвідходної технології (Байков Б., 1983, Вемз Д., 1984, Герасименко В., 1989 та ін.). Вивчаються питання створення активних штамів метаногенних бактерій, застосовується і підбір мікроорганізмів для прискореного введення установок в дію. Щоб посилити роботу мікроорганізмів, у біомасу додають різні речовини — целюлозу (або звичайну солому), ацетат, метанол та ін. В Україні питання виробництва біогазу вивчаються і для широкого впровадження установок є всі умови: висока щільність поголів'я, побічна продукція рослинництва, зокрема соломи. В експериментальних установках досягнуті непогані результати. Наприклад, у господарстві «Світанок» Запорізької області, за даними Р.А.Мельника (1985), продуктивність біогазу експериментальної БГУ становить 3 м³ на 1 м³ бродильної камери. Це досить високі показники. Головною умовою безперервної роботи БГУ

є регулярне подавання біомаси відповідно до об'єму її утилізації. Для цього установки об'єднують у блоки.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базові

1. Веремєєнко С.І. Біологічні системи землеробства: навч. посіб. / С.І. Веремєєнко, С.С. Трушева. – рівне : НУВГП, 2011. – 196с.
2. Агроекологічні основи високоефективного вирощування польових культур у сівоzmінах біологічного землеробства / за ред. І.А. Шувара. – Львів: Українські технології, 2003. – 36 с.
3. Зінченко О.І. Біологічне рослинництво: навч. посіб. / О.І. Зінченко, О.С. алексєєва, П.М. Приходько. – К.: Вища школа, 1996. – 293 с.
4. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво: навч. посіб. / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ «Українські технології», 2004. – 312 с.
5. Шувар І.А. Екологічне землеробство: підруч. / І.А. Шувар. – К.: Вища школа, 2006. – 333 с.

Допоміжні

1. Агрономічне ґрунтознавство: навч. посіб. / І.Д. Примака та ін. ; за ред.. І.Д. Примака. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 580 с.
2. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи/ В.І. Кисіль. – Харків: вид-во «шрих», 2000. – 161 с.
3. Вовк В.І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє / В.І. Вовк // Органічні продукти харчування. Сучасні тенденції виробництва та маркетинг: матеріали Міжнар. Семінару. – Львів, 2004. – С. 3-7.

4. Неприятливі метеорологічні умови в землеробстві: захист від них культурних рослин: навч. посіб. / Примак І.Д. та ін. К.: Кондор, 2006. – 312с.
8. Землеробство: підручник / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ “Твори”, 2020. - 578 с.
5. С.П. Танчик, І.Д. Примак, Д.В. Літвінов, Л.В. Центилю. Сівозміни: підручник. К.: ЦП Компринт, 2019.-365 с
6. Гринчук П.Д. Урожайність культур і продуктивність сівозмін за умов біологізації землеробства / П.Д. Гринчук, М.П. Андрощук // Землеробство. – Київ: Урожай. – 1996. Вип. 71. – С. 23-28.
7. Шувар І.А. Біологічне землеробство на шляху вдосконалення енергетичної системи «грунт-добрива-рослина» / І.А. Шувар // Сільський господар. – 2005. №№ 7 - 8. – С. 23-25
8. Дудар О. Т. Розвиток органічного агровиробництва в Україні. Економіка АПК. 2012. № 3. С. 121-126.
9. Сергеева Л.Е., Михальская С.И, Комисаренко А.Г. Современные биотехнологии повышения устойчивости растений к осмотическим стрессам. – К.: Издательский дом «Кондор», 2019. – 164 с.

Інформаційні ресурси

1. Кабінет Міністрів України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/>
2. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua/>
3. Державний комітет статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>

Біологічне землеробство: Опорний конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Агрономія» галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 201 Агрономія денної та заочної форм навчання / уклад., М.Б. Августинович. - Луцьк, Луцький НТУ, 2021, - 38 с.

Комп'ютерний набір:	М. Августинович
Редактор:	М. Августинович

Підписано до друку. Формат 60x84/16. Папір офс.
Гарн. Аріал. Умовн. друк. арк. 1,8. Обл. – вид. арк. 1,9
Тираж 50 прим. Зам. №

Інформаційно - видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018 Україна, м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ІВВ ЛНТУ