МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

АДАПТИВНЕ РОСЛИННИЦТВО

Конспект лекцій

для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
ОНП «Агрономія» спеціальності 201 Агрономія
денної форми здобуття вищої освіти

МИКОЛАЇВ
2025

УДК 57.017.3:633/635
А28

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 19.06.2025 р., протокол № 11.

Укладачі:

А. В. Панфілова – д-р с.- г. наук, професор, завідувач кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету;

В. В. Артюшенко – канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету.

Рецензенти:

Є. О. Домарацький – д-р с.-г. наук, професор, заступник директора з інноваційно-інвестиційної роботи Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН України;

В. В. Гамаюнова – д-р с.- г. наук, професор, завідувач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП ……..... 4

Змістовний модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНОГО РОСЛИННИЦТВА. НАПРЯМИ БІОЛОГІЗАЦІЇ РОСЛИННИЦВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ …….……... 5

ЛЕКЦІЯ 1. Особливості систем біологізації рослинництва. Загальна характеристика органічної, біологічної, органо-біологічної, біодинамічної і інших систем …… 5

ЛЕКЦІЯ 2. Основні шляхи підвищення врожайності – збільшення фотосинтетичної продуктивності рослин за рахунок підвищення коефіцієнта використання сонячної радіації …….. 19

Змістовний модуль 2. РОЛЬ БОБОВИХ І ПРОМІЖНИХ КУЛЬТУР В АДАПТИВНОМУ РОСЛИННИЦТВІ ……. 51

ЛЕКЦІЯ 3. Бобові культури - один з найголовніших напрямків адаптивного рослинництва…… 51

ЛЕКЦІЯ 4. Біологічні та технологічні резерви адаптивного рослинництва. Резерви добрив в сівозміні……

Змістовний модуль 3. АДАПТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР…… 67

ЛЕКЦІЯ 5. Сівозміни адаптивного рослинництва при переході до біологічного аграрного виробництва……... 67

ЛЕКЦІЯ 6. Біологічні методи захисту рослин …….. 78

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ……... 87

ВСТУП

«Адаптивне рослинництво» є навчальною дисципліною, яка спрямована на підготовку фахівців, які повинні знати теоретичні і практичні основи створення оптимальних технологічних (агроекологічних) передумов виробництва необхідної кількості високоякісної рослинницької продукції на базі інтенсивного фотосинтезу в посівах польових культур при одночасному збереженні або підвищенні родючості ґрунту. Дана дисципліна може бути цікавою для фахівців галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство через важливість її предмету вивчення для повсякденного життя людини, адже рослинництво – провідна галузь виробництва сільськогосподарської продукції, найважливіше джерело продовольчих ресурсів людства, основа його цивілізації.

Метою навчальної дисципліни є ґрунтовне вивчення зональних ґрунтово-кліматичних умов, біоекологічних особливостей розвитку польових культур та їх вимог до основних факторів зовнішнього середовища; опанування методів і прийомів адаптації технологій вирощування до впливу екстремальних температурних режимів, нестачі вологи та інших кліматичних ризиків. Особливу увагу приділено вивченню механізмів регулювання продукційних процесів, застосуванню сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, засобам підвищення їх продуктивності на основі принципів прецизійного (високоточного) управління ростом, розвитком і формуванням врожаю. Програмою передбачено формування компетентностей щодо розробки та удосконалення технологічних рішень для стабільного й ефективного агровиробництва в умовах зони Степу України.

Завдання навчальної дисципліни сформувати систему знань та розуміння методології та теорії адаптивного рослинництва, знання та розуміння етапів реалізації системного підходу загальних методів виробництва рослинницької продукції з використанням сучасного ресурсного забезпечення, контролювання та управляння формуванням якості рослинницької сировини, класифікацію методів, якісні та кількісні їх характеристики.

Змістовний модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНОГО РОСЛИННИЦТВА. НАПРЯМИ БІОЛОГІЗАЦІЇ РОСЛИННИЦВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ.

ЛЕКЦІЯ 1

Особливості систем біологізації рослинництва. Загальна характеристика органічної, біологічної, органо-біологічної, біодинамічної і інших систем.

План:

1.1. Введення в адаптивне рослинництво.

1.2. Наукові основи сучасних агротехнологій.

1.3. Принципи побудови агротехнологій.

1.4. Методологіяформуваннагротехнологій.

1.5. Трансформація технологій в рослинництві

Key words: *biologization systems, characteristics, organic, biological, organobiological, biodynamic*

1.1. Введення в адаптивне рослинництво.

В даний час техногенна інтенсифікація рослинництва підтримується все зростаючим застосуванням засобів механізації, сортів і гібридів, високих доз мінеральних добрив і пестицидів, розширенням площ зрошуваних і осушуваних земель. Все це призводить до збільшення непоправних витрат енергії та природних ресурсів на одиницю продукції при забрудненні і руйнуванні навколишнього середовища.

Адаптивне рослинництво – це управління ростом і розвитком культурних рослин на основі інформації про стан рослин в кожний даний момент.

Адаптивна стратегія рослинництва забезпечує не тільки максимальну продуктивність культурних рослин, але й стійке зростання виробництва продукції при одночасному зниженні енерговитрат і порушень сільськогосподарського ландшафту. Адаптивність рослинництва полягає у відповідності заходів вирощування специфічним просторово-часовим потребам виду, сорту або гібриду.

Адаптація пояснюється як:

- – ознака, властивість, якість, стан, явище, або процес які відбивають закономірності збереження та розвитку будь-яких систем на фоні взаємодії внутрішніх і зовнішніх факторів їхнього існування;
- – цілісна система реакцій організмів, популяцій, видів, екологічних систем, яка визначає динамічну рівновагу в тих або інших умовах середовища, тобто *гомеостаз,* або збереження загального напрямку процесів еволюції за зміни середовища – ***гомеорез***;
- процес цілеспрямованої само зміни системи, що дозволяє досягти їй кращого або, принаймі, прийнятного функціонування за таких умов середовища, що змінюються.

Екстраполяція ідей адаптаціогенезу в теорію та практику культивування рослин, дозволили виділити ***адаптивне землеробство*** та ***рослинництво,*** як важливі напрямки антропного впливу на грунти, агрофітоценози, бур'яни, культурні рослини та інші організми агробіоценозів.

При адаптивному (пристосувальному) рослинництві диференціюють сорти і гібриди культур за конкретними регіонами, районам, господарствами і навіть полями сівозміни. При цьому дотримується відповідність агроценозів екотопії (місцевим кліматичним та екологічним факторам).

Сорти і гібриди повинні характеризуватися високою продуктивністю та стійкістю (до хвороб і шкідників, посухи та суховіїв, морозів і приморозків), при грунтозахисних і грунтопокращувальних здібностях.

Адаптивне рослинництво передбачає дозоване застосування засобів техногенної інтенсифікації:

- зрошення і осушення при дотриманні екологічних обмежень;
- добрива відповідно до потреб культивованих рослин і без втрат в технологічних ланцюгах;
- захист рослин, боротьба з бур'янами на основі агротехнічних, біологічних, генетичних і мікробіологічних методів;
- пестициди регулюють популяції шкідників при збереженні їх природних ворогів, тобто дотримуючись біологічного контролю;
- системи машин при високій якості агротехніки без деградуючого впливу на природне середовище.

Одночасно в агроекосистемах раціонально використовують грунтовоземельні, водні, кліматичні ресурси, керують популяціями дикої флори і фауни; підвищують біорізноманіття та ярусність при збільшенні числа культивованих видів, повторних, проміжних та ущільнюючих культур; максимально використовують сонячну енергію при скороченні питомих витрат додатково вкладеної енергії.

В цілому адаптивне рослинництво забезпечує високу продуктивність агроекосистем при збереженні навколишнього середовища та раціональному використанні природних ресурсів.

1.2. Наукові основи сучасних агротехнологій.

Протягом усієї історії свого становлення людство послідовно вело боротьбу за своє існування на планеті Земля. На різних етапах історичного розвитку головні напрями такої боротьби послідовно змінювались. В епоху кам'яного віку головною проблемою було виживання людини, як біологічного виду серед суворої дикої природи. Оволодівши вогнем, навчившись шліфувати й свердлити камінь, загорнувшись у шкури диких тварин, людина не лише вижила, а й освоїла практично всі більш-менш придатні для проживання території на просторах Африки, Євразії, Австралії та Америки. Протягом усього цього часу залишалася (і сьогодні стоїть на порядку денному) проблема забезпечення стабільного харчування і добування їжі для людства.

Оволодівши прийомами збирання їстівних дарунків природи, полюванням та рибальством, людина ще 50 тисяч років тому одомашнила собаку і близько 16 тисяч років - коня (найдавніші у світі рештки

одомашненого коня в похованні людини знайдені у нас в Україні, на сході Кіровоградської області). Але лише примітивне землеробство стає відносно надійною опорою в забезпеченні людини їжею. На його основі близько 8-4 років до н. є. формується на багатих чорноземних ґрунтах блискуча землеробська цивілізація - Трипільська культура, яка була першою в світі справді польовою системою вирощування потрібних людині рослин. Така система, що виникла на теренах нашої землі, поширилася на інші території - від басейну середнього Дніпра до Дністра і частково аж на території сучасної Румунії. Майже одночасно виникають центри поливного землеробства в Індії, Китаї, Месопотамії, Єгипті, Колумбії, Венесуелі, Мексиці. З названих центрів землеробство поширюється на значні території. Завдяки стабільності харчування та більш сприятливим умовам життя, чисельність населення планети поступово, але невпинно зростає. Відповідно збільшуються площі земель, які людина відвойовувала у дикої природи і перетворювала на ріллю.

Додавши до можливостей своїх м'язів зусилля тварин і могутність вогню, навчившись добувати і обробляти метали, особливо залізо, людина почала впевнено тіснити дику природу. На перших етапах такого процесу природа справлялася з деструктивною дією людини: руйнування природних фітоценозів заліковувала на поверхні ґрунту дикою рослинністю. Одночасно з боротьбою проти дикої природи людина накопичувала свої знання та досвід, удосконалювала прийоми ведення обробітку ґрунту і його використання. Уже за часів Римської імперії були викристалізовані основні прийоми сучасної агрономії.

Вплив людини на природу невпинно зростав. Про це красномовно свідчить такий факт. На початку другого тисячоліття нової ери простори Західної та Центральної Європи на 80% території були вкриті переважно листв'яними й змішаними лісами. Нині, навіть після проведення великомасштабних лісових насаджень наприкінці XIX і у XX століттях, площа лісів на тій самій території становить лише 30%. Енергоозброєність людини в останнє століття зросла в сотні разів. її доповнюють можливості техніки, хімії та значні знання в різних галузях. У багатьох регіонах планети дика природа і освоєні людиною території помінялися ролями. З невеликих острівців, де в минулому було знищено дику рослинність, тепер розрослась і стала домінуючою рілля, а дика природа залишилася тільки на окремих невеличких масивах. В Україні сьогодні більш як 53% території перетворено на орні землі. А в деяких регіонах площа ріллі значно перевищила 80%. Здавалося б, яка принципова різниця, буде у нас 30, 50 чи 80% території розорано? Якщо користуватися традиційним розумінням, відповідь дуже проста: чим більше полів, тим більше буде хліба і до хліба на столі. Ще недавно такий екстенсивний підхід себе виправдовував, а нині заганяє людство в глухий кут.

Як відомо із законів діалектики, кількість переходить у якість або навпаки. Як результат, надмірна розораність території неминуче призводить до деградації і руйнування навколишнього середовища в регіоні. Якщо навіть не враховувати всіх інших факторів негативного впливу: ерозії, засолення, забруднення ґрунту і підземних вод, поверхневого змиву добрив і пестицидів у відкриті водойми, повітряного перенесення різних ксенобіотиків

(чужорідних для живих організмів речовин), перетворення природних ландшафтів на орні землі більш як на 36 - 40% території спричиняє незворотні зміни в природному середовищі. Через надмірне руйнування природних живих комплексів середовище втрачає здатність до самовідновлення і компенсації негативного впливу діяльності людини. Таке явище можна проілюструвати ефектом суцільного вирубування тропічного лісу: на місці вирубки новий ліс уже не виросте, тому що за кілька років руйнується ґрунт і залишається лише мертва материнська порода, її розмивають води тропічних злив і ніжні саджанці вже не можуть на ній рости.

Відповідно оцінивши небезпеку такого розвитку процесів і неминуче погіршення екологічної ситуації, в розвинутих країнах було розроблено програми, спрямовані на виправлення становища в регіонах з високим рівнем розораності території. Наприклад, у США здійснюється федеральна програма зі скорочення посівних площ. На першому етапі орних земель у пасовища і лісові насадження заплановано перевести до 16 млн. га, що перебувають під загрозою ерозії. На другому - заплановано вивести з орних земель ще понад 40 млн. га в регіонах з високим рівнем розораності територій. Фермери за перетворення орних земель на інші види угідь отримують відповідну компенсацію.

Проблема деградації навколишнього середовища в результаті надмірного господарського навантаження, яке створює людина, з різним ступенем гостроти стоїть уже сьогодні перед усіма регіонами планети в цілому.

У такій ситуації можна констатувати, що збільшення посівних площ з метою зростання обсягів виробництва продовольства не може бути тим шляхом, яким повинна йти людина в майбутньому, якщо бажає й надалі нормально існувати на планеті Земля.

Одночасно з проблемою збереження здорового навколишнього середовища перед людством дедалі більше загострюється інша глобальна проблема - проблема дефіциту продовольства. Уже нині актуальною є проблема повноцінного білка (особливо тваринного) в раціоні сотень мільйонів людей. Існує дефіцит і рослинних білків, більшість яких не має повного набору амінокислот, особливо незамінних. Тому майбутнє - за використанням білків, передусім рослинних, безпосередньо людиною (при згодовуванні білкового корму тваринам, особливо теплокровним, нераціональні втрати білка сягають 60%). Перспективним є введення в раціон людини продуктів з рослин родини щирицевих (Amaranthaceae), синьо-зеленої водорості - ціанобактерії (Spirulina), що містять повноцінні білки зі структурою амінокислот, які найбільш повно відповідають потребам людського організму, та високобілкових традиційних культурних рослин.

Нарощування виробництва зерна високої якості та більш раціональне його використання є однією з основних проблем сучасного сільського господарства України, як вирішальної умови поліпшення забезпечення населення продуктами харчування та подальшого економічного й соціального розвитку країни.

Актуальність цієї проблеми зумовлена біологічними властивостями зерна, що є найбільш концентрованим акумулятором сонячної енергії у вигляді дуже вдалого поєднання різних висококалорійних поживних органічних сполук, добре збалансованих за амінокислотним складом білків, вуглеводів, жирів, вітамінів, інших біологічно активних речовин, найважливіших макро - та мікроелементів, синтезованих рослинами, завдяки їх унікальній фотосинтетичній здатності, а також спроможності зерна зберігати свої добрі поживні властивості за належних умов протягом багатьох років та відносно легко піддаватися технологічній переробці на різноманітні поживні і смачні продукти харчування та цінні види кормів для тварин.

За багато століть напруженої праці творча частина людства, використовуючи природну мінливість та різні форми добору, створила і повсюдно запровадила в землеробство численні види і сорти зернових, круп'яних та зернобобових культур - пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи, рису, гречки, проса, гороху, сої та інших, - пристосованих для вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних регіонах, зерно яких найбільш широко використовується для виробництва продуктів харчування та кормів. Із них найбільшого значення в усьому світі набули різні види пшениці завдяки наявності в її зерні специфічних білкових структур у вигляді клейковини, що з винаходом хлібопечення зробило її зерно незамінним джерелом для виготовлення найбільш поширеного і улюбленого продукту харчування людства - пшеничного хліба.

Зерно кожного з інших згаданих видів рослин відзначається специфічністю біохімічного складу та використання. Завдяки високому вмісту легкозасвоюваних білків у зерні бобових рослин - сої, гороху, люпину, кормових бобів та інших - вони мають винятково важливе значення у виробництві високобілкових кормів для тварин.

У зв'язку із вищезазначеним та невпинним зростанням чисельності населення, виробництво зерна в усьому світі за останні роки зростало швидкими темпами, особливо у США, Канаді, Австрії, Аргентині, країнах Європейського Економічного Товариства, Китаї та ін. Цього було досягнуто завдяки створенню і впровадженню більш урожайних сортів і гібридів рослин, розробці раціональної видової структури посівів, прогресивних технологій вирощування з використанням більш високих норм мінеральних добрив, ефективних пестицидів, кращої сільськогосподарської техніки, зрошення, зниження втрат урожаю за рахунок надійного матеріальнотехнічного забезпечення виробництва та переробки зерна.

Характер використання людиною польових культур наступний.Рослини в процесі фотосинтезу створюють відповідну енергію у вигляді

органічної речовини, значна частина якої виноситься з урожаєм. У загальній продукції всієї біомаси польових культур переважає використаний на потреби людини урожай. Природні фітоценози утворюються без впливу людини і, як правило, розвиваються в зворотному напрямі. Вони дають більший запас біомаси, але з низькою часткою корисної для людини продукції від загальної її кількості.

З практичного боку кожну польову культуру слід розглядати як складову частину агроекосистеми. Історія розвитку агроекосистем включала такі етапи:

· утворення недосконалих людських товариств;

· екстенсивне розведення тварин з пасовищним утриманням;

· землеробство з попереднім спалюванням рослинності і видаленням пеньків;

· екстенсивне рільництво без використання добрив, або внесення мінімальної їх кількості;

· змішане землеробство з розвинутими рослинництвом і тваринництвом і відносно збалансованим кругообігом речовин та енергії;

· інтенсивне сільськогосподарське виробництво у відкритих системах при умові постійного надходження зовнішньої енергії.

Такий розвиток сприяв зміні характеру і структури сільськогосподарського виробництва. На останніх двох етапах частиною агроекосистеми вважаються посіви культур сівозміни, які разом з природними кормовими угіддями дають первинну продукцію.

Агроекосистема не відрізняється від інших екосистем. Вона має загальні ознаки і закони. До основних компонентів агроекосистеми відносяться:

· *Зовнішнє середовище* і його вплив;

· *Продуценти* у вигляді польових культур і бур'янів;

· *Прямі споживачі* (людина, тварини, шкідники, збудники хвороб);

· *Редуценти* (ґрунтова мікрофлора, мікро - та мезофауна).

Всі ці компоненти пов'язані між собою в харчових ланцюгах. Для польових культур характерна невелика кількість внутрішніх зв'язків. Вони формують таку систему, в якій накопичення продукції перевищує її розпад, а в загальній кількості біомаси перевищують корисні для людини продукти.

1.3. Принципи побудови агротехнологій.

Сьогодні особливо гостро стоїть питання про застосування тих чи інших агротехнологій на сільгоспугіддях. Існує безліч систем землеробства з різними рівнями інтенсифікації. Ці рівні відповідають чотирьом варіантам агротехнологій: екстенсивним, нормальним, інтенсивним і високоінтенсивним.

Екстенсивні технології, що переважають в даний час, орієнтовані на використання природної родючості грунтів без застосування добрив та інших хімічних засобів або з дуже обмеженим їх використанням. Вони безперспективні внаслідок невисокої врожайності, незадовільної якості продукції, розвитку процесів деградації грунтів і ландшафтів (ерозії, дефляції, дегумификації і ін.).

Нормальні технології забезпечені мінеральними добривами і пестицидами в тому мінімумі, який дозволяє освоювати грунтозахисні системи землеробства, підтримувати середній рівень окультуреності грунтів, усувати дефіцит елементів мінерального живлення, що знаходяться в критичному мінімумі і отримувати задовільної якісті продукцію. У цих

технологіях використовуються пластичні, адаптовані до місцевих умов, сорти зернових.

Інтенсивні технології орієнтовані на досягнення оптимального за умовами окупності агрохімічних ресурсів рівня мінерального живлення рослин, захисту від шкідливих організмів і вилягання посівів. Продуктивність культури при цій технології відповідає кінцевій точці ділянки графіку кривої, що зображає залежність врожайності від вкладенних агрохімічних ресурсів.

Інтенсивні технології припускають застосування інтенсивних сортів і створення умов для більш повної реалізації їх біологічного потенціалу. Інтенсивні технології, розраховані, наприклад, на 3,0-4,0 т/га озимої пшениці високої якості, можуть бути реалізовані з використанням вітчизняної серійної техніки, сортів, добрив і імпортних пестицидів. Освоєння даних технологій вимагає спеціальної підготовки товаровиробників. При цьому дуже важливо точне їх виконання всупереч всіляким «урізанням», які часто практикуються через нестачу коштів, нерозуміння значимості технологічних операцій, низької технологічної дисципліни. Випадіння будь-якої операції з технологічного процесу, або неточне її виконання знижує врожайність і якість продукції.

Високоінтенсивні технології розраховані на досягнення продуктивності культури, близької до її біологічного потенціалу, за допомогою сучасних досягнень науково-технічного прогресу. При цьому рівень врожайності культури буде перебувати на перегині згаданої кривої до виходу на максимум, обмеженому економічними (максимальний прибуток) і екологічними (ризик забруднення продукції і ландшафтів) факторами. Високоінтенсивні або високі технології являють собою якісний стрибок і в створенні сортів, і в підготовці грунту, і в насиченому технологічними операціями догляді за посівами. У дослідах наукових установ показана можливість отримання врожайності озимої пшениці в інтенсивних технологіях на рівні 6,0-7,0 т/га. Однак досягнення цих рівнів в даний час економічно не виправдане. Раціональний з цієї точки зору рівень врожайності озимої пшениці становить 4,0-5,0 т/га. Він знаходиться на перегині згаданої вище кривої задовго до виходу врожайності на плато на перетині з кривою зростаючого екологічного ризику. Дані технології вимагають застосування сучасної техніки, сучасних препаратів і високої кваліфікації фахівців.

Високі технології орієнтовані на максимальне використання генетичного потенціалу найбільш інтенсивних сортів сільськогосподарських культур і досягнення кліматично забезпеченої врожайності. Перша умова високих технологій - максимальна адаптованість до місцевих умов. Динаміка продукційного процесу повинна управлятися відповідно до зміни погодних умов виходячи з потреб сорту в агрокліматичних ресурсах.

1.4. Поняття і зміст технологій вирощування

Під технологією розуміють сукупність способів і засобів здійснення виробничого процесу. Складові технології (техніка, матеріальні засоби, організація) тісно між собою пов’язані. Сільськогосподарські технології

визначаються в першу чергу специфічними засобами виробництва – ґрунтом, рослинами і тваринами. У сільському господарстві можна виділити такі поняття, як технології сільськогосподарського виробництва, технології в рослинництві або тваринництві, технології вирощування сільськогосподарських культур, операційні технології виконання механізованих польових робіт тощо.

Під *технологіями сільськогосподарського виробництва* слід розуміти сукупність способів, залежностей, засобів, послідовність і якість виконання робіт у галузі з метою одержання сільськогосподарської продукції.

Технології вирощування сільськогосподарських культур включають перелік і послідовність робіт по вирощуванню окремих культур, збиранню і післязбиральній доробці одержаної продукції, агротехнічні вимоги до виконання робіт, перелік технічних засобів, техніко–економічні показники. Ці технології відображаються в спеціальних технологічних картах.

Операційні технології виконання механізованих робіт передбачають способи виконання основних і допоміжних заходів кожної окремо взятої роботи. Вони включають агротехнічні вимоги до виконання робіт, раціональне комплектування і підготовку агрегатів до роботи, підготовку поля, роботу агрегатів в загінці, контроль якості виконання робіт, заходи з охорони праці. На відміну від промислового виробництва, технології виробництва одного і того самого виду рослинницької продукції завжди індивідуальні в конкретних умовах вирощування і залежать від ґрунтово-кліматичної зони, виду культури, біологічних особливостей, сорту, забур'яненості і видового складу бур'янів, погодних умов, економічних можливостей, наявних засобів механізації, хімізації, автоматизації та інших факторів.

У загальному вигляді технології вирощування сільськогосподарських культур складаються з таких комплексів агротехнологічних заходів: 1) системи основного і передпосівного обробітку ґрунту; 2) системи удобрення культури; 3) системи підготовки насіння до сівби; 4) сівби; 5) догляду за посівами та інтегрованої системи захисту; 6) підготовки до збирання і збирання врожаю; 7) первинної переробки (підготовки продукції до зберігання), реалізації на споживання або відправлення на промислову переробку. Технологію вирощування будь-якої рослинної продукції можна правильно розробити на основі знань біології росту і розвитку конкретної культури, вимог конкретного сорту до умов вирощування.

Розрізняють такі технології вирощування сільськогосподарських культур: *ручні (немеханізовані), механізовані, звичайні, прогресивні, перспективні, індустріальні (промислові), інтенсивні, адаптивні, енерго- і ресурсозберігаючі, біотехнології.* В межах сучасних технологій виділяють звичайні і прогресивні. *Звичайні (традиційні)* це технології, які склалися в галузі рослинництва на даному етапі розвитку матеріально-технічної бази.

На відміну від них, *прогресивні технології* включають найновіші досягнення науки і виробництва, випробувані в передових господарствах і рекомендовані для впровадження на зміну звичайних.

На базі звичайних і прогресивних технологій формуються *перспективні технології*, які передбачають впровадження на перспективу. До

складу перспективних технологій відносяться індустріальні (промислові) та інтенсивні. *Індустріальні (промислові)* технології означають прогресивні машинні технології, засновані на системі машин, що відповідають сучасному рівню і забезпечують комплексну механізацію вирощування сільськогосподарських культур. Застосування індустріальних технологій можливе тільки при умові вирощування високопродуктивних сортів, впровадження сучасної техніки, використання ефективних добрив, пестицидів. Повна комплексна механізація виробничих процесів в таких умовах стає об'єктивною необхідністю і вирішальним фактором підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Інтенсивні технології (від лат. *intensio* – напруга) в рослинництві означають застосування найбільш ефективних засобів виробництва (сортів і гібридів інтенсивного типу, ефективних пестицидів, добрив і регуляторів росту, біологічних і агротехнічних методів захисту рослин, сучасної техніки тощо) і технологічних процесів, впровадження передових методів організації праці, забезпечення умов збереження навколишнього середовища.

Інтенсивні технології в сільському господарстві – це сучасні технології, які забезпечують збільшення виробництва продукції за рахунок підвищення урожайності при більш повній реалізації біологічного потенціалу культур на базі широкого використання сучасних факторів інтенсифікації.

Інтенсивні технології передбачають такий комплекс технологічних заходів, який дає змогу максимально реалізувати генетичний потенціал сорту і одержати врожайність у 2-3 рази вищу від забезпеченої природним біокліматичним потенціалом місцевості.

В основі технологій лежить принцип оптимізації умов вирощування на всіх етапах росту і розвитку рослин. Інтенсивні технології відрізняються від звичайних, традиційних тим, що вони ґрунтуються на комплексному застосуванні досягнень науки, техніки, передового досвіду на всіх етапах виробництва продукції. Для їх впровадження необхідна висока культура землеробства. Ці технології можуть бути ефективними тільки за умови своєчасного і високоякісного виконання всіх операцій на основі технологічних карт. **Технології No-till.** Поряд з використанням традиційних заходів системи основного обробітку ґрунту проводиться розробка перспективних економічно- вигідних енерго – та ресурсозберігаючих і одночасно ґрунтозахисних технологій – мінімального і нульового обробітків ґрунту, які передбачають зменшення кількості агротехнологічних операцій.

Зародження і розвиток технологій No-till розпочалося в 1955 році у Великобританії. Це стало можливим у результаті синтезу гербіцидів суцільної дії з коротким періодом розкладу. Обсяги застосування цих технологій у світі складають близько 105 млн. га. На Бразилію, Аргентину, США, Канаду, Австралію і Парагвай припадає 95% площі. На частку Європейського континенту приходиться 2,5-3,0%.

Щорічно площі під No–till зростають приблизно на 1 млн. га. Застосування технологій No-Till суттєво зменшує використання техніки, що забезпечує економію пального до 60%. Так, застосування даної технології дозволяє отримати на 1 л пального 123 кг зерна, тоді як за традиційної – 50 кг

зерна. За прогнозами США, до 2030 р. нульовий обробіток ґрунту буде проводитись на 35% орних земель.

Вирощування сільськогосподарських культур за системою No-Till має свої особливості порівняно із загальноприйнятими технологіями. Передусім це стосується збирання врожаю попередньої культури, проведення сівби та створення оптимальних умов живлення рослин. Оранку і культивацію в системі нульового обробітку виключають, а поверхню ґрунту вкривають шаром подрібнених залишків рослин-мульчею, що запобігає водній та вітровій ерозії ґрунтів, а також значно краще зберігає вологу. Тому нульовий обробіток найдоцільніше застосовувати в посушливих регіонах. За такої технології інтенсивно використовують гербіциди, оскільки такий обробіток не сприяє зменшенню забур'яненості посівів.

Ефективне запровадження нульових технологій значною мірою стримувалося не лише відсутністю наукового обґрунтування продукційного процесу рослин за прямої сівби, а й відсутністю високоефективних сівалок для її проведення.

На сьогодні ринок України пропонує досить багато сівалок різних фірм для прямої сівби для більшості польових культур у необроблений ґрунт. Нульовий обробіток дає можливість зменшити негативну дію ґрунтообробних знарядь на ґрунт (ущільнення, зміна структури, порушення водного режиму). Ефективність нульового обробітку ґрунту залежить від своєчасного внесення мінеральних добрив у рекомендованих дозах і співвідношеннях та використання засобів захисту рослин.

Особливості нульової технології. Найбільш сприятливі для нульового обробітку є добре дреновані ґрунти середнього гранулометричного складу, а важкі глинисті, піщані або пилуваті менше підходять для цієї технології через їхню переущільненість (природну або антропогенну). Але у випадку, коли піщані або пилуваті ґрунти мають підвищений вміст органічної речовини, можливість ефективного застосування нульового обробітку ґрунту на них зростає. Як і всі технології система No-till має переваги та недоліки.

Так, *до переваг слід віднести:*

- різке у 3-5 разів підвищення продуктивності праці;
- можливість здійснення сівби польових культур у оптимальні агротехнічні строки;
- скорочення витрат на оплату праці в 1,6 рази, придбання сільгосптехніки -1,5, на пальне – 2,2 рази. З урахуванням витрат на добрива, вапно, гербіциди та інсектициди, робочу силу, економія сукупних витрат становить, за даними зарубіжних країн, 12%;
- зниження рівня евтрофікації водойм завдяки обмеженню потрапляння у них елементів, які викликають бурхливий розвиток водоростей;
- захист ґрунтів від ерозії, дефляції і антропогенного переущільнення;
- можливість значного підвищення вмісту в ґрунті органічної речовини і гумусу;

- в умовах достатнього зволоження підвищення коефіцієнтів використання елементів живлення рослинами із мінеральних добрив, передусім фосфору (особливо за помірних доз внесення), завдяки локалізації добрив і кореневої системи в найбільш біологічно активному поверхневому шарі;
- збагачення ґрунтів на мікро- та мезофауну, зокрема на дощові черв′яки, які відіграють важливу роль у формуванні ґрунтів;
- зменшення емісії CO2 з атмосфери і закріплення його у формі органічної речовини ґрунту;
- можливість підвищення за певних умов урожайності польових культур і зниження собівартості продукції рослинництва;
- вирівнювання поверхні ґрунту, унаслідок чого покращуються умови праці механізаторів і функціонування технічних засобів та зниження вібраційних навантажень.

Застереження до системи No-till:

- Наявність на поверхні ґрунту післяжнивних решток, особливо після кукурудзи, знижується температура ґрунту навесні на 2,8-5,0 0С. При цьому етапи органогенезу польових культур зміщуються на пізніші строки. Виникає потреба у посиленні фосфорного живлення рослин, зміни строків сівби ярих культур.
- Можливе перезволоження орного шару на ґрунтах, що слабо дренуються, а це супроводжується різким зниженням їхньої біологічної активності. Компенсація цього недоліку досягається підвищенням дози азоту на 25-30 кг/га. • Погіршення умов роботи дренажних систем на осушуваних землях. Зі зменшенням глибини обробітку і переходом на технології «нульового» обробітку зростає негативний прояв мікропонижень («блюдець»), особливо у роки формування притертої льодяної кірки на озимих.
- Можливе зниження польової схожості насіння внаслідок насичення посівного шару післяжнивними рештками, що супроводжується необхідністю підвищення норми висіву насіння на 15-25%.
- Збільшуються витрати на системи захисту посівів від бур′янів на 15 – 100% порівняно з загальноприйнятим обробітком, залежно від культури і типу сівозмін.
- Знижується ефективність ґрунтових гербіцидів у зв′язку з утриманням частини препаратів на післяжнивних рештках, а також посиленою детоксифікацією діючих речовин у біологічно активному поверхневому шарі ґрунту.
- За інтенсивного захисту посівів від бур′янів посилюється ризик появи резистентних до гербіцидів популяцій бур′янової флори.
- Створюються напружені умови для підтримки сприятливого фітосанітарного стану посівів, що пов′язано з наявність на поверхні ґрунту рослинних решток, на яких накопичується та зберігаються джерела інфекції, залучаються шкідники, що відкладають на них яйця, формуються сприятливі умови для виживання шкідників у зимовий період.
- Ускладнюється боротьба з мишоподібними гризунами.

- За посушливих умов можливий недобір урожаю і зниження якості зерна з причин збіднення на поживні речовини нижньої половини орного шару та їх позиційної недоступності за пересихання верхнього шару 10 см.
- На фонах із великою кількістю на поверхні ґрунту рослинних решток зменшується ефективність підживлень азотом розкидним методом. За потрапляння карбаміду на поверхню поживних решток втрачається 1/3 азоту.
- За тривалого агрохімічного «навантаження» на поверхневий шар ґрунту ускладнюється підтримка оптимальних фізико-хімічних параметрів родючості ґрунту. Їх корекція за рахунок вапнування має відбутися меншими дозами й удвічі частіше, ніж при загальноприйнятому обробітку.
- За значної виснаженості ґрунтів середнього і важкого гранулометричного складу при залишенні їх без обробітку у перші роки запровадження системи No-till спостерігається явище сезонної цементації зі значним підвищенням щільності будови ґрунту та різким зниженням продуктивності агрофітоценозів. Відновлення оптимальних параметрів щільності ґрунту відбувається поступово протягом 3-4 років. • Висока ціна посівної техніки для прямої сівби є серйозною фінансовою проблемою для значної кількості господарств.

Технологія «стрип-тілл». Технологія «стрип-тілл», або смуговий обробіток, є ресурсоощадною, що досить важливо, із точки зору економії, в сучасних умовах господарювання. Також екстремальні кліматичні умови, що лише посилюються із кожним роком, змушують упроваджувати саме технологію «стрип-тілл», оскільки в ній поєднуються всі найкращі елементи мінімального обробітку та технології «ноу-тілл». До того ж, якщо за переходу на «ноу-тілл» у перші роки формується середнього рівня врожайність, то за «стрип-тілл» зниження врожайності не відбувається – вона може бути навіть вищою, ніж за використання попередніх технологій. Смугове глибоке осіннє розпушення ґрунту в зоні висівання насіння сприяє поліпшенню його фізіологічного стану, підвищуючи водопроникність, унаслідок чого відбувається інтенсивніше накопичення вологи у зимовий період, а у період вегетації, за надмірного випадання опадів, вода не застоюється на поверхні ґрунту, проникаючи в глибші горизонти. Оптимальна щільність ґрунту (1,2 г/см3) створює умови для кращого проникнення кореневої системи культур у глибші горизонти і не сприятиме її горизонтальному розгалуженню у поверхневому шарі. Рослинні рештки, які залишаються у міжряддях, це – мульчуючий шар, який сприяє зменшенню випаровування вологи, а також – органічні добрива. Оброблені восени смуги швидше прогріваються навесні, що дозволяє раніше розпочати весняні польові роботи, ніж за технологій «ноу-тілл».

Дана технологія має переваги і завдяки смуговому принципу внесення добрив. Якщо насіння висівають на глибину 4-5 см, то добрива вносять під насіння на глибину10-12 см. Проведення смугового обробітку потребує лише від 8 до 11 л/га дизельного палива (обробляється лише 30% ґрунту), зростає продуктивність – 60 га і більше за зміну Тому для виконання операцій за

цією технологією потрібні лише: агрегат «стрип- тілл», сівалка, обприскувач та комбайн.

1.5. Трансформація технологій в рослинництві

Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур досягли критичних меж в ***екологічному*** (забруднення природного середовища і пригнічення механізмів його саморегуляції), ***енергетичному*** (ріст енергозатрат на кожну одиницю додаткової продукції) і ***продуційному*** (збільшення доз добрив і пестицидів призводить до пригнічення росту і розвитку культурних рослин і ґрунтових організмів, зменшує стійкість агроценозів до абіотичних і біотичних стресів, багато культур досягли максимального індексу урожаю) аспектах, тому виникла необхідність розробки і впровадження у виробництво принципово нових технологій, які б відповідали концепції отримання екологічно чистої продукції в екологічно безвідходному виробництві.

Одним із таких напрямків, який набуває все більшого значення, є системи енергозбереження в рослинництві. Сучасний стан дефіциту енергетичних ресурсів, поряд з різким падінням родючості ґрунтів, вимагає впровадження в рослинництві ресурсозберігаючих технологій, які мають забезпечити вирішення ряду проблемних питань.

Продуційна проблема. Застосування інтенсивних технологій дало змогу отримувати відповідний до вимог людства рівень виробництва продуктів харчування. Зростання кількості населення та поступове скорочення орнопридатних земель вказують на необхідність збереження та розширення рівня виробництва. Більшість нових технологій, основою яких є мінімалізація обробітку ґрунту або повне скасування його, не вирішують даної проблеми.

За даними багаторічних досліджень, зменшення активного впливу на поверхню ґрунту послаблює кругообіг поживних речовин, що з одного боку сприяє збереженню родючості ґрунту, з іншого – зниженню продуктивності ріллі. Сайко В.Ф. відмічає, що зменшення виробництва і внесення органічних добрив зумовило випадання з кругообігу понад 300 тис. т азоту. Посилання на необхідність ресурсозбереження та підвищення економічної ефективності не завжди виправдані через високу суб’єктивність даної оцінки. Зниження ж продуктивності культур за мінімалізація обробітку ґрунту є головним фактором впровадження енергоощадних технологій в рослинництві.

Екологічна проблема. При виборі технологій вирощування головну увагу слід приділяти щонайменшому використанню синтетичних засобів – основної причини забруднення довкілля від сільськогосподарського виробництва. Мінімалізація інтенсивного обробітку та зменшення внесення добрив зумовили необхідність підсиленого хімічного навантаження. З іншого боку екологічна проблема передбачає збереження родючості ґрунтів та зниження темпів їх деградації, що майже не узгоджується з принципами інтенсивних технологій. **Енергетична проблема.** Витрати енергії на вирощування зернових культур повинні бути в декілька разів менші, ніж вміст її в урожаї. Однак може бути, що затрати енергії на технологію перевищують вміст енергії у вирощеній продукції. Це спостерігається при

низькій врожайності культур або нераціональному використанні наявних матеріальних ресурсів. Багаторічні дослідження з вивчення енергетичної ефективності технологій свідчать про необхідність переходу на енергоощадні технології, за яких урожайність зменшується порівняно з інтенсивними на 14-15%, однак і витрати енергії на 1 га в 1,5 рази менші. Внаслідок цього, коефіцієнт енергетичної ефективності за енергоощадних технологій зростає до 1,8-2,4.

За звичайних технологій (без використання добрив і засобів захисту рослин) витрати енергії зменшуються в три рази, порівняно з інтенсивними, але коефіцієнт енергетичної ефективності залишається низьким через низьку енергоємність урожаю. Важливе місце в енергетичному аналізі технологій вирощування зернових культур займає вивчення структури енергетичних витрат. Це дозволяє виявити резерви зменшення енерговитрат на окремих ланках технології. Основними з них є підвищення ефективності добрив, економія паливно-мастильних матеріалів. Отже, перехід до енергоощадних технологій-резерв зменшення енергоємності рослинницької продукції.

Соціальна проблема. Вибір сучасних технологій мусить залежати від органічного поєднання вітчизняного виробництва продукції різними галузями народного господарства. Технології з використанням іноземної техніки та інших матеріальних ресурсів (засобів захисту росту, насіння тощо), навіть за умов перспективності виробництва, стають залежними від зовнішньої політики. Недостатньо обґрунтоване спрощення технологій агровиробниками може прискорити тенденцію скорочення чисельності сільського населення.

На даному етапі розвитку технологій в рослинництві необхідно враховувати, що найбільш поширена економічна оцінка нових технологій не має бути першочерговою без урахування вирішення вказаних проблем. Найактуальнішим питанням є удосконалення еколого-енергетичної оцінки технологій з урахуванням продуційних та екологічних змін після їх застосування і всебічної оцінки стійкості агроценозу. Новітні енергоощадні технології забезпечують скорочення розриву між потенційною врожайністю і реальною продуктивністю рослин, підвищують вихід необхідної людині продукції із загального врожаю шляхом впливу на продуційний процес посівів агротехнологічними заходами, що застосовуються на основі результатів морфофізіологічного аналізу розвитку елементів продуктивності рослин. Результати біологічного контролю за продуктивністю рослин дозволяють не лише регулювати процес формування врожаю та максимально реалізувати ці заходи з урахуванням збереження довкілля, а також і поліпшувати родючість ґрунту.

ЛЕКЦІЯ 2

Основні шляхи підвищення врожайності – збільшення фотосинтетичної продуктивності рослин за рахунок підвищення коефіцієнта використання сонячної радіації.

План:

2.1. Біологічна сутність інтенсивних технологій.

2.2. Родючість грунту основний фактор життя рослин.

2.3. Роль світла, тепла, повітря, води в житті рослин.

2.4. Зниження негативного впливу факторів зовнішнього середовища.

Key words: *ways to increase the yield, photosynthetic productivity, solar radiation, the main factors of plant life, the role of light, heat, water, air, soil factors*

2.1. Біологічна сутність інтенсивних технологій.

На фізіологічні процесиформування врожаїв польових культур впливає багато *нерегульованих* (сонячна радіація, температура, опади та ін.) і *регульованих* (сорти, обробіток ґрунту, попередники, добрива, засоби захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб, регулятори росту, зрошення та ін.) факторів. Найвищої продуктивності сільськогосподарських культур можна досягнути за умови оптимізації їх росту і розвитку на основних етапах формування елементів врожайності. З урахуванням факторів, які позитивно або негативно впливають на формування врожаю, можна значною мірою врівноважити вплив метеорологічних факторів і цілеспрямовано використати ті фактори, які контролюються людиною. Створення продукції рослинництва обумовлюється біологічними процесами.

Урожай біомаси на 90-95% формується в процесі фотосинтезу з використанням сонячної радіації і неорганічних речовин (вуглекислий газ, вода, мінеральні речовини) у тканинах зелених рослин на світлі за участю хлорофілу. Біологічна сутність інтенсивної технології і в підвищенні ККД фізіологічно активної радіації (ФАР). Нині коефіцієнт корисної дії (ККД) енергії ФАР у виробничих посівах становить 1,0-1,5%, а якщо його підвищити до 2-3% урожай зросте втричі. Досягти такого рівня використання ФАР можна за умови оволодіння науковими основами інтенсивних технологій. Особливе значення має сорт. Так, потенціал продуктивності сучасних сортів пшениці озимої досягає 10-12 т/га, а фактично одержують урожай в межах 30-50% їх можливої спроможності.

На кожному етапі розвитку рослини потребують конкретних співвідношень факторів зовнішнього середовища, і чим ближчі ці співвідношення до оптимальних, тим кращі умови створюються для формування високої продуктивності рослин. Важливо при цьому враховувати основні закони землеробства і рослинництва.

Закон фізіологічної рівноцінності і незамінності факторів. Його суть в тому, що жоден фактор середовища не може бути замінений іншим.

Закон обмежувального фактора, або закон мінімуму. Розвиток рослин і урожайність обмежуються тим фактором, який перебуває в мінімумі. Тільки при усуненні цього мінімуму продуктивність підвищується і буде зростати до тих пір, поки в дефіциті не буде інший фактор.

Закон сукупної дії факторів – у природних умовах життєві фактори діють на рослини не ізольовано, а комплексно, одночасно. Для формування високих урожаїв необхідна одночасна і сукупна дія всіх факторів.

Закон критичного періоду по відношенню рослин до фосфору – якщо польові культури на початку розвитку перенесли фосфорне голодування, то вони не зможуть сформувати високий врожай, навіть за доброго забезпечення фосфором у наступні періоди.

За *законом повернення* використані рослинами поживні речовини повинні повертатися в ґрунт з внесеними добривами. Тільки таким чином можна підтримувати ефективну родючість ґрунту.

Закон плодозміни передбачає чергування культур на полях, що сприяє одержанню більш високих урожаїв, ніж при повторних посівах, або при беззмінному їх вирощуванні. Основні закони землеробства і рослинництва є *теоретичною основою* інтенсивних технологій.

• Впровадження високоврожайних сортів та гібридів інтенсивного типу з високою якістю продукції. Сорти повинні бути районовані та адаптовані до місцевих умов,добре реагувати на високий агрофон, стійкі до вилягання, шкідників і хвороб.

• Використання насіння з високими посівними якостями (схожість насіння, енергія проростання (сила росту), маса 1000 насінин), відкаліброване, оброблене інсектицидними та фунгіцидними протруйниками. Внаслідок цього стало можливим різко зменшити норми висіву, наприклад ріпаку – до 2,5-3,0 кг/га, цукрового буряку – до 1,0-1,1 посівної одиниці, що разюче відрізняються від норм висіву в недалекому минулому.

• Розміщення посівів після кращих попередниках передбачених сівозміною, з врахуванням зональних умов. За останні 5-10 років у рослинницьких технологіях відбулись істотні зміни. У світі та Україні завершився перехід на вирощування сільськогосподарських культур у малоротаційних сівозмінах (2-3 поля), або беззмінному вирощуванню.

• Високоякісний та вологозберігаючий обробіток ґрунту: добре розпушування, вирівняність поверхні, знищення бур'янів. В останні 10-15 років у сільському господарстві стали використовувати дуже досконалу техніку: обертові плуги, комбіновані знаряддя для підготовки ґрунту до сівби, грунтообробно-посівні агрегати, самохідні обприскувачі, зернозбиральні комбайни, комбайни для збирання цукрового буряку, картоплі тощо. Більшість агрегатів обладнані системами навігації GPS, що дозволяє використовувати техніку найбільш ефективно.

Фактори інтенсивних технологій. Для успішного застосування інтенсивної технології необхідно оволодіти її науковими основами, застосовувати агрозаходи з врахуванням біології рослин і умов зовнішнього середовища. До факторів інтенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур відносяться:

• Біологічно обґрунтовані норми висіву та строки сівби з урахуванням особливостей росту і розвитку рослин і умов зовнішнього середовища. Можливе кардинальне зменшення (в 1,5-2,0 рази) норм висіву насіння.

• Управління ростом і розвитком рослин, що досягається оптимальним забезпеченням рослин елементами мінерального живлення з врахуванням їх вмісту у ґрунті.

• Широке застосування *засобів захисту рослин* для боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами, захисту від вилягання. Це - базова основа революційних змін у рослинницьких технологіях.

• Запобігання стресів при вирощуванні польових культур.

• Своєчасне і високоякісне виконання всіх технологічних операцій, які стосуються захисту ґрунтів від ерозії, накопичення вологи, створення сприятливих умов розвитку сільськогосподарських культур.

• Біологічний контроль за ростом і розвитком рослин по фазах та етапах органогенезу, що дає можливість визначити необхідність застосування тих чи інших агрозаходів.

• Біологічно обґрунтовані строки початку, тривалості і способів збирання урожаю. • Визначення науково обґрунтованого запланованого рівня врожаю з врахуванням природних ресурсів зони і лімітуючих факторів, родючості ґрунту, можливостей сорту.

Ресурсозберігаючі технології. Інтенсифікація рослинництва, незалежно від необхідності підтримки екологічної рівноваги в агроекосистемах (перехід до сівозмін з короткою ротацією і до монокультури, зменшення генетичної різнотиповості культивованих видів і сортів тощо), вимагає все більшого використання енергетичних затрат, пестицидів і добрив. Внаслідок цього з'являються стійкі до пестицидів і більш шкодочинні популяції хвороб, шкідників і бур'янів, підсилюється порушення екологічної рівноваги в агроекосистемах внаслідок загибелі корисної мікрофлори, погіршуються фізико–хімічні властивості ґрунту, зростає загроза забруднення навколишнього середовища, погіршується якість сільськогосподарської продукції. Тому необхідний пошук альтернативних технологій виробництва продуктів харчування рослинного походження, однією з яких є ресурсозберігаючі технології, які не заперечують існуючі інтенсивні технології, проте вони орієнтують на ріст наукоємності сільськогосподарського виробництва в цілому. Вони передбачають, що основна роль в захисті рослин від бур'янів повинна належати агротехнічним заходам, а гербіцидам – допоміжна. Локальне внесення гербіцидів в декілька разів зменшить потребу в мінеральному азоті. Велике значення має біологічний азот, який накопичується азотфіксуючими бактеріями. Все більшу роль в підвищенні енергетичної ефективності рослинництва відіграє диференційоване використання природних ресурсів і адаптованого потенціалу культивованих видів рослин, нова стратегія захисту від бур'янів, хвороб і шкідників, широке використання біологічних регуляторів росту та розвитку рослин і біологічних методів захисту рослин. Одним із заходів зменшення енергозатрат в рослинництві є мінімальний обробіток ґрунту, в тому числі і перехід на нульовий обробіток. Особливе практичне значення має раціональне використання рослинних залишків, що не тільки забезпечує

ріст енергетичного потенціалу ґрунту, але і покращує його водно-фізичні властивості та зменшує ерозійні процеси.

Біологічні технології. Незважаючи на вагомі успіхи у підвищенні врожайності, інтенсивна технологія створила не менш вражаючі проблеми в енергетичному балансі і, особливо, в екологічному. Не у всіх випадках підтверджувалась також економічна ефективність, особливо враховуючи значні дотації у сільськогосподарське виробництво у більшості країн світу. Все це спричинило пошуки біологічних (органічних) технологій. Головними ознаками біологічних технологій є ефективне використання сівозміни, удобрення за допомогою органіки, рослинних решток, сидератів, соломи тощо; повна відмова від застосування агрохімікатів. Розширення посівів багаторічних бобових трав (конюшина, люцерна та ін.) є обов'язковою умовою біологічних систем землеробства. Біологічні технології у рослинництві гармонійно поєднують досягнення природничих, біологічних, техногенних, організаційно-економічних, інформаційних сфер діяльності людини. Вони забезпечують одержання екологічно чистої продукції, а створені ними агрофітоценози стають важливою складовою агроландшафтів, які сприяють регенерації води і повітря, забезпечують екологічну чистоту природного середовища, підтримують безпеку і здоров'я людини. Проте відомо, що основним недоліком біологічних технологій є низька врожайність – наприклад, при переході на біологічне виробництво обсяги виробництва зерна в світі зменшилися б щонайменше вдвічі.

Сортові технології. Теоретичною основою сортових технологій вирощування є знання біологічних властивостей сорту, його потреб у воді і елементах мінерального живлення, теплі і світлі, стійкості до вилягання, шкідників, хвороб, бур'янів. Тому тільки глибоке знання особливостей сорту, та створення оптимальних умов росту і розвитку рослин, може забезпечити повну реалізацію його потенційних продуктивних можливостей.

Особливо важлива розробка сортової агротехніки, як підкреслює А.А. Жученко, для екологічно спеціалізованих сортів і гібридів, які мають вузькі межі пристосування до варіюючих умов зовнішнього середовища. Величина і якість урожаю таких сортів варіює сильніше не тільки в залежності від зміни погоди, але і від рівня агротехніки. Саме цим і пояснюється та обставина, що інтенсивні сорти, як правило, менш урожайні порівняно з місцевими сортами в несприятливих ґрунтово-кліматичних і погодних умовах, а також при обмежених можливостях оптимізації росту і розвитку за рахунок добрив, пестицидів, зрошення тощо. При розробці сортових технологій для кожного сорту і гібриду важливо виявити фази, коли вони найкраще реагують на регульовані фактори зовнішнього середовища.

2.2. Родючість грунту основний фактор життя рослин.

Фактори життя рослин поділяються на космічні та земні. До космічних відносяться світло і тепло, до земних - вода, повітря і поживні речовини. Космічні фактори мають суттєві особливості, тому що практично не регулюються в польовому землеробстві.

Порівняно з іншими засобами виробництва земля має ряд особливостей, які визначають об'єктивну необхідність інтенсифікації

землеробства. Поліпшення його культурного стану - одна з найважливіших умов підвищення родючості, що є основною його особливістю. Елементи її - це земні фактори життя рослин, тобто ті необхідні речовини, які рослини засвоюють з ґрунту. До них належать поживні речовини, вода і повітря.

Природньо, що в стародавні часи родючість ґрунту, як сонце, вогонь і воду, люди обожнювали.

Щоб одержати гарантовані стійкі врожаї, необхідно вкладати працю і кошти в землю, добрива та правильно і своєчасно застосовувати технологічні процеси. З розвитком виробничих сил старі технічні засоби змінюються на більш раціональні. Земля, навпаки, постійно поліпшується, коли її правильно використовують.

Тому під родючістю розуміють здатність ґрунту забезпечувати всіма необхідними умовами росту і розвитку.

Умови родючості забезпечують найкраще надходження та використання рослинами елементів родючості. До умов родючості ґрунту належать його фізичні, фізико-хімічні, біологічні та інші властивості.

Сучасне природознавство розглядає родючість ґрунту як функцію ґрунтотворного процесу, визначаючи її як здатність ґрунту до одночасного забезпечення рослин умовами їх нормального росту і розвитку (І. І. Назаренко, 2006).

Оскільки ознакою родючості ґрунту є величина врожаю, яка зумовлюється сукупністю властивостей, здатних забезпечити рослини всім необхідним, О. М. Грінченко зобразив їх у вигляді шестикутної призми, в кожному з кутів якої стоїть один із факторів. Усі вони пов'язані між собою: гумус; гранулометричний склад; структура; водно-повітряний і температурний режими; рослинність і мікробіологічна активність.

Лише з урахуванням усієї сукупності факторів можна підвищувати врожай. Дія на один із факторів родючості на певному етапі призводить до зниження прибавки врожаю. Дослід, проведений у Німеччині дослідником Вольні, врахував вплив на рослини трьох факторів - світла, води і живлення, одночасне збільшення яких забезпечувало стабільну прибавку врожаю.

На підставі численних наукових даних академік В. Р. Вільямс зробив важливий висновок: щоб підвищити родючість ґрунту, необхідно одночасно подіяти на всі фактори життя і росту рослин. Це характеризує ґрунт із природно -наукових позицій. Водночас при характеристиці родючості ґрунту необхідно враховувати і соціально-економічні аспекти. Як тільки ґрунт починають використовувати для вирощування культурних рослин, здатність його забезпечувати рослини всім необхідним визначається не тільки природними властивостями, а й характером впливу на нього людини. Останній визначається соціально-економічними умовами суспільства.

Проблему родючості не можна розглядати з відривом від обґрунтування теорії земельної ренти, яка зобов'язана своїм походженням суспільству, а не ґрунту. Рівень родючості тісно пов'язаний з питанням про те, кому належить земля. Родючість розглядається як здатність ґрунту давати врожай.

Окультурення - процес зміни важливих природних властивостей ґрунту в сприятливому напрямі шляхом застосування науково обґрунтованих

заходів впливу на ґрунт (внесення добрив, вапнування і гіпсування, меліорація, обробіток ґрунту, боротьба з бур'янами та поліпшення фітосанітарного стану).

Для окультурення ґрунтів використовують біологічні, хімічні і фізичні методи.

Біологічний метод забезпечує регулювання синтезу і розкладу органічної речовини в ґрунті як рослинного, тваринного, так і мікробіологічного походження. Значення органічної речовини - головного показника родючості ґрунту - дуже велике. Від її кількості та якісної характеристики залежать як агрохімічні, так і агрофізичні властивості, водно-повітряний, тепловий і поживний режими, а також мікробіологічна активність.

У ґрунті органічна речовина перебуває в різних формах: у живих організмах, що населяють ґрунт; у рештках рослин, тварин, мікроорганізмів та внесених у ґрунт органічних добривах; у продуктах життєдіяльності живих організмів; у ґрунтовому розчині.

Основним джерелом органічної речовини є рослинні рештки сільськогосподарських культур. На вміст органічної речовини в ґрунті особливоспособом збагачення ґрунту на азот шляхом фіксування його з атмосферного повітря бульбочковими бактеріями. Розклад органічної речовини в ґрунті посилюється завдяки застосуванню механічних методів його обробітку, введенню в сівозміни просапних культур і парів.

Органічна речовина надходить у ґрунт не лише після відмирання рослин, а й протягом їхнього життя, внаслідок безперервного процесу відмирання різних частин коріння, особливо після цвітіння і на початку достигання.

з частками ґрунту, сприяють рівномірному розміщенню органічної речовини і утворенню структурних агрегатів.

Різні групи культур після збирання врожаю залишають у ґрунті неоднакову кількість органічної речовини, тому їх поділяють на такі групи:

1) багаторічні бобові й злакові трави, що залишають у ґрунті найбільшу кількість органічної речовини. До того ж бобові трави здатні фіксувати атмосферний азот повітря і нагромаджувати його у великій кількості в кореневих і надземних органах;

2) однорічні зернові й зернобобові культури звичайної рядкової сівби. Вони залишають у ґрунті значно менше органічних речовин з незначною кількістю фіксованого азоту повітря. Проте між однорічними культурами в цьому є суттєва різниця. Так, однорічні бобові люпин і середела мало поступаються багаторічним бобовим і помітно перевищують інші однорічні культури. Озимі культури залишають у ґрунті більше органічної речовини, ніж ярі зернові. Після їх збирання в ґрунті залишається 1,5-3 т/га органічної речовини, тоді як багаторічні бобові залишають 12-15 т/га;

3) просапні культури залишають після збирання найменшу кількість органічної речовини.

При вирощуванні бобових культур у ґрунті одночасно відбувається два протилежних процеси: синтез, нагромадження органічної речовини і її руйнування. Інтенсивність цих процесів та їх співвідношення визначають

кінцеві результати, за якими оцінюють вплив культур на ґрунт. Якщо результати позитивні, тоді культуру вважають позитивно діючою на родючість ґрунту, а при негативних показниках - навпаки. Проте на руйнування органічної речовини головним чином впливає технологія вирощування культур.

Поряд з кількістю рослинних решток, що залишають у ґрунті різні групи сільськогосподарських культур після їх збирання, важливе значення має хімічний склад і швидкість розкладу решток у ґрунті. Вміст азоту в кореневих рештках багаторічних бобових трав становить 2,2-2,7%, фосфору - 0,4-0,8, а в стерньових рештках - відповідно 1,8-2,7 і 0,2-0,7%. Злакові трави в рештках містять помітно менше азоту. Слід пам'ятати, що хімічний склад коренів змінюється протягом вегетації. Так, наприкінці вегетації рослин вміст азоту і зольних елементів помітно зменшується.

Кореневі й стерньові рештки однорічних культур, за винятком бобових, містять менше поживних речовин, ніж багаторічні рослини. Рослинні рештки розкладаються під впливом діяльності мікроорганізмів і фауни ґрунту.

Мікрофлора використовує органічну речовину як джерело живлення та енергії. На цей процес впливають насамперед вологість, температура, pH ґрунту, вміст у ньому кисню та поживних речовин, а також хімічний склад рослинних решток.

Важливе значення органічної речовини, яка істотно змінює властивості ґрунту, значною мірою пов'язане з можливістю її взаємодіяти з мінеральною частиною ґрунту. Утворені при цьому органо-мінеральні сполуки - обов'язковий комплекс будь-якого ґрунту. Ці сполуки сприяють високій біологічній активності, оптимальному стану всіх властивостей ґрунту, що перебувають у зв'язку з органічною речовиною. Остання, нагромаджуючи велику кількість вуглецю, сприяє більшій стійкості кругообігу його в природі, що визначає важливу біогеохімічну функцію органічної речовини в ґрунті.

Хімічний метод передбачає внесення в ґрунт мінеральних добрив, вапна та гіпсу для поповнення запасів доступних для рослин поживних речовин і усунення несприятливих хімічних властивостей ґрунту та ґрунтового розчину.

Фізичний метод полягає у фізичному впливі на ґрунт. Це застосування відповідних заходів і систем обробітку ґрунту, поліпшення ґрунтової структури, водного, повітряного та теплового режимів ґрунту. Ці заходи можуть позитивно впливати на ґрунт лише за умови їх науково обґрунтованого поєднання.

Розрізняють три види родючості ґрунту: природну, штучну та ефективну.

процесів ґрунтоутворення без антропогенного впливу на цей процес. Ця потенційна родючість зумовлюється гранулометричним складом ґрунту, фізикохімічними властивостями, кількістю та якістю гумусу, реакцією розчину та іншими показниками.

Штучна родючість створюється в процесі використання землі як основного засобу сільськогосподарського виробництва, а ефективна -

сукупністю природної і штучної родючості. Остання визначає кількість і якість урожаю і залежить від комплексу агротехнічних та інших заходів.

При великих матеріальних, енергетичних і науково-технічних можливостях суспільства особливої актуальності набуває програмований вплив на ґрунт, створення теоретичних і практичних моделей родючості.

Управління родючістю ґрунту в інтенсивному землеробстві все більше будується на нормативно-технологічній основі.

Родючий ґрунт повинен відповідати насамперед таким вимогам: містити достатню кількість доступних поживних речовин і води та забезпечувати оптимальний повітряний і тепловий режими ґрунту; бути достатньо захищеним від ерозії, мати сприятливий фітосанітарний стан.

Найважливіші особливості технологічних моделей родючості такі: теоретична, експериментальна та економічна обґрунтованість ефективності й відтворення розширеної родючості ґрунту; диференціація моделі родючості залежно від рівня інтенсифікації землеробства в конкретних умовах господарства (тип ґрунтів, економічні показники та спеціалізація сівозмін); екологічна збалансованість технологічних моделей родючості.

Родючість ґрунту є такою властивістю, яка здатна до відтворення і в природних умовах, і при сільськогосподарському використанні ґрунту.

Відтворення родючості може бути розширеним, простим і неповним. Розширене відтворення родючості - це поліпшення сукупності властивостей ґрунту, які впливають на його родючість. *Просте* - це відсутність помітних змін сукупності властивостей ґрунту, які впливають на його родючість. Неповне - це погіршення властивостей ґрунту, які впливають на його родючість. Це розповсюджене як у світі, так і в нашій країні явище має негативні наслідки в природному й соціально-економічному відношеннях. Зниження родючості ґрунту відбувається внаслідок трьох основних процесів: 1) антропогенної деградації (ерозія, спричинена людиною, вторинне засолення, вторинне заболочення); 2) виснаження ґрунту (зменшення запасів гумусу, поживних речовин тощо); 3) стомлення ґрунту (накопичення в ньому різних токсичних речовин, що є наслідком недотримання науково обґрунтованого чергування культур, надлишку хімічних засобів тощо).

Для підвищення ефективної та природної родючості треба впроваджувати науково обґрунтовані системи землеробства, що може забезпечити *окультурення* ґрунтів.

Окультурення ґрунтів - систематичне використання заходів щодо підвищення їхньої родючості з урахуванням генетичних властивостей, вимог сільськогосподарських культур, тобто формування ґрунтів із вищим рівнем ефективної й потенційної родючості.

Обов'язковим при окультуренні ґрунту має бути науково обґрунтований режим живлення і здійснюватися він має з екологічним підходом.

Окультурення ґрунту - це екологічна реорганізація всіх компонентів біогеоценозу, що призводить до антропогенної заміни ґрунтових режимів під потреби рослини.

Таке штучне обмеження біорізноманітності в агроценозі робить подібні екосистеми нестійкими. Саме тому едафототи агроценозів потребують ретельної уваги та бережного ставлення.

Родючість ґрунту зумовлюється дією як природних так антропогенних факторів. За умов низької культури землеробства родючість ґрунту визначається в основному природними факторами, складом і властивостями самого ґрунту. Із зростанням культури землеробства рівень ґрунтової родючості стає все більш залежним від антропогенного фактора. Однак ці фактори родючості пов'язані між собою, і тільки врахування всієї їх сукупності дає можливість підвищувати врожай.

Згідно з даними О.М.Лебедянцева, найвищою ефективною родючістю, що проявляється в оптимальних умовах зволоженості та температури, володіють чорноземи типові та звичайні. З просуванням від них на північ (підзолисті ґрунти) та на південь (сіроземи) рівень родючості знижується. Застосування мінеральних добрив суттєво збільшує кількість продукції, однак не змінює закономірності, яка встановлена у випадку без добрив. Відмінності в родючості цих ґрунтів зумовлені насамперед їхніми генетичними особливостями.

Людина підвищує природну родючість ґрунтів у процесі їхнього сільськогосподарського використання за допомогою добрив, обробітку, внесення меліорантів (вапна, гіпсу та інших сполук), зрошення, осушення, сидерації, сівозміни і т. ін. Поліпшення водно-повітряного й поживного режимів, агрофізичних, фізико-хімічних, агрохімічних властивостей, біологічної активності ґрунту істотно підвищує його родючість.

На сучасному етапі розвитку суспільства перед землекористувачами стоїть завдання не просто відновлювати ґрунтову родючість, а розширено її відтворювати в процесі окультурювання ґрунту.

Оскільки різні рослини потребують неоднакових умов і неоднаково використовують природну родючість ґрунту, окультурювання повинно сприяти зміні найважливіших агрономічних властивостей ґрунту та встановленню вирощуваних на ньому культур.

Для ефективного окультурювання ґрунтів і підвищення їхньої родючості необхідно застосувати комплекс заходів, які повинні бути узгодженні з особливостями кожного ґрунту і кожного поля. Головне - усунути негативну дію факторів, які лімітують родючість ґрунту. Так, для підзолистого типу ґрунту основними заходами є вапнування, внесення органічних добрив, травосіяння, сидерація; для чорноземів - заходи щодо накопичення і збереження ґрунтової вологи та захисту їх від ерозійних процесів; для каштанових солонцюватих - гіпсування і вологонакопичення; для перезволожених - осушення; для торфових - підвищення ущільненості тощо.

2.3. Роль світла, тепла, повітря, води в житті рослин.

Світло має велике значення в житті рослин. Під його впливом у рослинах відбувається фотосинтез, завдяки чому рослина створює органічні речовини, а в повітря виділяється кисень, необхідний для дихання всіх організмів. У зв'язку з цим фотосинтез називають повітряним живленням,

хоча при фотосинтезі використовується не тільки вуглекислий газ, а й вода, і розчинні в ній сполуки азоту, фосфору, калію та інших елементів, які поглинаються із ґрунту в процесі кореневого живлення.

Світло помітно впливає на ріст і розвиток рослин. При недостатньому освітленні порушується нормальний ріст і в більшості рослин формуються видовжені тонкі стебла. Недостатня інтенсивність світла негативно впливає на якість врожаю - знижується вміст білка в зернових, цукру - в буряках, крохмалю - в картоплі, жиру - в насінні соняшнику тощо.

Фотосинтезу належить провідна роль в утворенні органічної речовини рослин. Завдяки цьому процесу утворюється 95% маси сухих речовин рослин. Тому керування фотосинтезом посіву - один з найефективніших шляхів управлінням продуктивністю рослин.

До найважливіших факторів, що визначають рівень продуктивності посівів сільськогосподарських культур, належать: енергія сонячного світла, яку забезпечує проходження фотосинтезу; забезпечення посівів вуглекислим газом; рівень мінерального живлення, умови водопостачання та тепловий режим.

Основне завдання землеробства - використання енергії сонячної радіації з найбільшим коефіцієнтом корисної дії.

Необхідність переходу до біологічно чистої енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур зумовлює максимальне використання потенційних можливостей рослин при спрямованому для цього керуванні життєво необхідними факторами їх життя.

За сучасними уявленнями, оптимальні за структурою, рівнем забезпеченості водою, мінеральним живленням та вуглекислим газом посіви найпродуктивніших сортів можуть використовувати 4-5% ФАР (фотосинтетично активної радіації) на фотосинтез та нагромадження органічної речовини. Але при середніх урожаях по країні (25-30 ц/га) зернові культури використовують не більше ніж 0,6-0,9% ФАР. Отже, для збільшення врожаю цих культур існують великі резерви. Важливим для дальшого зростання його є створення високопродуктивних сортів та гібридів, які характеризуються підвищеною фотосинтетичною активністю, а також розроблення науково обґрунтованих технологій їх вирощування.

Формування більшої чи меншої асимілюючої поверхні всіх листків рослин, як правило, позначається на їхній загальній продуктивності. Можлива поверхня листя різних рослин різна. На 1 $м^2$ посіву площа листяної поверхні в рослин така ($м^2$): зернові рослини - 8, бобові трави - 12, бавовник і цукрові буряки - 5, картопля - 3,7.

Поряд з листками у створенні біологічного врожаю сільськогосподарських культур у фотосинтезі беруть участь і стебла.

Валова продуктивність фотосинтезу залежить від середньої за обліковий або за весь період вегетації інтенсивності фотосинтезу, площі листків і тривалості процесу.

Валова продуктивність фотосинтезу зумовлюється також оптимальною асиміляційною поверхнею та тривалості її роботи. Проте ще не всі можливості використовуються для підвищення продуктивності синтезу.

Найскладнішою є проблема підвищення інтенсивності фотосинтезу, на яку впливають такі фактори зовнішнього середовища, як концентрація вуглекислоти в повітрі та ґрунті, інтенсивність світла, температури і вологість ґрунту і повітря, вміст мінеральних поживних речовин у ґрунті.

Дослідження показують, що середній вміст CO_2 в повітрі, який становить 0,03%, мінімальний для рослин. Тому збільшення його концентрації завжди сприяє підвищенню енергії фотосинтезу і є корисним для рослин.

Установлено, що в процесі фотосинтезу сільськогосподарські рослини на 1 га посіву за звичайних умов росту засвоюють з повітря за добу в середньому 120-250 кг CO_2. Для створення врожаю озимої пшениці 40 ц/га рослини повинні поглинути з повітря не менше ніж 20-25 т CO_2. Така кількість CO_2 міститься в шарі повітря заввишки 200 м над 1 га посіву.

Розподіл CO_2 в різних шарах атмосфери неоднаковий. Найбільша його кількість міститься в приземному шарі, а також у повітрі ґрунту. Особливо багато CO_2 в ґрунтовому повітрі орного шару, де його кількість досягає 0,122,5%. Значна концентрація CO_2 в ґрунті (вище 1%) токсична для коренів рослин, життєдіяльності більшості аеробних мікроорганізмів.

У сонячні дні при енергійному фотосинтезі вміст CO_2 в повітрі, яке оточує рослину, зменшується до 0,012%. Основним джерелом поновлення CO_2 приземного шару повітря є ґрунт, де він утворюється внаслідок дихання мікроорганізмів, розкладання органічної речовини, добрив, рослинних решток, а також завдяки диханню кореневої системи рослин. На величину утворення та інтенсивність виділення CO_2 з ґрунту впливають запаси органічних речовин і елементів мінерального живлення в ґрунті, вологість, температура, структура, його будова тощо.

Різні ґрунти виділяють неоднакову кількість CO_2: піщаний неудобрений за 1 год на 1 га в середньому 2 кг, суглинок - 4, багаті перегноєм чорноземи різних типів - від 10 до 25, середньо удобрений ґрунт - 5 кг. Тому внесення органічних і мінеральних добрив, поліпшуючи живлення рослин, посилює процес утворення CO_2 ґрунтовими мікроорганізмами.

Променева енергія сонця у більшості випадків впливає на особливості процесів росту, форму і розміщення листків у рослин та ін. Вона бере участь не тільки у формуванні органічної речовини, а й у її перетворенні й відкладанні, впливає побічно та безпосередньо на процеси загартування рослин і на посухостійкість. Світло також впливає і на формування органів рослин.

У похмуру погоду або в загущених осінніх сходах у злаків конус наростання основного стебла та пагонів завжди виноситься (піднімається) ближче до поверхні ґрунту, їх ріст за умов недостатнього освітлення припиняється із запізненням. Все це зумовлює невелику продуктивність таких сходів. Науковими дослідженнями встановлено, що у зв'язку з різною інтенсивністю освітлення неоднаково відбуваються біологічні, фізіологічні та біохімічні процеси в рослинах, що в кінцевому результаті впливає на вміст хлорофілу, анатомію, морфологію окремих органів та габітус рослин. Світловий режим озимої пшениці впливає не тільки на розвиток, а й на процеси росту, висоту стебла, кількість листків, довжину та ширину

листкової пластинки. У середньому вглиб травостою пшениці надходять тільки 15-20% сонячної радіації.

Для нормального росту і розвитку рослин озимої пшениці необхідна мінімальна інтенсивність освітлення - 1,8 тис. люксів. Пряме сонячне світло опівдні дає 30-40 тис. люксів. Недостатнє освітлення може послаблювати фотосинтез, що негативно впливає на врожай, а в поєднанні з багатим азотним фоном призводить у зернових культур до різкого збільшення стерильності квіток.

Оптимальна інтенсивність освітлення є необхідною умовою, яка забезпечує високу фотосинтетичну активність рослин, формування високопродуктивних репродуктивних органів.

Важливим якісним показником стану посівів, здатних з великим ККД засвоювати енергію світла та CO_2 з повітря, є досить висока оптична діяльність при великій сумарній поверхні асимілюючих органів, головним чином листків.

Зміни в інтенсивності освітлення часто тісно пов'язані із змінами температурного режиму ґрунтів і посівів. Останні помітно впливають на проходження мікробіологічних процесів у ґрунті, а тим самим і на поживний режим ґрунту. Тому питання впливу світла на рослини є важливим як з теоретичної, так і з практичної сторони. Оптимальний світловий режим посіву можна створити відповідною нормою висіву, способами сівби, розміщенням рослин та площі, кількістю їх у рядках та ін. Цими заходами можна помітно збільшувати коефіцієнт корисної дії фотосинтезу. Підраховано, що на поверхні Землі теоретично максимально можливе значення ефективності природного світла для фотосинтезу становить 16-24%.

Для підвищення продуктивності озимих культур, багаторічних трав, велике значення має період весняного відновлення вегетації. Залежно від часу весняного відновлення вегетації рослини дістають різні дози стартової світлової і теплової енергії. На одних культурах вплив цього важливого екологічного фактора проявляється відразу ж після пробудження. При ранніх строках відростання озимі сильніше кущаться і вкорінюються, в них розвивається більша площа листкової поверхні, їхній фотосинтетичний потенціал підвищується. Ранній період відновлення вегетації озимини позитивно впливає на ріст вегетативної маси, освітленість у нижніх ярусах стеблестою, що призводить до формування міцних нижніх міжвузлів і стійкості рослин проти вилягання.

Пізнє відновлення вегетації зумовлює формування низькорослих рослин, зрідженість стеблестою і зниження продуктивності культур.

Культурні рослини по-різному реагують на загальну кількість світла протягом вегетації і на тривалість світлового дня. Одні рослини швидше достигають при довгому світловому дні, інші - при короткому. До рослин довгого світлового дня умовно належать жито, пшениця, овес, ячмінь, вика, горох, льон, картопля, а до рослин короткого дня - просо, сорго, соняшник, кукурудза, соя, квасоля, бавовник та ін.

Щодо вимогливості рослин до освітлення розрізняють світлолюбні рослини, які вирощують на півдні, й менш світлолюбні. Заходами агротехніки можна поліпшувати умови освітлення культур. Це досягається

вибором способу сівби та густого висіву, а також спрямуванням рядків з півночі на південь. Беручи до уваги біологічні особливості культур та призначення врожаю, одні культури розміщують на південних, інші - на північних схилах або ж на підвищених, чи на знижених ділянках. Щоб посилити доступ до культурних рослин світла та інших факторів життя, важливо своєчасно сформувати оптимальну густоту посівів. У деяких випадках застосовують куліси для притінення посівів (наприклад, при вирощуванні огірків).

Завданням технології є підвищення коефіцієнта використання світла рослинами шляхом посилення в них процесів росту та асиміляції.

Ґрунтова вода має велике значення як для життєдіяльності рослин і мікроорганізмів, так і для багатьох фізичних і хімічних процесів у ґрунті. В рослинному організмі її міститься 75-90%. З надходженням і рухом води в рослині пов'язані всі її життєві процеси. При наявності води, повітря і тепла насіння рослин бубнявіє і проростає, ростуть тканини, надходять у рослину і переміщують в ній поживні елементи, відбувається фотосинтез і утворюються нові органічні речовини.

У жарку погоду вода запобігає загибелі рослин. Переміщуючись через рослину, вона охолоджує і підвищує стійкість її проти високих температур. Вода підтримує тургор клітин, розміщує по окремих її органах продукти асиміляції. За допомогою води відбувається кореневе живлення рослин. Вона регулює ріст і розвиток рослин. Нестача її призводить до недобору врожаю, спричинює пригнічення, а іноді й загибель рослин. Проте і надлишок води також негативно впливає на більшість сільськогосподарських рослин, за винятком рису та інших вологолюбів.

Рослинам вода потрібна від сівби насіння і до закінчення формування врожаю. Використовувати воду рослина починає від набубнявіння насіння. Кількість її для нормального проростання неоднакова для різних сільськогосподарських культур.

Проте сумарна витрата вологи для проростання насіння незначна. Як видно з наведених даних, уже на перших етапах життя рослини різних видів витрачають неоднакову кількість води. Аналогічне спостерігається і в наступні періоди їх життя. Період найбільшої потреби рослин у воді, коли нестача її різко знижує врожайність, називають критичним. У озимих і ярих зернових колосових цей період припадає на вихід у трубку - колосіння, кукурудзи - цвітіння - молочна стиглість, зернобобових і гречки - цвітіння, соняшнику - утворення кошика, картоплі - цвітіння - бульбоутворення.

Загальні витрати вологи на створення одиниці сухих речовин рослин називають транспіраційним коефіцієнтом, який значно залежить від виду і біологічних особливостей рослин, а також від умов вирощування культури.

Величина його залежить не лише від виду рослин, а й від екологічних умов, у яких рослини вирощуються, тобто від ґрунтових та метеорологічних умов. Випаровування безпосередньо залежить від величини відносної вологості повітря, яка пов'язана з кількістю водяної пари в повітрі і температурою. Тому при сухій погоді транспіраційний коефіцієнт підвищується, при вологій, навпаки, знижується. В загальному комплексі метеорологічних умов на величину транспіраційного коефіцієнта впливають,

крім відносної вологості повітря, вітер і сонячне світло. Встановлено, що на сонячному світлі рослини транспірують більш енергійно, у зв'язку з чим рослини, що ростуть по краях поля, випаровують більшу кількість води, ніж ті, які знаходяться в середині поля.

З ґрунтових умов, що впливають на транспірацію, велике значення має забезпеченість рослин елементами живлення. Внесення добрив забезпечує більш раціональне використання запасів ґрунтової вологи.

Більш раціональне використання води культурними рослинами при одночасному забезпеченні їх достатньою кількістю елементів живлення (та іншими факторами життя) має важливе виробниче значення. Це підтверджує одна з основних тез наукового землеробства, згідно з якою максимальна ефективність будь-якого фактора та агротехнічного заходу спостерігається тільки при оптимальному забезпеченні рослин іншими життєвими умовами.

Транспіраційний коефіцієнт помітно змінюється для одної й тієї самої рослини в межах різних сортів і різновидностей. Проте величина транспіраційного коефіцієнта характеризує лише один бік у використанні води рослинами - витрату води. Але ж водний баланс передбачає і надходження її. Рослина, що має іноді високий транспіраційний коефіцієнт, може, порівняно з рослиною, у якої цей показник нижчий, мати більшу кількість води. Це характерно для рослин з глибокою кореневою системою, яка здатна вбирати воду з глибоких шарів ґрунту. Так, зокрема, люцерна має високий транспіраційний коефіцієнт, але може добре розвиватися і в умовах посухи у зв'язку з тим, що має потужну кореневу систему, яка вбирає воду з великого об'єму ґрунту.

Здатність вівсюга пригнічувати овес, особливо в посушливі роки, значною мірою зумовлена повільнішим розвитком кореневої системи останнього. Більш пізні культури, що розвиваються в другій половині літа, - кукурудза, сорго, суданська трава - мають особливо глибоку кореневу систему. За допомогою її вони використовують протягом першої половини літа вологу з глибших шарів ґрунту, сильніше висушують їх, ніж ранні культури, а в другій половині літа вони використовують ґрунтову вологу опадів. У посушливій зоні всі заходи, що дають можливість рослинам швидше розвинути кореневу систему і проникнути в глибину (глибока оранка, рання сівба та ін.), забезпечують рослини водою з глибших шарів ґрунту.

Недостатня кількість води в ґрунті спричинює тимчасове або тривале в'янення рослин. При значній нестачі води в листках порушується біохімічна діяльність рослин. Насамперед відбувається гідроліз вуглеводів з утворенням сахарози та розклад білків. Внаслідок таких біохімічних процесів рослини втрачають здатність до фотосинтезу.

Вологість ґрунту на полях, зайнятих культурними рослинами, знижується не лише за рахунок транспірації рослин, а й внаслідок випаровування води з поверхні ґрунту. Особливо помітна втрата води через випаровування з поверхні ґрунту спостерігається на початку вегетації, коли молоді рослини транспірують обмежену кількість вологи.

Сільськогосподарські культури можуть страждати не лише від нестачі, а й від надлишку вологи в ґрунті. Перезволоження ґрунту зумовлює нестачу

кисню, необхідного в ґрунтовому повітрі для нормального функціонування кореневої системи рослин. Крім того, відбувається пригнічення життєдіяльності аеробних бактерій, де-нітрофікація нітратів і ретраграція фосфатів. Тривале застоювання води в блюдцях викликає вимокання озимих культур.

Забезпеченість культурних рослин вологою в різних районах залежить не лише від кількості опадів, а й від величини випаровування води з ґрунту. Ця величини залежить значною мірою від температури повітря і ґрунту. Г. Т. Селянінов запропонував формулу для визначення забезпеченості опадами:

$$P = \frac{A \cdot 10}{B},$$

де A - сума опадів за вегетаційний період або певна його частина, мм; В - сума активних (вище 10°С) температур за той самий період, градусів;

10 - коефіцієнт. Цей показник є гідротермічним коефіцієнтом (ГТК), який показує відношення суми опадів за вегетаційний період (позитивні температури більше від 10°С) в мм до 0,1 суми температур за цей період.

Відповідні показники величини Р рівні: при 0,5 - дуже сухо; при 1 - посушливо; при 1,5 - волого; при 2 - надлишкове зволоження.

Велике значення для формування врожаю культурних рослин має розподіл опадів у часі. Сума опадів за весну і першу половину літа, тобто за період, протягом якого культурним рослинам особливо потрібна волога, досить обмежена.

Встановлено, що величина транспіраційного коефіцієнта залежить від осмотичного тиску ґрунтового розчину та від структури ґрунту. Із зменшенням пилових часток у ґрунті величина транспіраційного коефіцієнта зменшується. При поліпшенні структури ґрунту посилюється життєдіяльність аеробних бактерій, які розкладають органічну речовину, підвищується вміст мінеральних речовин у ґрунтовому розчині, а це збільшує осмотичний тиск ґрунтового розчину, внаслідок чого знижується транспіраційний коефіцієнт у рослин.

Крім погодних умов, вирішальне значення для забезпечення культурних рослин водою мають фізичні властивості ґрунту, зокрема його будова, щільність, гранулометричний склад і характер поверхні. Вони визначають не лише загальний запас води, а й рухомість і швидкість переміщення її в ґрунті.

Вплив гранулометричного складу, зокрема, проявляється в тому, що піщані ґрунти висихають швидше, втрачають воду через випаровування. Такі ґрунти утримують менше води, ніж суглинкові та глинисті. Проте недоступна кількість вологи для рослин у піщаних ґрунтах мінімальна порівняно із суглинковими та глинистими. Завдяки цьому на піщаних і супіщаних ґрунтах рослини легше переносять посуху.

На вміст у ґрунті води помітно впливає форма випаровувальної поверхні. Чим вона рівніша, тим менше випаровується вологи.

Гребениста поверхня, що утворилася після оранки, зумовлює значну втрату ґрунтової вологи. Випаровування води особливо посилюється на ґрунтах з гребенистою та брилистою поверхнею під дією сили вітру.

Вміст води у ґрунті залежить також від експозиції земельної ділянки. Встановлено, що якщо крутість схилу становить 15°, а величина випареної вологи з південного схилу - 100%, тоді на східному схилі випаровування зменшиться до 86%, на західному - до 84, а на північному - навіть до 70%.

На вміст вологи в ґрунті помітно впливає рельєф. На підвищених місцях волога випаровується інтенсивніше, ніж на знижених, оскільки в першому випадку відбувається більш посилена циркуляція атмосферного повітря.

Водний режим ґрунту - це сукупність явищ надходження води в ґрунті, її переміщення, збереження, змін фізичного стану і розходу з ґрунту.

Одним з факторів водного режиму культурних рослин у різних зонах є склад місцевої флори. Тут слід мати на увазі позитивний вплив лісу, що знаходиться поблизу полів. Він затримує весняні води та зливові опади, сніг на полях та сприяє повільному його таненню; зменшує інтенсивність ерозії; підвищує вміст водяної пари в атмосферному повітрі; зменшує транспірацію культурних рослин та випаровування з поверхні ґрунту.

Кількісне надходження води в ґрунт і її витрати являють собою водний баланс, а кількістю виражені елементи водного режиму є, відповідно, елементами водного балансу. Він є підсумком, який обчислює початкові та кінцеві запаси вологи в ґрунті і всі джерела надходження та витрат вологи в ґрунті за визначений період.

Баланс води у кореневмісному шарі визначається кліматичними і погодними умовами, властивостями ґрунту і його будовою під час обробітку, а також біологічними особливостями рослин, зокрема їх кореневої системи.

Основними джерелами надходження води в кореневмісний шар є атмосферні опади, а також підґрунтові води за умови неглибокого їх залягання. Значно менше значення в балансі кореневмісного шару ґрунту відіграє вода, що утворюється під час конденсації водяної пари, які надходять з атмосфери та з глибоких шарів ґрунту.

Головними складовими витратної частини балансу вологи є стік її за межі кореневмісного шару, випаровування в атмосферу та використання рослинами.

Ураховуючи основні джерела надходження та витрат вологи в ґрунті, загальне рівняння водного балансу можна виразити такою формулою (за І. І. Назаренком):

$$B_0 + O_c + B_г + B_п + B_н + B_б = E_в + E_т + B_к + B_{нс} + B_{бс} + B_д,$$

де B_0 - запаси вологи на початку спостережень; O_c - сума опадів за весь період спостережень; $B_г$ - кількість вологи, яка надійшла з ґрунтових вод; $B_п$ - кількість вологи, яка надійшла з водяної пари;

$B_н$ - кількість вологи, яка надійшла в результаті поверхневого притоку води; $B_б$ - кількість вологи, яка надійшла від бокового притоку ґрунтових вод; $E_в$

- кількість води, яка випарувалася з поверхні ґрунту за весь період спостережень;

$E_т$ - кількість води, яка витратилась на транспірацію;

$B_і$ - волога, яка інфільтрувалась у глибинні горизонти ґрунту; $B_{пс}$ - кількість води, яка втратилась у результаті поверхневого стоку; $B_д$ - запас вологи в ґрунті в кінці періоду спостережень.

Величини лівої частини рівняння - прибуткові джерела балансу, правої частини - витратні.

При розрахунках водного балансу запаси води в ґрунті вираховують для кожного генетичного горизонту (тому, що вони відрізняються за щільністю та вологістю ґрунту), а потім підсумовують по досліджуваній глибині. Запас вологи в горизонтах виражають у т/га або $м^3$/га і розраховують за формулою

$$C_w = W \times d \times h,$$

де C_w - запас води, т/га;

W – польова вологість ґрунту, %; d - рівноважна щільність ґрунту, $т/м^3$; h - товщина шару ґрунту, м.

Для вивчення водного режиму ґрунту в землеробстві використовують такі водно-фізичні константи: повна вологоємкість (ПВ); найменша (польова) вологоємкість (НВ); вологість розриву капілярного зв'язку (ВРК); вологість в'янення (ВВ); вологість стійкого в'янення (ВСВ); максимальна гігроскопічність (МГ); максимальна адсорбційна вологоємкість (МАВ).

За рухомістю в ґрунті вологу поділяють на легкорухому, середньорухому, малорухому і нерухому.

Розрізняють такі категорії доступності води для рослин: надмірна (в ґрунті нестача O_2); легкодоступна; середньодоступна; важкодоступна; дуже важкодоступна і недоступна.

Її регулювання здійснюється за двома основними напрямками: боротьба за нагромадження можливо більшої кількості води і збереження її запасів у ґрунті в районах з недостатнім і нестійким зволоженням; боротьба із перезволоженням на місцевостях, що відзначаються надмірним зволоженням ґрунту.

Заходи по нагромадженню і збереженню води в ґрунті повинні бути спрямовані на підвищення водопроникливості, зменшення водопідйомної і випаровувальної здатності ґрунту. У процесі водопроникності розрізняють два етапи: поглинання води до насичення ґрунту і фільтрацію. Поглинання води залежить не тільки від дії сили тяжіння, а й від усмоктувальної сили ґрунту. Величина останньої сили тим менша, чим більша вологість ґрунту.

Максимальною водопроникністю характеризуються ґрунти, які мають водотривку грудочкувату структуру. Крім того, на величину водопроникності впливає будова ґрунту, величина набухання, склад вбирних основ, наявність щілин, ходів черв'яків та ін. Чим краща будова ґрунту, зокрема чим більше співвідношення між об'ємом великих і малих ґрунтових пор, тим вища водопроникність. Зв'язок між набуханням ґрунту і його водопроникністю зворотній, тобто чим більша перша величина, тим менша друга, оскільки різко зменшується некапілярна пористість ґрунту. Вплив складу поглинутих основ проявляється в тому, що чим більше в ґрунтовому вбирному комплексі катіонів кальцію і магнію, тим більша величина водопроникності. Збільшення в ґрунтовому профілі ходів черв'яків, коренів, а також тріщин помітно впливає на підвищення водопроникності. Тому, регулювання

водопроникності ґрунту треба зводити до поліпшення структури й будови ґрунту.

Вода, що піднімається до поверхні ґрунту як у рідкому, так і пароподібному стані, випаровується в атмосферу у вигляді водяної пари. Вода з ґрунту випаровується постійно. Це пояснюється тим, що щільність водяної пари дорівнює 0,662 щільності повітря, внаслідок чого ґрунтове повітря, насичене вологою, як більш легке спрямовується доверху.

Структурний стан і будову ґрунту поліпшують відповідним механічним обробітком його, внесенням органічних (особливо сидеральних) добрив, проведенням меліоративних заходів. Багато вологи з ґрунту споживають і бур'яни, тому їх необхідно систематично знищувати.

Ґрунт зволожується за допомогою комплексу заходів, насамперед зрошення. Велике значення його полягає в тому, що в посушливих районах можливе забезпечення водою культурних рослин протягом вегетаційного періоду і зокрема в критичні періоди, коли виникає найбільша в ній потреба.

На незрошуваних землях у Лісостепу та Степу велике значення для поліпшення зволоження ґрунту і для боротьби з водною ерозією має раціональне використання зимових опадів і стоку весняних талих вод. Наприклад, у Лісостепу та Степу стік весняних вод досягає 70% зимових опадів, тобто 400-800 $м^3$/га.

Для затримування і нагромадження снігу на полях застосовують літні посіви кулісних рослин (соняшнику, кукурудзи, сорго та ін.) і роблять снігові вали сніговими плугами-валкоутворювачами. При щільності снігу 0,3 г/$см^3$ шар снігу висотою 10 см забезпечує близько 300 $м^3$/га води. Для раціонального використання зимових опадів і місцевого стоку навесні застосовують такі заходи: полицеву і безполицеву оранку впоперек схилу, гребеневу оранку, борознування впоперек схилів; щілювання на глибину до 60-65 см і відстанню між щілинами 3-5 м упоперек схилу та ін. Важливим для раціонального використання вологи та боротьби з ерозією є досвід США і України щодо застосування обробітку ґрунту по горизонталях або контурної оранки.

Одним з важливих заходів збільшення вологості в ґрунті є поліпшення мікрокліматичних умов за допомогою насадження лісових смуг, залісення піщаних ділянок, ярів та ін. При цьому підвищується вологість повітря, знижується сила вітру, збільшується кількість снігу на полях, краще використовуються ґрунтом весняні талі води, помітно зменшується ерозія, підвищується рівень підґрунтових вод.

До заходів, що зменшують випаровування вологи з ґрунту, належить мульчування, тобто вкривання різними матеріалами поверхні ґрунту.

У регулюванні водного режиму ґрунту суттєве значення має правильне чергування культур у сівозміні, розміщення рослин на полі - напрямок сівби, спосіб сівби та садіння, норма висіву, строки сівби та ін.

Підвищення вологості ґрунту сприяє посиленню кущіння зернових культур і росту вегетативної маси, що зумовлює помітне затінення нижньої частини стебел рослин. Недостатнє освітлення нижніх міжвузлів викликає надлишкове видовження клітин рослин, стінка соломи стає тонкою і як

наслідок - стебло недостатньо міцне, що є основною причиною вилягання хлібів.

Серед умов родючості ґрунту повітря має велике значення. Ґрунт містить повітря, яке проникає з атмосфери, а також гази, що утворюються в ґрунті внаслідок біохімічних процесів, які відбуваються в ньому. Повітря займає в ґрунті всі проміжки, що не зайняті водою. Крім того, деяка кількість його розчинена в ґрунтовій волозі й поглинута колоїдами ґрунту.

Ґрунтове повітря помітно відрізняється від атмосферного. В останньому міститься (у відсотках до об'єму): азоту - 78,08, кисню - 20,95, вуглекислого газу - 0,03. У ньому також, але менше, містяться й інші гази: аргон, гелій, водень, озон, радон.

До складу повітря входить водяна пара, кількість якої мало змінюється (від 0 до 4%). Поблизу деяких промислових підприємств у повітрі можуть бути шкідливі домішки: сірчаний газ, хор, сірководень та ін.

Найважливішою складовою частиною повітря для життя рослин і мікроорганізмів є кисень та вуглекислий газ. Біологічні процеси в ґрунті пов'язані з поглинанням кисню і виділення вуглекислоти. Тому ґрунтове повітря від атмосферного відрізняється меншим вмістом кисню і більшою концентрацією вуглекислого газу. Вміст кисню в ґрунтовому повітрі може становити 11-20%.

Вуглекислоти в повітрі орного шару міститься від 0,1 до 1%, але частіше 0,8%. З внесенням свіжих органічних добрив вміст вуглекислоти може підвищуватися до 2, а іноді навіть до 7-8%. В окремих випадках при анаеробному розкладі органіки і недостатньому газообміні в ґрунтовому повітрі виявляють сірководень і метан.

Потреба в молекулярному кисні сільськогосподарських культур починається відразу ж після сівби і проростання насіння. Тривале перебування насіння в перезволожених умовах ґрунту призводить до затримки його проростання.

За відсутності газообміну між ґрунтовим і атмосферним повітрям весь кисень у ґрунті витрачається протягом двох діб. Максимум використання його коренями рослин припадає на період цвітіння рослин. На цей період припадає максимум нагромадження вуглекислоти в ґрунті під такими культурами, як жито, пшениця, горох, буряки, картопля, конюшина та ін. При недостатній кількості кисню в ґрунті корені рослин відмирають внаслідок розчинених у воді окислених сполук ґрунту. Тому нітрати можуть відновлюватися в нітрити не лише під впливом діяльності мікроорганізмів, а й коренів рослин. При цьому в ґрунті починають нагромаджуватися відновлені сполуки, чим різко порушується живлення рослин.

На нестачу кисню в ґрунті рослини реагують неоднаково: злакові менше, ніж бобові. Дуже на нестачу кисню реагують картопля, ячмінь, люпин і менше - гречка та рис. Незважаючи на відносно більшу стійкість проти нестачі кисню злакових рослин, все ж таки їх урожай значною мірою знижується. Причиною цього є вплив шкідливих закисних сполук, що утворюються в ґрунті при його недостатній аерації. Кисень необхідний рослинам для дихання. Він є джерелом енергії, що витрачається при

надходженні води і поживних речовин у клітини, для росту, синтетичних процесів тощо.

Багато кисню потребують корисні ґрунтові мікроорганізми. Нітрифікація активно відбувається тільки при вільному доступі кисню. У зв'язку з цим вона завжди активізується при розпушуванні ґрунту. В перші дні після розпушування нітрати з'являються іноді в 5-10-кратних кількостях порівняно з їх наявністю до обробітку.

Бульбочкові бактерії, що живуть на коренях бобових рослин, активно діють і засвоюють молекулярний азот тільки при вільному надходженні кисню. Фіксація азоту відбувається паралельно з використанням бактеріями вільного кисню при окисненні різних джерел вуглецю.

Фіксація атмосферного азоту азотобактером, що живе на коренях рослин, перебуває в прямому зв'язку із диханням. Існує певна залежність між запасом хімічної енергії у використаній азотобактером органічній речовині і кількістю фіксованого ним азоту (на 1 ккал фіксується 2 мг атмосферного азоту).

Кисень необхідний для мікроорганізмів, що беруть участь у живленні культурних рослин. Мікориза, а також багато мікробів прикореневої зони тісно пов'язані з вищими рослинами. Вони є аеробними організмами і потребують наявності кисню в ґрунті.

Вищі рослини по-різному реагують на вміст вуглекислоти в атмосферному й ґрунтовому повітрі. За умов концентрації вуглекислоти в ґрунтовому повітрі понад 1% деякі культурні рослини виявляють ознаки отруєння, тоді як підвищення концентрації її у атмосферному повітрі до 1% і більше супроводжується збільшенням врожаю. Встановлена пряма залежність асиміляції багатьох рослин від підвищення вмісту вуглекислоти в повітрі.

Запас CO_2 в повітрі становить близько 600 більйонів тонн вуглецю. З цього запасу рослини земної кулі щорічно використовують близько 19 більйонів тонн. Тому тільки при постійному поновленні вуглекислоти в атмосфері створюється кругообіг її в природі і забезпечується безперебійне живлення рослин. Нестача CO_2 в повітрі компенсується вуглекислотою, що виділяється з ґрунту та при диханні організмів.

Трав'янисті рослини використовують вуглекислоту насамперед з приземного шару повітря, де її концентрація вища. За рахунок ґрунтової вуглекислоти найшвидше поповнюється нестача CO_2 в нижніх шарах атмосфери. Нестача вуглекислоти тут у денні години легко поповнюється вночі, коли припиняється фотосинтез. При зниженні температури вночі зменшується і продуціювання вуглекислоти в ґрунті, але вночі рослини не використовують CO_2, а навпаки, виділяють його під час дихання. Усе це відновлює денні витрати CO_2. Це ще більше підсилює газообмін між ґрунтовим і атмосферним повітрям.

У ґрунті CO_2 нагромаджується в основному під впливом життєдіяльності мікроорганізмів і кореневої системи рослин. Коренева система культурних рослин дуже чутлива до високої концентрації CO_2 в ґрунті, але мікроорганізми здатні порівняно легко її переносити. Амоніфікуючі й нітрифікуючі бактерії припиняють свою життєдіяльність при

вмісті CO_2 понад 30%. Життєдіяльність ґрунтових бактерій посилюється і виділення CO_2 збільшується при внесенні переважно органічних добрив, що містять калій, фосфор, сірку. Утворенню CO_2 сприяє тепло, рівномірна вологість, що становить 40% ПВ ґрунту, розпушування ґрунту, одночасне внесення органічних і мінеральних добрив. Найбільше CO_2 у верхніх шарах ґрунту, де значно більше мікроорганізмів і де активність їх вища. На глибині 20-30 см кількість бактерій в 1 г ґрунту зменшується в 3-10 разів. На глибині 1 м і більше кількість бактерій зменшується ще більше. Незважаючи на те, що найбільша кількість CO_2 зосереджена у верхніх шарах ґрунту, концентрація його в глибших шарах менша, а газообмін значно уповільнений.

Крім вільного стану, ґрунтове повітря може бути в стані поглинутого колоїдними частками ґрунту при його вологості нижче від максимальної гігроскопічності. Поглинуте повітря характеризується меншою рухливістю, ніж вільне повітря. Кількість повітря, поглинутого сухим ґрунтом, неоднакова в різних ґрунтах. Поглинання ґрунтом молекул газів залежить від ступеня зволоження ґрунту, температури (з підвищенням температури поглинання зменшується), тиску (з підвищенням тиску поглинання стає більшим), хімічного складу ґрунтових колоїдів, хімічної природи газів. Найін-тенсивніше поглинається водяна пара, потім у зменшуючому порядку - вуглекислий газ, кисень, азот.

Крім вмісту в ґрунті вільних і поглинутих газів, ґрунтова волога має розчинені в ній гази. Вони переходять з ґрунтового розчину в повітря або знову розчиняються. Найактивнішими є кисень та вуглекислий газ. Із зниженням температури ґрунтової води розчинність кисню і особливо вуглекислого газу збільшується. Вільний кисень у ґрунтовому розчині є окиснювачем, тому відіграє значну роль в окисно-відновних реакціях і формуванні врожаю. Розчинна в ґрунтовій воді вуглекислота сприяє переходу важкорозчинних солей у більш доступні для рослин сполуки.

Під повітряним режимом розуміють сукупність усіх явищ: надходження повітря в ґрунт, його переміщення і витрачання в ньому, обмін газами між ґрунтом, атмосферою, твердою і рідкою фазами, споживання і виділення газів живими істотами ґрунту. Кількість повітря в ґрунті залежить від щільності та ступеня заповненості щілин водою. Повітроємність визначається об'ємом ґрунтових пор, заповнених повітрям при вологості ґрунту, яка дорівнює НВ. Капілярні пори (діаметром менше ніж 0,1 мм) частково або повністю заповнені водою, а некапілярні (діаметром понад 0,1 мм) - повітрям. Об'єм некапілярних пор у відсотках від загального об'єму ґрунту визначає некапілярну пористість і становить важливу частину повітроємності ґрунту, яка істотно підвищується після його розпушування у зв'язку із збільшенням проміжків між ґрунтовими грудочками. Таким чином, повітряний режим пов'язаний з водним режимом ґрунту і добре піддається регулюванню на ґрунтах, що мають водотривку дрібногрудочкувату структуру (0,25-10 мм). Повітря, що переміщується в проміжках ґрунту, аерує його. Проте надлишок вологи (близької до повної вологоємності або вище від неї) за певних умов призводить до з'явлення щілин з повітрям, які закриті водяними пробками. У зв'язку з відсутністю газообміну в таких

щілинах збільшується вміст CO_2, а кисень використовується мікроорганізмами та коренями рослин. Це спостерігається, головним чином, в ущільнених прошарках ґрунту. З висиханням ґрунту водні пробки зникають, відкриваються з'єднання ґрунтових щілин з атмосферним повітрям.

Ґрунтове повітря взаємодіє з твердою і рідкою фазами ґрунту. Воно може заповнювати вільні від води щілини, може бути поглинутим колоїдними частками і утримуватися в ґрунтовому розчині.

Склад ґрунтового повітря змінюється під впливом біологічних процесів, що відбуваються в ґрунті, та активності газообміну з атмосферним повітрям.

Ґрунти, що мають значні щілини, достатню повітроємкість і повітропроникність (здатність ґрунту пропускати повітря), характеризуються доброю аерацією.

Оновленню ґрунтового повітря сприяють такі фактори: дифузія газів - тепловий рух молекул у напрямі зменшення їхньої концентрації; коливання атмосферного тиску, яке призводить до надходження атмосферного повітря в ґрунт при його підвищенні, а також до виділення ґрунтового повітря при зменшенні тиску; коливання температури, коли при денному нагріванні ґрунтове повітря розширюється і частково виходить з ґрунту, а вночі, охолоджуючись, стискується, відкриває можливість надходженню

атмосферного повітря в ґрун; зміна вологості ґрунту при випаданні опадів та при зрошенні, коли повітря витісняється водою і коли воно надходить у ґрунт при використанні вологи коренями і внаслідок випаровування з ґрунту; вітер сприяє газообміну на полях, не зайнятих рослинами. В реальних умовах поля завжди виявляється комплексна дія цих факторів.

При розробленні заходів щодо поліпшення повітряного режиму ґрунту враховують: забезпеченість ґрунту достатньою кількістю повітря; зміну водного і повітряного режиму; забезпеченість доброго газообміну між ґрунтом і атмосферою; поліпшення складу приземного шару повітря; регулювання правильного співвідношення в ґрунті між аеробним і анаеробним процесами.

При вирощуванні рослин на полях відбувається часткове розпилення та ущільнення ґрунту, що призводить до зменшення повітроємності й потребує поліпшення аерації. У добре обробленому дрібногрудочкуватому ґрунті повітрям заповнені не-капілярні щілини.

У різних ґрунтово-кліматичних зонах коренева система рослин неоднаково забезпечена водою і повітрям. На Поліссі рослини краще забезпечені водою й повітрям, ніж у Степу. Тому в умовах Полісся доцільно мати в ґрунті більше некапілярних щілин - понад 50% загальної щільності. У посушливих умовах краще, коли некапілярні проміжки займають менше половини об'єму загальної щілинності.

На повітрообмін також впливає рослинність. На відкритих ґрунтах і при відносно невеликій густоті рослин на площі він посилюється завдяки впливу вітру на верхній шар ґрунту і легше відбувається в приземному шарі, особливо на ґрунтах, що мають велику некапілярну щільність. Рослинність

також впливає на коливання температури ґрунту і цим самим - на інтенсивність повітрообміну. Для поліпшення повітряного режиму ґрунту вживають таких заходів: збагачення ґрунту на органічну речовину; вапнування кислих ґрунтів; гіпсування лужних ґрунтів; глибока оранка плугами з передплужниками; своєчасність і висока якість обробітку ґрунту різними знаряддями; поглиблення орного шару; правильні сівозміни з відповідною системою обробітку ґрунту та удобрення.

Тепло як джерело енергії необхідне для росту та розвитку рослин, для мікроорганізмів, які населяють ґрунт, синтезу органічних речовин у листках, утворення врожаю. Інтенсивність найважливіших фізіологічних процесів (фотосинтезу, дихання, транспірації) залежить від температури рослин і навколишнього середовища. Підвищення температури до певної величини (оптимуму) сприяє активізації зазначених вище процесів. У подальшому в разі її підвищення нормальна життєдіяльність рослин порушується, а якщо температура ще більше підвищується, то проходять незворотні порушення обміну речовин, які призводять до загибелі рослин. Найбільш сприятливим виявилося підвищення температури ґрунту при вирощуванні, наприклад, пшениці до 30°С, жита - до 20°С, ячменю - до 25°С та ін.

Кожний вид рослин має характерно визначені відношення до температури в різні фази їх розвитку. Найкращі умови створюються при оптимальній температурі, коли швидкість біохімічних реакцій досягає найбільшої величини. Ці особливості різних культур і сортів слід враховувати починаючи від установлення строків сівби.

Відразу ж після сівби насіння потребує певної температури ґрунту для проростання і подальшого розвитку.

Температура ґрунту помітно впливає на ріст коренів. Більше розвинута коренева система краще використовує вологу та поживні речовини. З підвищенням температури інтенсивність дихання зростає, і нормальна співзалежність з асиміляцією порушується. Це призводить до непродуктивної витрати органічної речовини і зменшення нарощування маси.

У зв'язку з тим, що в ґрунті міститься велика кількість корисних мікроорганізмів, виникає практична зацікавленість у відношенні їх до температури навколишнього середовища. Як високі, так і низькі температури мікроорганізми переносять неоднаково. Більше згубні для них високі температури. Низькі температури припиняють діяльність мікроорганізмів, але зовсім їх не вбивають.

Для життєдіяльності мікроорганізмів сприятливі невеликі коливання температури ґрунту. Це, як правило, спостерігається на висококультурних ґрунтах із значним вмістом органіки.

До теплових властивостей ґрунту належать: поглинання теплової енергії; теплоємність; теплопровідність; температуропровідність; тепловипромінювання. Теплові властивості ґрунту залежать насамперед від співвідношення в ньому води, повітря та твердої частини, а також хімічного і гранулометричного складу, кольору, ступеня затінення та інших умов. У той час температура змінює показники теплових властивостей ґрунту протягом року на 20, щільність - на 50%, вологість здатна змінити їх в окремих випадках у 10-15 разів.

Температура ґрунту впливає на ріст рослин не тільки опосередковано, а й прямо, змінюючи його водно-повітряний і поживний режими.

Землеробство володіє значними засобами поліпшення теплового режиму: раціональний обробіток ґрунту, снігонагромадження, снігорозподіл, регулювання танення снігу, різні способи і норми висіву, чергування рослин у сівозміні, застосування системи добрив та ін.

Основним джерелом тепла для ґрунту є сонячна радіація. Надходження її до ґрунту змінюється в широких межах залежно від часу доби та широти, а також від стану атмосфери - її щільності, хмарності, наявності туману, пилу та ін.

Другим, менш значним ніж сонце, джерелом тепла в ґрунті є виділення його мікроорганізмами в процесі їхньої життєдіяльності. Утворення тепла за цих умов зумовлюється неповним використанням енергії, окисненням органічних речовин при синтетичних процесах у клітинах. На внутрішньоклітинні процеси використовується 15-20% загальної кількості перетвореної мікробами енергії, а решта її кількості надходить у навколишнє середовище у вигляді тепла.

Усі інші джерела тепла для ґрунту, наприклад, теплота змочування, внутрішня теплота земної кулі, енергія радіоактивного розпаду елементів, тепло, що виділяється при конденсації водяної пари в ґрунті, мають невелике значення.

Надходження і витрати тепла в ґрунті забезпечуються багатьма фізичними явищами. Тому прийнято користуватися основними складовими теплового балансу в найбільш типових умовах. До них належать: 1) радіаційний баланс, під яким розуміють суму прямої і розсіяної сонячної радіації за винятком відбитої радіації і ефективного випромінювання; 2) проникнення тепла в більш глибокі шари ґрунту і тепловий потік з глибини до поверхні (теплообмін у ґрунті); 3) теплообмін ґрунтової поверхні з повітрям, що відбувається в основному внаслідок термічної конвенсії. Коефіцієнт обміну пов'язаний, зокрема, із станом поверхні ґрунту, профілем вітру, градієнтом температури повітря і землі; 4) тепло випарування, під яким розуміють витрати тепла на випарування або виділення його під час конденсації водяної пари та утворення інею; 5) теплообмін з ґрунтовою поверхнею має повітря при горизонтальному його переміщенні над ґрунтом. Різниця в температурах повітря, що переміщується, і поверхні землі створює прогрівання або охолодження.

Як протягом доби, так і за рік найбільші зміни температури відбуваються у верхньому шарі ґрунту. Добові коливання її у весняно-літній період досягають глибини 70-100 см, але помітно нівелюються вже на глибині дещо більше ніж 20 см. Ці коливання неоднакові в різних зонах та на різних ґрунтах. Річні коливання залежно від широти та температуропровідності ґрунту можуть досягти значної глибини - 5 м і більше. Взимку на глибині 60-150 см температура вища, ніж у нижчих шарах.

Велике значення для озимих культур має промерзання і відтавання ґрунту.

Глибина промерзання залежить від багатьох причин і насамперед від товщини снігового покриву, сили та тривалості морозів. На півдні ґрунти

промерзають на 10-50 см, а півночі - на 30-100 см. Дуже швидке і глибоке промерзання ґрунту негативно впливає на розвиток культурних рослин.

Умови, які визначають добре нагромадження і збереження води в ґрунті, одночасно є умовами, що створюють добрий повітряний і тепловий режими. Структурні ґрунти достатньо розпушені, характеризуються доброю аерацією, менше нагріваються при високих температурах, а при низьких повільніше охолоджуються, вони мають добру вологоємність, водопроникність і повітроємність. Висока вологість ґрунту при одночасній добрій аерації створюють помірний тепловий режим.

З підвищенням температури зменшується поверхневий натяг води і поліпшується її капілярний рух. Висушування ґрунту підсилює процес коагуляції колоїдів і дещо поліпшує агрегатний стан ґрунту. Зміна температури збільшує (за умов охолодження) або зменшує (при нагріванні) розчинність вуглекислоти і кисню в ґрунтовій воді, і тим самим змінює повітряний режим. Тому зяблеву оранку краще обробляти на весні. За умов промерзання відбувається перерозподіл води в ґрунті і підтягування її до верхніх шарів.

Отже, водний, повітряний, тепловий і поживний режими тісно пов'язані між собою і на високоокультурених ґрунтах з хорошими фізичними властивостями вони найкраще відповідають вимогам сільськогосподарських культур.

Регулювати надходження сонячної енергії до поверхні ґрунту досить важко. Але можна змінювати розподіл тепла в ґрунті. Збільшуючи або зменшуючи різними методами температуру верхніх шарів, можна впливати на тепловий режим інших шарів ґрунту. Зміни в потрібному напрямі температури ґрунту значною мірою досягають регулюванням водного і повітряного режимів, а також збагаченням ґрунту на органічні речовини та підтримуванням його в необхідному фізичному стані. Доступним для виробництва заходом щодо регулювання теплового режиму ґрунту є снігозатримання. Добра перезимівля озимих культур спостерігається за умов неглибокого промерзання ґрунту і при температурі не нижче - 10 ÷ 12°С і не вище - 5°С. Краща глибина снігового покриву від 20 см в південних районах до 70 см у північних. Внаслідок снігозатримання сніг рівномірно нагромаджується і розподіляється по полю. Прискорюючи танення снігу шляхом затемнення або уповільнюючи його ущільненням, регулюють його температурний режим і забезпечують нагромадження води в ґрунті.

Полезахисне лісонасадження поліпшує тепловий режим ґрунту тим, що сприяє нагромадженню снігу і рівномірнішому розподілу його на полях, послаблює взимку дію холодних вітрів, а влітку - гарячих та суховіїв. Для підвищення температури ґрунту можна застосовувати мульчування. Ґрунт швидше прогрівається при застосуванні в умовах достатнього та надлишкового зволоження гебеневих та грядкових посівів. Для кращого прогрівання гребенів їх формують із сходу на захід. На поліпшення температурного режиму за таких умов позитивно впливає комплекс заходів по осушуванню ґрунтів.

2.4. Зниження негативного впливу факторів зовнішнього середовища на життя рослин.

Поживні речовини як фактор вегетації. В польових дослідженнях встановлено, що рослини використовують тільки частину поживних речовин, внесених у ґрунт. Середні коефіцієнти використання рослинами азоту коливаються в межах 40-60%, фосфору - 10-20 % і калію -20-40 %. На ці величини впливають фактори:

· забезпеченість ґрунту поживними речовинами;

· екологічні фактори;

· фізико-хімічні властивості ґрунту; · взаємодія поживних речовин; · ємкість поглинання рослин.

Залежність між наявністю поживних речовин і формуванням врожаю Польових культур вивчали в декількох напрямах. Найбільш вивченим є дослідження залежності врожаю від поживного режиму ґрунту та внесення добрив. Встановлена математична залежність у вигляді логарифмічної кривої. Численні експерименти по узагальненню та коректуванню отриманої кривої дозволили зробити висновок, що однозначного математичного виразу залежності врожаю від вмісту поживних речовин у ґрунті бути не може. Залежно від родючості ґрунту крива врожаю може мати різну форму, частіше параболічну або сигмоїдальну, і на її вигляд суттєво впливають екологічні фактори. Подальші дослідження залежності між вмістом поживних речовин у ґрунті і врожаєм показали, що роздільне вивчення поглинання поживних речовин рослинами і залежність між поглинанням і формуванням врожаю більш доцільне. Величина врожаю залежить від процесу споживання елементів живлення рослинами з ґрунту і добрив, а також від використання цих елементів на створення органічної речовини.

Вплив екологічних факторів на засвоєння поживних речовин. Відмінності у засвоєнні поживних речовин з одних і тих же видів і форм добрив, які вносились у різні строки або різними способами, у більшості випадків залежать від екологічних умов місцевості. Фактори середовища інколи суттєвіше впливають на засвоєння поживних речовин, ніж кількість самої речовини, внесеної з добривом.

Опади Впливають на вимивання розчинних форм поживних речовин (особливо азоту у нітратній формі), що часто спостерігається на легких і водопроникних ґрунтах. На середніх і важких ґрунтах з високою ємкістю поглинання в роки з підвищеною кількістю опадів засвоєння азоту рослинами підвищується.

Температура суттєво впливає на засвоєння поживних речовин. Наприклад, низькі температури на початку вегетації суттєво послаблюють поглинання фосфору, а це в свою чергу гальмує інтенсивність дихання і фотосинтезу. Температура ґрунту виконує важливу роль у мінералізації азоту. Знижена температура ґрунту часто лімітує перетворення азоту в доступну для рослин форму. *Непряму дію* на засвоєння поживних речовин здійснюють вплив також такі властивості ґрунту, як *Сорбційна і фіксуюча властивість, рівень pH, механічний склад, аерованість і біологічна активність.* Реакція ґрунту не тільки специфічно змінює засвоєння окремих елементів, але й сприяє формуванню відмінностей у їх поглинанні окремими

культурами. Аерованість ґрунту польових культур, як правило, має позитивний вплив.

Крім вище вказаних факторів, непряму дію на поглинання поживних речовин здійснюють агротехнічні заходи, особливо чергування культур, густота рослин, забур'яненість, способи обробітку ґрунту. Наприклад, при монокультурі азот, фосфор, магній засвоюються кукурудзою гірше, ніж при вирощуванні у сівозміні після пшениці або багаторічних бобових трав.

Вплив густоти рослин на засвоєння поживних речовин пов'язують не тільки зі ступенем розвитку кореневої системи рослин, але і з взаємним затіненням рослин. При повному освітленні рослини засвоюють менше калію в порівнянні з іншими елементами, ніж затінені рослини.

Взаємодія поживних речовин. Засвоєння поживних речовин залежить від характеру їх взаємодії: *Синергізм* - посилює, а *Антагонізм* - гальмує вплив якогось із елементів при комплексному їх внесенні.

Прикладом синергізму є позитивна дія підвищених доз і засвоєння азоту на використання інших елементів. Такий вплив азоту пояснюється підвищенням метаболічної активності рослин, яке прискорює реакцію ємкості поглинання. Це пояснюється тим фактом, що засвоєння інших елементів підвищується тільки через деякий час, що проходить після активного поглинання азоту. Антогоністичні відносини при засвоєнні поживних речовин знижують відносне поглинання натрію, магнію і кальцію. Цей вплив особливо загострюється при підвищенні кислотності ґрунту.

На засвоєння поживних речовин впливає ємкість поглинання рослин, яка є видо - і сортоспецифічною ознакою і залежить від кореневої маси та активності її поглинаючої властивості. Наприклад, серед зернових культур найбільша ємкість поглинання характерна для озимого жита, нижча (приблизно на 20%) - у вівса і озимої пшениці, найнижча - у ярого ячменю (на 35%). Бобові культури мають більш високу ємкість поглинання у порівнянні із зерновими, особливо інтенсивно засвоюється фосфор. Ємкість поглинання може зменшуватись при нестачі окремого елементу, але ліквідація дефіциту позитивно впливає на засвоєння всіх інших поживних речовин.

Залежність врожаю від засвоєння поживних речовин можна виразити *Коефіцієнтом їх використання:*

$$Кв = \frac{У}{В},$$

де *Кв* - коефіцієнт використання поживних речовин;

У - Урожай, т/га;

В - кількість засвоєних поживних речовин, кг.

Ці показники дозволяють визначити окупність внесеного азоту, яка в дослідах з озимим житом коливається від 10 до 170 кг сухої надземної маси, а в дослідах з райграсом багаторічним - 15-65 кг, з озимою пшеницею - 44-90 кг, з цукровими буряками - 63-123 кг сухої речовини при збиранні на 1 кг засвоєного азоту.

Таким чином, за допомогою добрив та інших агротехнічних заходів необхідно створити такі умови, при яких рослини засвоюють максимальну

кількість поживних речовин відповідно до фази розвитку та біологічної продуктивності.

Водний режим рослин. Рослини містять близько 90% води. Протягом вегетації вода "протікає" через рослини із ґрунту в атмосферу. Наприклад, на утворення 1 т пшениці використовується близько 1000 т води.

Вміст води в рослинах коливається. Кількість вологи, в значній мірі, визначає механічні властивості багатьох органів рослинного організму - листків, квіток, плодів, а також стан чечевичок.

У водному середовищі за допомогою хлорофілу клітин при освітленні здійснюється фотосинтез, швидкість якого залежить також від вмісту CO2 в міжклітинному просторі рослин. Відомо, що при зниженні вмісту води в ґрунті зменшується її поглинання рослинами, падає тургор (тиск води в клітині) і чечевички закриваються. Якщо чечевички не зменшують витрату води на транспірацію, а відновлення води з ґрунту незначне, то рослини засихають.

Основний показник стану води в рослинах - це *Водний потенціал,* Який являє собою кількісне відображення властивості води виконувати роботу, тобто переміщатись від місця з більш високим осмотичним потенціалом до місць з низьким потенціалом. Вода із ґрунту через корені проникає в рослину, потім проходить до листків, від них в атмосферу. Рух води залежить, в першу чергу, від різниці потенціалів і опорів між випаровуючою властивістю клітин листків і атмосфери. *Транспірація* І *Фотосинтез.* Змикання чечевичок при слабкому тургорі стримує транспірацію в більшій мірі, ніж фотосинтез. Причина цього - в різниці опорів, які повинні пройти вода і CO2.

Дефіцит вологи уповільнює ростові процеси, зменшує площу листків і як результат - низьке використання сонячної радіації посівами.

Тимчасовий дефіцит вологи не завжди призводить до зменшення врожаю. Наприклад, ріст зернівок озимої пшениці може проходити безперешкодно за рахунок запасів води верхньої частини стебла при відсутності фотосинтезу.

Тривала посуха, звичайно, спричиняє суттєві незворотні зміни: інтенсивно скорочується активна листкова поверхня, листки жовтіють і засихають. Послаблення фотосинтетичного апарату відповідно зменшує прирости сухої речовини.

Критичні періоди водоспоживання. Рослини чутливі до дефіциту води у певні періоди вегетації, які називаються *Критичними.* Продуктивність кукурудзи, наприклад, суттєво знижується в умовах нестачі вологи у фазі цвітіння, врожай пшениці - при дефіциті води за 10 днів до колосіння. В обох випадках характерна підвищена чутливість організму до посухи у певній фазі розвитку. Збільшення чутливості пов'язують з процесом запліднення, диференціацією квіток та їх редукцією. Фаза розвитку, у якій проявляється підвищена чутливість до води, називається *Критичною.*

Значний ріст біомаси більшості культур спостерігається при максимальному використанні сонячної енергії і достатньому забезпеченні поживними речовинами, зазвичай, за умови раціональних агротехнологій.

Вивчення водного режиму польових культур дає цінні дані для агрономів і селекціонерів. З'явилась тенденція до використання фізичних методів для управління режимом зрошення. Перспективні методи оцінки стану посівів за результатами широкомасштабного аерофотознімання з літаків та супутників.

Дані про погодні умови доступні, тому їх часто використовують при встановленні статистичної залежності врожаю від погоди. В зв'язку з тим, що опади є приходною частиною балансу ґрунтової вологи, виникає потреба визначення кількісного використання витратної частини балансу - евапотранспірації, тобто витрата води рослинами на транспірацію та випаровування із загальної поверхні посіву за певний відрізок часу або добовий баланс ґрунтової води.

При оптимальних умовах зволоження швидкість віддачі води посівом залежить від його енергетичного балансу. *Потенційну евапотранспірацію,* тобто загальну витрату води ідеальним посівом, добре забезпеченим водою (включаючи випаровування води з ґрунту), розраховують з урахуванням показників швидкості вітру на висоті 2 м, тиску водяної пари, рівня освітлення сонця, температури повітря. Якщо нестача ґрунтової води матиме значення критичного дефіциту (розрахованого за водним балансом), надходження води до коренів зменшується, чечевички закриваються і дійсна ева-потранспірація знижується нижче рівня потенційної евапо-транспірації конкретної культури. Співвідношення дійсної і потенційної евапотранспірації вказує, в якій мірі нестача води здійснює вплив на формування врожаю в даний період.

Пристосованість онтогенезу рослин до умов середовища є результатом їх еволюційного розвитку (мінливості, спадковості, відбору). Протягом філогенезу кожного виду рослин в процесі еволюції виробилися певні потреби індивідуума до умов існування і пристосованість до займаної ним екологічної ніші. Адаптація (пристосування) рослини до конкретних умов середовища забезпечується за рахунок фізіологічних механізмів (фізіологічна адаптація), а у популяції організмів (виду)-завдяки механізмам генетичної мінливості, спадковості і відбору (генетична адаптація). Фактори зовнішнього середовища можуть змінюватися закономірно і випадково. Закономірно змінюючись, умови середовища (зміна сезонів року) виробляють у рослин генетичну пристосованість до цих умов. В цих умовах урожайність сільськогосподарських культур багато в чому визначається їх стійкістю до несприятливих факторів середовища конкретного регіону.

При дії на рослину несприятливих факторів (стресорів) у ньому виникає напружений стан, відхилення від норми -стресс. Стрес-загальна неспецифічна адаптаційна реакція організму на дію будь-яких несприятливих факторів. Теорія стресу була сформульована Гансом Сельє (Hans Hugo Bruno Selye), канадським ендокринологом австро-угорського походження. А самтермін стрес (від англ. Stress-напруга) був запозичений фізіологами рослин з медицини. Зовнішні фактори, що викликають стрес, прийнято називать стрессорами, а стрес розглядати як стан організму, що формується у відповідь на їх вплив. Лише за певних умов реакція рослини на стресові умови буває патологічною, зазвичай вона має адаптивне значення.

Виділяється три фази реакції рослини на стрес: первинна стресова реакція (тривога), адаптаціяі виснаження. У першій фазі відбуваються серйозні відхилення в фізіолого-біохімічних процесах, рослина виявляє як симптоми пошкодження, так і захисні реакції, які спрямовані на усунення пошкоджень. У разі, якщо стресова дія занадто велика, рослина може загинути в цій фазі розвитку стресу. Якщо рослина не загинула, настає друга фаза, в котрій рослина або адаптується до нових умов, або пошкодження в неї посилюються. Закономірністю є те, що при повільному розвитку несприятливих умов рослини до них легше пристосовуються. Коли фаза адаптації закінчується, рослини при нових умовах, що склалися нормально вегетують (але при зниженому загальному рівні процесів). У третій фазі, фазі ушкодження, в рослині пригнічуються основні життєві функції, що забезпечують реакції, і якщо рівень стресса перевищує порогові значення, рослина гине. При припиненні дії стресфакторів і нормалізації зовнішніх умов включаються процеси відновлення. Виділяють три основні групи факторів, що викликають стрес у рослин:

Фізичні: недостатня або надмірна вологість, освітленість, температура, радіоактивне випромінювання, механічний вплив;

Хімічні: солі, гази, ксенобіотики (гербіциди, інсектициди, фунгіциди, промислові відходи та ін.);

Біологічні: ураження збудниками хвороб або шкідниками, конкуренція з іншими рослинами, вплив тварин, цвітіння, дозрівання плодів. Сила стресу залежить від швидкості розвитку несприятливої для рослин ситуації і рівня стрессфактора. При повільному розвитку несприятливих умов рослина краще пристосовується до них, ніж при короткочасній, але сильній дії. У першому випадку, як правило, більшою мірою виявляються специфічні механізми стійкості, у другому - неспецифічні. Різні види рослин забезпечують стійкість і виживання в несприятливих умовах трьома основними засобами: за допомогою механізмів, які дозволяють їм уникнути несприятливих впливів (стан спокою, ефемери та ін.); за допомогою спеціальних структурних пристосувань; завдяки фізіологічним властивостям, що дозволяють їм подолати згубний вплив навколишнього середовища.

Особливо актуальним є питання про перехід до адаптивних технологій вирощування в умовах недостатнього та нестійкого зволоження.

Погодні умови конкретного року визначають спосіб і параметри основного і передпосівного обробітку ґрунту, строків сівби, норм висіву і глибини загортання насіння, час проведення підживлень та їх дози, необхідність здійснення заходів боротьби з бур’янами, шкідниками, хворобами, а також доцільність проведення заходів з підвищення якості продукції, час і способи збирання і т. д.

Так, оптимальні строки сівби як озимих, так і ярих культур, які визначаються погодними умовами, дають можливість для кращого росту й розвитку рослин, що в подальшому сприяє формуванню високої їх продуктивності. Тобто адаптація рослин значною мірою залежить від своєчасного проведення цього елементу технології та правильного підходу в його проведенні. У разі запізнення із сівбою компенсувати зниження урожайності в подальшому буде неможливим.

Таким чином, для підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва необхідний перехід до нових, адаптивних технологій, які базуються на диференційованому використанні природних ресурсів та адаптивного потенціалу сортів. Такі технології не можуть бути постійними і фіксованими, і можуть змінюватися залежно від умов зовнішнього середовища, від економічної ситуації на ринку з урахуванням економічного стану господарства. Існуюча ж і повсюдно широко застосовувана в сучасній агрономії практика орієнтації на середньорічну норму метеорологічних умов, як правило, не є раціональною.

Урожай можна збільшити удвічі.

Результатами досліджень встановлено, що за сприятливих погодних умов науково обґрунтовані методи управління формуванням урожайністю дають можливість в Лісостеповій і Степовій зонах підвищити ступінь реалізації біологічного потенціалу районованих і перспективних сортів пшениці озимої (для прикладу) з 25–30 % до 50–60 %. Крім того, встановлено, що в кожній ґрунтово-кліматичній зоні України фактори погоди, які впливають на формування окремих елементів структури врожайності, діють по-різному, але визначають при цьому до 45–50 % коливань урожайності по роках. Таким чином, підвищення рівня їх використання до 50 % створює передумови для подвоєння продуктивності кожного гектару посіву. Досягти цього можливо за допомогою розробки і впровадження адаптивних, гнучких технологій, які передбачають диференціацію агротехнічних прийомів залежно від умов вирощування з використанням напрацьованих наукових підходів та результатів досліджень.

Переваги адаптованої технології вирощування перед традиційною полягають у наступному: в алгоритм прийняття технологічних рішень включається інформація, яка за обсягом значно перевершує знання окремого фахівця і являє собою колективний досвід багатьох фахівців різних галузей знань, галузей науки, а також кількісні моделі процесів, що впливають на формування урожайності; можливість швидкого коригування алгоритмів прийняття рішень відповідно до нової інформації, що з’явилася, яку необхідно враховувати; виключаються помилкові дії технолога; значно зменшується суб’єктивізм при виборі параметрів комплексу агротехнічних заходів. Але дійсна цінність адаптування елементів технології для сільськогосподарського підприємства проявляється тільки тоді, коли воно доведене безпосередньо до кожного конкретного поля, на якому вирощується та чи інша культура, з обов’язковим урахуванням наявних обмежень технологічного, фізичного, біологічного, економічного і організаційного характеру.

Важливішим є прийняття не оптимальних, а раціональних рішень.

Створені в попередні роки технології не відповідають повною мірою вимогам теперішнього часу. Таким чином, вже давно існує нагальна потреба у визначенні чітких критеріїв і способів диференціації технологічних процесів, що дасть змогу застосовувати у конкретних умовах виробництва найбільш ефективні агротехнічні прийоми з використанням новітньої техніки.

Отже, під адаптивною технологією для конкретних умов вирощування слід розуміти сукупність організаційних заходів та агротехнічних прийомів, спрямованих на найбільш раціональне використання природних ресурсів регіону та можливостей онтогенетичних і філогенетичних функцій всіх організмів, що входять до агрофітоценозів. Найважливішою її умовою є системний, тобто багатофакторний підхід, що забезпечує зростання продуктивності, збереження енергетичних і матеріальних ресурсів.

Поряд з вимогами зонального районування при адаптації технології необхідно враховувати нерівномірний розподіл абіотичних і біотичних факторів середовища проживання не тільки в межах зони, але і кожної сівозміни господарства і навіть поля. Ці фактори — температура, родючість ґрунту, вологозабезпеченість та інші, поряд з агротехнічними, можуть істотно вплинути на структуру фітоценозу, терміни проходження рослинами фенофаз, ступінь ураження хворобами і пошкодження шкідниками, заморозками і в кінцевому рахунку, на структуру, величину та якість врожаю.

Таким чином, мінливі погодні умови, існуючий дефіцит матеріальних та енергетичних ресурсів у країні та необхідність їх раціонального використання потребують переходу на адаптивні технології вирощування, які базуються на всебічному врахуванні біологічних особливостей всіх компонентів агрофітоценозів і факторів зовнішнього середовища. Тісна співпраця науковців та виробничників дає можливість створення адаптивних моделей технологій у кожному господарстві. Такі технології дадуть змогу наростити валове виробництво високоякісної продукції рослинництва.

Змістовний модуль 2. РОЛЬ БОБОВИХ І ПРОМІЖНИХ КУЛЬТУР В АДАПТИВНОМУ РОСЛИННИЦТВІ

ЛЕКЦІЯ 3
Бобові культури - один з найголовніших напрямків адаптивного рослинництва

План:

3.1. Поліпшення вуглецевого живлення.

3.2. Ефект органічних добрив в підвищенні врожайності, якості, харчової цінності продукції та її збереження.

3.3. Резерви адаптивного рослинництва.

3.4. Значення вирощування бобових рослин і проміжних культур в сівозміні.

Key words: *leguminous crops, adaptive crop production, organic fertilizers, increasing yields, quality of products, nutritional value, preservation.*

3.1. Поліпшення вуглецевого живлення.

Карбонове рослинництво. Працює карбонове рослинництво через комплекс с. -г. методів, таких як технологія мінімальної обробки ґрунту або Notill, сівба покривельних культур тощо.

Такі агрооперації, як компостування, мульчування, використання покривних культур, сприяють секвестрації вуглецю в грунті.

Вуглецеве рослинництво розглядається як один зі способів відновлення балансу циклу вуглецю в природі, що допоможе підвищити стійкість ґрунту до посухи, ерозійних процесів та збільшити продуктивність ріллі.

Використання деяких методів відновлюваного землеробства, таких як зменшений ґрунтообробіток (no-till, strip-till, mini-till тощо), застосування сидератів або покривних культур, органічних добрив замість синтетичних, залишання в полі пожнивних решток (наприклад, мульчування тощо) призводить до утримання та накопичення в ґрунті органічного вуглецю, що в перерахунку дає еквівалент певного обсягу CO2.

Ґрунти є основою виробництва продуктів харчування. Оскільки мета вуглецевого землеробства полягає в тому, щоб уловлювати вуглець у ґрунті, методи, які досягають цього, є регенеративними методами, що впливають на здоров'я ґрунту.

Покривні культури та ліквідація чистих парів захищають поверхню ґрунту від ерозії. Скорочення обробітку ґрунту покращує структуру ґрунту для поглинання поживних речовин та води.

З усіх перерахованих типів живлення вуглецем фотосинтез зелених рослин, при якому побудова органічних сполук йде за рахунок простих неорганічних речовин (С02 і Н20) з використанням енергії сонячного світла, займає особливе місце. Загальне рівняння фотосинтезу:

6C02 + 12H20 -> C6H1206 + 602 + 6H20

Фотосинтез - це процес, при якому енергія сонячного світла перетворюється в хімічну енергію. У найзагальнішому вигляді це можна представити таким чином: квант світла (hv) поглинається хлорофілом, молекула якого переходить в збуджений стан, при цьому електрон переходить на більш високий енергетичний рівень. У клітинах зелених рослин в процесі еволюції виробився механізм, при якому енергія електрона, що повертається на основний енергетичний рівень, перетворюється в хімічну енергію. Тільки за допомогою зелених рослин енергія Сонця може накопичуватися у вигляді енергії хімічних зв'язків. Велика частина енергії, використовуваної людиною на заводах і фабриках, тобто енергія, завдяки якій відбувається рух різних механізмів, машин і літаків, - це все енергія Сонця, перетворена в зеленому листі. Запасання енергії в результаті фотосинтезу відбувається на різні проміжки часу: від хвилин, годин до сотень мільйонів років (досить згадати : поклади торфу, родовища нафти і кам'яного вугілля в результаті розкладання рослин).

У процесі фотосинтезу з простих неорганічних сполук (С02, Н20) будуються різні органічні речовини. В результаті відбувається перебудова хімічних зв'язків: замість зв'язків С-О і Н-О виникають зв'язку С-С і С-Н, в яких електрони займають більш високий енергетичний рівень. Таким чином, багаті енергією органічні речовини, якими живляться тварини і люди за рахунок яких отримують енергію, спочатку створюються (в процесі дихання рослин) в зеленому листі. Можна сказати, що практично вся жива матерія на Землі є результатом фотосинтетичної діяльності.

Інтенсивність фотосинтезу і накопичення сухої речовини залежать від освітлення, вмісту вуглекислого газу в повітрі, забезпеченості рослин водою і елементами мінерального живлення. Фотосинтез здійснюється в напівавтономних органелах - хлоропластах. Однак він значною мірою контролюється процесами, що відбуваються в рослині, і факторами зовнішнього середовища.

Відтік ассимилятов. Накопичення фотоасимілянтів в хлоропластах і в навколопластидному просторі призводить до пригнічення ферментів, які беруть участь у фотосинтезі. Тому синтезовані пластичні речовини з листа транспортуються в стебло рослини, до кореневої системи і направляються на формування насіння, чи іншого виду корисного врожаю.

Вміст хлорофілу. Зі збільшенням вмісту в клітині хлорофілу збільшується інтенсивність фотосинтезу.

Вік листа і рослини. В ході зростання листа інтенсивність фотосинтезу збільшується. Після закінчення росту листа вона поступово знижується. У багатьох однорічних рослин інтенсивність фотосинтезу досягає максимуму в фазу бутонізації та цвітіння, а потім знижується.

Світло. Є нижній поріг освітленості, при якому розпочинається процес фотосинтезу у рослин. Потім залежність інтенсивності фотосинтезу від освітленості має логарифмічний характер з подальшим виходом на максимум. Кут нахилу кривої залежності інтенсивності фотосинтезу від освітленості залежить від впливу інших факторів. Так, у світлолюбних

рослин вона виходить на максимум при значно вищій освітленості, ніж у тіньовитривалих рослин. Рівень освітлення, при якому поглинання CO2 в ході фотосинтезу дорівнює виділенню CO2 в процесі дихання, називається компенсаційним пунктом. Важливий і спектральний склад світла. При висвітленні червоним світлом утворюються переважно вуглеводи, синім - аміно - і органічні кислоти.

Температура. При температурі 15-20°С фотосинтез йде з однаковою швидкістю. Це пояснюється тим, що при низькій температурі інтенсивність фотосинтезу залежить від швидкості світлових реакцій. При високій освітленості інтенсивність фотосинтезу лімітується швидкістю темнова реакцій і Q10 приблизно дорівнює 2. Для більшості рослини С3-типу оптимальна температура 20-25оС, для рослин С4-типу вона дорівнює 25-40оС. При температурі вище оптимальної інтенсивність фотосинтезу знижується через інактивації хлоропластів і закриття продихів.

Вміст CO2 в повітрі. Підвищення вмісту CO2 з 0,03% до 0,3% викликає збільшення інтенсивності фотосинтезу. Подальше зростання концентрації CO2 до 1% не позначається на фотосинтезі, але більш високий рівень CO2 в повітрі призводить до депресії фотосинтезу. Високі концентрації CO2 особливо несприятливі при високій освітленості, так як відбувається інгібування темнова реакцій. Вплив вмісту вуглекислого газу на фотосинтез залежить від виду рослини.

Забезпечення водою. При великому водному дефіциті інтенсивність фотосинтезу знижується через закриття продихів, що зменшує надходження CO2 в листя, знижує транспірацію і призводить до підвищення температури листа.

Крім того, зневоднення змінює конформацію і, отже, активність ферментів.

Вміст кисню в повітрі, в середньому, так само 21%. Підвищення концентрації або відсутність кисню для фотосинтезу несприятливі. Кисень знижує активність рибулозодіфосфаткарбоксилази.

Мінеральне живлення. Виключення будь-якого елементу мінерального живлення негативно позначається на фотосинтезі. Особливо важливі такі елементи як фосфор, магній, залізо, марганець, мідь, калій і азот. На всіх етапах фотосинтезу беруть участь фосфорильовані сполуки. Калій активує процеси фосфорилювання і бере участь в відкритті листкових продихів. Магній входить до складу хлорофілів, активує реакції карбоксилювання і відновлення НАДФ. Залізо необхідно для синтезу хлорофілів. Марганець бере участь в фоторозкладенні води. Мідь входить до складу пластоціанін. Азот необхідний для формування мітохондрій та утворення пігментів.

3.2. Ефект органічних добрив в підвищенні врожайності, якості, харчової цінності продукції та її збереження.

У сучасному інтенсивному землеробстві високої продуктивності культур добиваються насамперед за рахунок застосування підвищених норм мінеральних добрив і посиленого розкладання гумусу. В зв'язку з цим особливої актуальності набуває проблема підтримання оптимального його

вмісту в ґрунті. Передусім це стосується вузькоспеціалізованих короткоротаційних сівозмін.

Нині значення органічних добрив часто недооцінюють, вважаючи, що в сівозміні в ґрунт надходить достатня кількість кореневих і післязбиральних решток, які покривають мінералізацію органічних речовин. При цьому посилаються на залишення на полі значної кількості післязбиральних решток за умови застосування азотних добрив і загущених посівів. Однак саме високі норми азотних добрив є причиною пришвидшеного розкладання гумусу і від'ємного його балансу. На практиці зниження вмісту гумусу може виявлятися занадто пізно.

Органічні добрива – це органічні сполуки рослинного, тваринного, промислового і побутового походження різного ступеня розкладання. Зазвичай вони містять багато вологи та різні елементи живлення, тобто ті, які були в живих організмах. Тому їх іще називають *повними добривами.* Через низький вміст елементів живлення органічні добрива недоцільно транспортувати на значні відстані, їх використовують на місці виробництва (або неподалік). Звідси й назва – *місцеві добрива.*

Застосування місцевих органічних добрив – основний засіб впливу людини на колообіг елементів живлення в землеробстві. Він дає змогу не лише підтримувати, а й збільшувати ємність цього колообігу.

Із деяких органічних добрив (гною, пташиного посліду, фекалій та ін.) використовується значна частина елементів живлення, які вже були вилучені з ґрунту і добрив, повторно. Отже, чим повніше на місцях використано усі резерви органічних добрив, тим меншу кількість мінерального добрива потрібно вносити.

За кордоном, особливо в органічному землеробстві, застосовують різноманітні добрива рослинного (наприклад, люцернове, соєве, бавовникове борошно) і сухі добрива тваринного походження (кров'яне, кісткове, риб'яче кісткове і риб'яче борошно, борошно з рогів і копит, з пір'я, з панцирів крабів і креветок).

Інші види органічних добрив, тобто тих, які безпосередньо не виробляються в господарстві (торф, сапропелі, комунально-побутові відходи міст та ін.), є додатковим джерелом надходження елементів живлення в ґрунт.

Крім елементів живлення органічні добрива постачають у ґрунт вуглекислий газ, який поліпшує повітряне і кореневе живлення рослин. Вони також є енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів. Більшість органічних добрив самі багаті на мікрофлору. Вважають, що застосування їх в оптимальних нормах на 20–30 % підвищує ефективність мінеральних добрив, згладжує післядію несприятливих погодних умов. "Яким би не було великим виробництво мінеральних добрив у країні, гній ніколи не втратить свого значення як одне з основних добрив у сільському господарстві", – писав Д. М. Прянишников.

Органічні добрива - альтернатива звичайним (мінеральним), яка здатна забезпечити повноцінний ріст і розвиток рослин без застосування небезпечних хімікатів. Мінеральні добрива засвоюються лише на 45-55%.

Інша частина відкладається у вигляді нітратів в самих продуктах і робить їх шкідливими для здоров'я людини.

Урожай, вирощений за їх участю, містить менше білка і більше вуглеводів, змінюється не тільки їх смак, але і лежкість при зберіганні і стійкість до різних хвороб і шкідників. Мінеральні добрива ніяк не допомагають грунту зберігати і множити свою родючість. Мікроорганізмам, що живуть в ній, для життя необхідні органічні сполуки. Перестави бути живим - грунт може служити лише грунтом для утримання коренів рослин. Тому, з розвитком інтенсивного землеробства, підвищується роль органічних добрив в підтримці бездефіцитного балансу гумусу і поживних речовин у грунті.

Органічні добрива збагачують грунт мінералами, корисними бактеріями і мікроорганізмами, покращують її структуру, приваблюють черв'яків, покращують якість врожаю, регулюють кислотність грунту, проводять аерацію і покращують водопроникність земляної суміші. Органічні добрива поглинаються рослинами досить повільно, що знижує ризик внести надлишок добрива. Розкладання органіки також виділяє вуглекислий газ, який виділяється в процесі і бере участь у фотосинтезі рослин.

3.3. Резерви адаптивного рослинництва.

В даний час техногенна інтенсифікація рослинництва підтримується все зростаючим застосуванням засобів механізації, сортів і гібридів, високих доз мінеральних добрив і пестицидів, розширенням площ зрошуваних і осушуваних земель. Все це призводить до збільшення витрат непоправною енергії та природних ресурсів на одиницю продукції при забрудненні і руйнуванні навколишнього середовища.

При адаптивному (пристосувальному) рослинництві диференціюють сорти і гібриди культур за конкретними регіонами, районами, господарствами і навіть полями сівозміни. При цьому дотримується відповідність агроценозів Екотопії (геоморфологічних, кліматичних і екологічних факторів).

Сорти і гібриди повинні характеризуватися високою продуктивністю і стійкістю (до хвороб і шкідників, посух і суховіїв, морозів і заморозків), при грунтозахисних і грунтопокращуючих здібностях.

Адаптивне рослинництво передбачає дозоване застосування засобів техногенної інтенсифікації:

- зрошення і осушення при дотриманні екологічних обмежень;
- добрива відповідно до потреб культивованих рослин і без втрат в технологічних ланцюгах;
- захист рослин боротьба з бур'янами на основі агротехнічних, біологічних, генетичних і мікробіологічних методів;
- пестициди регулюють популяції шкідників при збереженні їх природних ворогів, тобто дотримуючись біологічний контроль;
- системи машин без деградації природного середовища і при високій якості агротехніки.

Одночасно в агроекосистемах раціонально використовують грунтовоземельні, водні, кліматичні ресурси, керують популяціями дикої флори і фауни; підвищують біорізноманіття та ярусність при збільшенні числа культивованих видів, повторних, проміжних та ущільнюючих культур; максимально утилізують сонячну енергію при скороченні питомих витрат додатково вкладеної енергії.

В цілому адаптивне рослинництво забезпечує високу продуктивність агроекосистем при збереженні навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів.

Один з найважливіших аспектів альтернативних систем землеробства - вермікультивування, тобто розведення черв'яків в неволі для отримання біомаси та біогумусу. Біогумус формує структуру ґрунту і знижує її токсичність Крім того, травні ферменти черв'яків надають часточкам грунту, що пройшла через їх кишківник, здатність утримувати більше води і мінеральних речовин.

Слід зазначити, що при використанні даних систем альтернативного землеробства не виключена можливість застосування добрив, що містять у своєму складі мінеральні елементи в складнорозчинній формі - вапняк, фосфати, кісткове борошно, бентоніти і ін.

До числа недоліків альтернативного землеробства відносять:

- підвищена залежність від природних факторів;
- необхідність обробітку на великих площах кормових культур для потреб тваринництва і скорочення площ під іншими важливими культурами;
- нижчий рівень врожайності сільськогосподарських культур;
- підвищення трудовитрат на виробництво продукції сільськогосподарських культур за рахунок приготування і внесення компостів.

Через недоліки багато вчених і практиків вважають, що широкомасштабне застосування альтернативного землеробства в чистому вигляді навряд чи можливо.

Реальною є розробка інтегрованого землеробства, яке включало б кращі риси альтернативних систем, і в той же час допускало б у розумних розмірах застосування мінеральних добрив і пестицидів. Таке землеробство відповідало б вимогам інтенсивного ведення рослинництва і відповідало б екологічним завданням і максимальної реутилізацію всіх відходів сільськогосподарського виробництва.

3.4. Значення вирощування бобових рослин і проміжних культур в сівозміні.

Значення бобових культур у забезпеченні народонаселення світу білками, та й узагалі у вирішенні продовольчої проблеми, визнала навіть ООН, яка з нинішнього року встановила Міжнародний День бобових, який відзначатиметься щорічно 10 лютого. В Україні ситуація з цими культурами за декілька десятків років змінювалась, із об’єктивних і не дуже причин. На пам’яті ще багатьох сучасників — радянське сільське господарства, в якому з бобових передусім сіяли горох та кормові трави. Також традиційною на той час вважалася квасоля.

В «нові» часи до переліку основних і найпоширеніших культур нині увійшла соя. Натомість горох і квасоля відійшли на другий план. А порівняно недавно почала зростати зацікавленість нутом, сочевицею, машем тощо — культурами, які поки що залишаються нішевими, але поступово набирають обертів. Бо попит на них на ринку дедалі зростає.

Накопичення азоту

Цю властивість зазвичай вважають головною. Адже решта культур є лише споживачами цього елементу. Тоді як бобові, засвоюючи його з «повітря», збагачують ґрунт уже в такому вигляді, який наступна культура засвоюватиме легше. Відповідно — можна зменшити норми внесення азоту, зекономивши кошти та зменшуючи хімічне навантаження на ґрунт і загалом довкілля.

Вважається, що зернобобові (соя, горох, сочевиця, нут, чина, вика, люпин та ін.) за оптимальних умов вирощування засвоюють із повітря за допомогою бульбочкових бактерій приблизно 2/3 азоту від загального вмісту в рослинах і 1/3 — використовують із ґрунту. При цьому багаторічні трави, такі як конюшина і люцерна, накопичують навіть більше азоту, ніж згадані культури.

Збагачення ґрунту органікою та його оздоровлення.

Бобові культури, їхні залишки, є найкращим поживним матеріалом для корисної мікрофлори.

Тільки в рослинах бобових культур співвідношення вуглецю до азоту 15:1. Тож як кореневі, так і стеблові залишки є дуже якісним матеріалом для мікроорганізмів.

Завдяки цій властивості бобові також використовують як сидерати. Найкраще для такого агротехнічного заходу підходять конюшина, люцерна, еспарцет, нут, горох, боби, соя, сочевиця, вика, люпин, квасоля. Вважається, що три врожаї бобових сидератів дають такий самий ефект, що і повна норма гною.

Також під покровом зернобобових культур ґрунт зберігає свою будову, менше ущільнюється і краще зберігає вологу у верхніх шарах.

Наповнення ґрунту корисними елементами

Окрім азоту, бобові культури наповнюють поверхневий шар ґрунту калієм, кальцієм, фосфором.

Так, за допомогою ризосферних мікроорганізмів і кореневих виділень зернобобові культури переводять важкорозчинні фосфати ґрунту в доступні для рослин форми.

Менші ризики інфекційного навантаження

Більшість шкідників і хвороб зернобобових культур не вражає рослини інших сімейств, тому вони кращі як попередник зернових та інших наступних культур і з фітосанітарного погляду.

Короткий період вегетації

Більшість бобових, за винятком сої, мають короткий період вегетації. За рахунок цього можна оптимізувати агротехнічні роботи в господарстві, раціонально розподілити людські, технічні і фінансові ресурси. А ще — дати можливість землі відпочити.

Наприклад, горох збирають у липні, сочевицю — в кінці липня, на початку серпня, квасолю і нут — теж у серпні. Тож до сівби озимих, для яких ці культури є найкращими попередниками, є ще час підготуватися і людям, і ґрунту.

А ще інтенсивне зростання і раннє змикання рядків забезпечують зернобобовим культурам суцільного посіву значну перевагу порівняно з багатьма бур'янами і досить високу чистоту полів від бур'янів після збирання врожаю.

Посухостійкість і жаростійкість

Оскільки у зернобобових більш заглиблена і розгалужена коренева система, вони можуть використовувати більшу кількість вологи, що міститься в глибоких шарах ґрунту, тож здатні краще витримати посуху. Що в сучасних умовах дуже актуально.

А глобальне потепління, як і «локальне» потепління, яке на наших територіях спостерігається в останні роки, змушує звернути увагу і на стійкість більшості зернобобових до високих температур. Особливо аграріям півдня.

Незамінність в органічному виробництві

Оскільки в органічному виробництві для живлення можна використовувати лише гній чи компост, то єдиним способом отримання азоту в органічному землеробстві залишається введення до сівозміни бобових.

Звісно, що кожна культура має свої особливості, розглянемо деякі з них.

Проміжними називають культури, Які вирощуються в інтервалі часу, вільного від вирощування основних культур сівозміни. За рахунок таких посівів з однієї площі на протязі року можна мати два, а на зрошуваних землях - і три врожаї, що підвищує коефіцієнт використання Сонячної радіації, внаслідок чого продуктивність гектара ріллі зростає в півтора-два рази. При цьому ґрунт значно довше перебуває під покривом рослин, що синтезують органічну масу. Більше половини її залишається в орному шарі у вигляді пожнивно-кореневих решток, що активізують грунтову мікрофлору, розкладаються на легкодоступні поживні речовини, поліпшують фізичні властивості, відновлюють родючість ґрунту та підвищують урожайність сільськогосподарських культур.

При вирощуванні двох урожаїв, поле зайняте рослинами з ранньої весни до пізньої осені, а при вирощуванні озимих проміжних - ще й узимку. Постійна наявність рослинного покриву позитивно впливає на фізичні иластивості ґрунту, міграцію солей у ньому та мікроклімат приземного шару атмосфери.

Під покривом проміжних посівів ґрунт менше пересихає, захищений від прямих сонячних променів, створюється підвищена вологість у приземному шарі повітря. Введення в ланку сівозміни проміжних культур має собливо сприятливу дію рослин на ґрунтах південних регіонів, що постійно перегріваються.

Спостереженнями підтверджено, что влітку температура ґрунту під рослинним покривом післяжнивних культур на 10-20 °С нижче, чим у чистому пару. Помірна температура и слабкий провітрювальний режим

створюють у рослинному травостої потрібну вологість, затінення - (місцевий мікроклімат). Усе це сприятливо впливає на життєдіяльність корисної грунтової мікрофлори, поліпшує газообмін и підвищує ефективність добрив.

ЛЕКЦІЯ 4

Біологічні та технологічні резерви адаптивного рослинництва. Резерви добрив в сівозміні.

План:

4.1 Ефект сортосуміші в рослинництві.

4.2. Стихійність погоди – головний фактор, що стимулює впровадження адаптивного рослинництва.

4.3. Визначення рівнів врожайності сільськогосподарських культур.

Key words: *biologica lreserves, technological reserves, adaptive crop production, mixed fertilizers, the naturalness of weather, limiting factors, yield levels*

4.1 Ефект сортосуміші в рослинництві.

Одним із прийомів, який на багатьох сільськогосподарських культурах сприяє підвищенню врожайності і її стабільності, є використання сортосуміші. Підвищення врожайності обумовлено тим, що в посівах сумішей створюється оптимальний по архітектоніці агроценоз, забезпечується більш продуктивне використання рослинами факторів зовнішнього середовища. При підборі компонентів змішаних посівів виходять з того, що чисті лінії або сорти в умовах суміші повинні, як би доповнювати один одного, і в той же час забезпечувати однорідність за такими ознаками, як висота рослин, терміни дозрівання і т.д.

В основі ефективності застосування змішаних посівів лежать різні здатності складових їх компонентів використовувати природні і техногенні ресурси навколишнього середовища, а також протистояти дії абіотичних і біотичних стресів.

Агробіорізноманітність в посіві через суміші сортів сприяє кращому використанню ресурсів (сонячне світло, вода, поживні речовини) підвищує врожай сільськогосподарських культур. Суміші сортів допомагають зменшити поширення хвороб і шкідників, а також притягують до спільних посівів природніх антагоністів – ворогів (наприклад, сонечок), що додатково пригнічує популяції шкідників в сумісних посівах.

Змішування сортів із різною стійкістю до хвороб може знизити інтенсивність їх поширення, що дозволяє зменшити обсяги хімічного захисту,продовжити термін дії стійкості рослин до хвороб та пом’якшити екологічне навантаження на місцеву екосистему.

Суміші різних сортів, в силу своїх індивідуальних властивостей, можуть краще витримувати погодні стреси : низькі температури, заморозки, посухи, спекотна погода. Через нішеве доповнення відбувається придушення бур'янів. Деякі суміші, особливо зернових, можуть пригнічувати бур'яни, заповнюючи екологічні ніші, тим самим, за рахунок свого біологічного росту, як ячмінь, жито, овес, тритикале, займатимуть екологічний простір і використовуватимуть грунтові ресурси та подавлятимуть основну масу бур'янів в посіві.

В світовій науці і практиці відомі і інші агроекологічні пратики використання змішаних посівів. Полікультура (policulture) : вирощування різних видів культур разом забезпечує кращу структуру грунту, зменшує популяцію бур'янів та шкідників в посівах, підвищує врожайність і ресурсоефективність посіву. Супутнє висівання (companion planting): використовує взаємодію між культурними рослинами для контролю за бур'янами, шкідниками і навіть для залучення корисних комах.

У дворічних дослідженнях в умовах органічного землеробства суміш з чотирьох сортів озимої пшениці (Mixtures of for durum wheat varietiss: Isli, Tarek, Karim, Nassira) показала значне зменшення тяжкості хвороб (листкової і колосової іржастості, фузаріозу колоса) до 47 % в порівнянні з найбільш сприйнятливим сортом – Nassira.

Дослідження в Чехії показало, що поєднання озимої пшениці з певними бобовими культурами: (озима пшениця в суміші з горохом) давало приріст врожайності пшениці на 2-3 % порівняно з чистими її посівами. Зернобобові + злакові культури – міжрядне, або сумісне вирощування. Spring barley (Westminster) + біла конюшина, або горох (Zero 4, Nitouche). В умовах Шотландії суміші ярого ячменю з сортами білої конюшини та гороху суттєво підвищували врожайність біомаси і зерна в порівнянні з чистими посівами. Застосування даного прийому покращило накопичення азоту в грунті для послідуючої культури вівса в ланці польової сівозміни.

Дослідження польських науковців показали, що суміші сортів ячменю ярого значно знижують інтенсивність розповсюдження борошнистої роси порівняно з з чистими сортовими посівами. Цей результат визнано, як ефективне рішення для інтегрованої та органічної систем захисту рослин. Подібних прикладів можна приводити безліч. На культурі рис, за літературними даними, сортосуміші вивчалися в Японії в напрямку стійкості до пірікуляріозу, та по конкурентоспроможності сортів в змішаних посівах. Подібних прикладів можна приводити безліч.

4.2. Стихійність погоди – головний фактор, що стимулює впровадження адаптивного рослинництва.

Для рослинництва в цілому основним лімітуючим фактором є стихійність погоди. Метеорологічний прогноз в сучасний час можливий

лише короткостроковий, але і він не надійний. Тому вкрай актуальні будь-які елементи агротехніки, які можуть впливати на негативні фактори погоди.

Термін "всепогодність" визначає надійність отримання врожаю при неоптимальних погодних умовах. До факторів всепогодності можна віднести: пристосований сорт, швидкий початковий ріст у ярих, сильно розвинена коренева система, збалансований грунтовий розчин, щільне ложе для насіння, підвищений вміст CO2 в пригрунтовій атмосфері, деякий надлишок калію, збалансовані сортосуміші і інше.

Наявність у рослин здібності до взаємокомпенсації функцій, можливість агротехнічними способами підвищувати витривалість рослин, відмінність між актуальною і потенційною родючістю, явище біологічної цілісності в організмі рослин і ценозу в цілому - ось деякі з багатьох факторів, які дозволяють вирішити дану проблему. До чинників, які знижують ефективність рослинництва відноситься моноценозність посівів. Природні ценози і штучні посіви в цьому відношенні різко відрізняються. Змішані посіви займають незначні площі. В ослабленні моноценозності є значний урожайний резерв. Спеціально підібрані сортосуміші, суміші насіння одного сорту але різних років вирощування можуть підвищувати врожай від 15 до 20%. А у нововиведених сортів врожайність зростає до 70%. Проявляється ефект синергізму, тобто його зростання, підсилення позитивних якостей рослин. В межах сорту між лініями може бути синергізм, нейтралізм або антагонізм. У високоврожайних сортів антогонізм відсутній.

Ефективний резерв - ранній строк сівби ярих. Але він залежить не тільки від матеріально-технічного забезпечення, а й від готовності ґрунту до обробки. Ще давно вчені запропонували висівати в кінці літа або на початку осені високостеблові культури, щоб вони ранньою весною виконували "антенну" функцію уловлювання тепла сонячних променів. Вони проводять тепло в грунт і він відтає раніше танення снігу, що виключає водну ерозію.Навіть стерня злакових культур прискорює готовність грунту навесні до початку обробки.

Будь-який з факторів і будь-яке співвідношення факторів в мінімальній і максимальній дозах лімітують отримання врожаю. Монокультура, поганий попередник, загущений посів, мінімальний термоперіод і інше є лімітуючими (стримуючими) умовами. На практиці ліміти не завжди можна подолати. Але фактично не розроблено прийомів для ослаблення негативних ефектів від пізньої сівби. У той же час відомі рідкісні факти, коли посів на початку червня давав ефект вище квітневого. Добре відомий негативний факт монокультури і поганих попередників, але в практиці доводиться користуватися і монокультурою, і поганими попередниками. Специфічні ж прийоми, котрі долають ці ліміти, достатньо не вивчені. Однак зустрічаються факти, що дають підставу для розробки таких прийомів. Так, деякі мікроелементи майже на 100% знижують шкоду від посіву пшениці по пшениці. Відбір сортів, що

мінімально реагують по величині врожаю на монокультуру, дуже різко підвищує цінність цих сортів. Хоча проведено колосальну кількість експериментів по виділенню кращих фракцій насіння, проте до цих пір не вирішено ряд принципових питань. Зокрема, немає способів виділення насіння, що дають в ценозі синергічні рослини. Немає способів виділення насіння для конкретної ділянки ґрунту, для раннього або пізнього строку сівби. Немає також способів по виділенню насіння для селекційних цілей (еволюційно - просунутих). Все це цілком можливо, але потрібні принципово нові підходи, як наукового, так і технологічного характеру. Вирішення цієї проблеми - вміння виділяти необхідні фракції насіння для конкретних умов і потрібними властивостями - дозволить не тільки зменшити норму висіву в 2 і більше разів, але і вирішувати інші селекційні завдання. Уже відомі способи виділення більш врожайних фракцій насіння, більш високобілкових, більш витривалих, більш пристосованих. За кордоном насінницькі фірми використовують тільки 30 - 40% насіння від загального врожаю, виділяючи тільки самі повноцінні. Овочівники Голландії оцінюють насіння по 50 показникам. Нові наукові підходи до оцінки насіння дадуть можливість розробити нові технології для виділення найбільш повноцінних і специфічних
фракцій. В межах сорту відмінності між сім'ями більші, ніж середні відмінності між сортами. Цей резерв можна активно використовувати.

Основний внесок в розвиток врожаю вносить вуглецеве харчування - більше 95% сухої маси створено з вуглекислоти та води. У той же час технологічні зусилля з отримання врожаю майже не включають прийомів щодо поліпшення

вуглецевого живлення. По-перше, наукове розуміння цієї проблеми неповне; подруге, можливість управління цим процесом не самоочевидне. Виявляється, рослини поглинають вуглекислий газ в іонній формі, іонізація забезпечується переважно за рахунок радіоактивності грунту. Внесок грунтової вуглекислоти в урожай коливається від 65 до 95%. Тому вкрай важливо, щоб процес виділення вуглекислого газу з ґрунту був достатній, постійний і в іонізованій формі. Цього можна досягти не тільки за рахунок внесення органічних матеріалів в грунт, а й активізації мікробіологічної діяльності. Відомий прийом «сухий полив» - це розпушування верхнього шару, яке помітно знижує транспірацію за рахунок підвищення вуглекислого газу в атмосфері; між інтенсивністю транспірації і змістом CO_2 існує зворотний зв'язок. У використанні органічних добрив є один неврахований фактор: в польових дослідах в ефекті добрив не враховується виділення CO_2 і його вплив на урожай, тому що контрольна ділянках розташована поруч і найменший вітер переносить вуглекислий газ з досліджуваної ділянки на контрольну. За деякими даними, газовий компонент органічних добрив близький до 80%, тобто в 4 рази більше, ніж вплив через грунт. Реальна оцінка вкладу газового компонента органічних добрив може не тільки економічно, але і принципово змінити погляд на роль органічних добрив, чи органічних пожнивно - кореневих решткив як фактор,

що впливає на якість і надійність врожаю. Те, що грунт є основним джерелом вуглецевого живлення рослин, при цьому забезпечує його доступність (іонізацію), має істотно змінити наше розуміння родючості грунту. Як показують наукові дослідження, з добривами втрати азоту коливаються від 28 до 78% (в середньому 50%). У той же час закладення добрив 7-10-15см може забезпечити не менше 30% економії добрив. Аналогічні дослідження проведені в США і Китаї. Однак в такому прийомі іноді бувають винятки, природа яких не зовсім зрозуміла. Хоча частка випадків незначна, але вона знижує довіру до цього виключно ефективному прийому. Цей прийом - «місцеве», «локальне», «в орний шар» і т.д. - внесення добрив забезпечує посилення всіх позитивних і ні одного негативного фактору, що вливають на рослини і врожай. Потрібно тільки технологічне забезпечення такої операції. Резервом землеробства є підвищення продуктивної частини врожаю, тобто збільшення частки використовуваної частини без збільшення біомаси. Якщо в селекції цей показник постійно враховується (відсоток крохмалю, цукру, волокна і т.д.), то агрономічні прийоми майже не розробляються. Зокрема, вкрай актуально підвищення клейковини в зерні пшениці, проте надійних прийомів агротехніки для цього практично немає. Окремі дослідження показують плідність агротехнічних прийомів по цій проблемі. Але до рівня технологічних розробок ці дослідження не доведені. Зовсім не нормальним треба вважати положення, коли збільшення доз добрив, особливо азоту, підвищує урожай біомаси, наприклад, на 30%, а урожай зерна - тільки на 10 - 15%. У той же час зустрічаються випадки, коли частка зерна зростає більшою мірою, ніж урожай біомаси. Наукова робота повинна бути спрямована на обгрунтування саме таких технологічних прийомів в агротехніці. Має проблемний характер і питання про негативну дію низької pH на рослини. В основному негативний вплив відбувається через мікроелемент алюміній, який легко розчиняється в кислому середовищі і проникає в рослину, де і порушує його життєдіяльність. В даний час негативний вплив алюмінію усувається шляхом підлужування середовища вапном, розчинність алюмінію знижується, і він менше надходить в рослину. Другий спосіб - селекційний: створюються сорти, що майже не реагують на кислотність грунту. Можливий і третій спосіб: використовується фізіологічний антагоніст алюмінію, який надходить в рослину і припиняє негативний вплив алюмінію. Уже відомо, що антагоністами є молібден і кремній. Можна знайти і інші елементи і способи. Цей пошук є актуальним тому, що високі дози вапна, що вносяться для підлужування грунтового середовища, зв'язують багато мікроелементів, і повноцінність рослинної продукції знижується. Вапно так само помітно знижує посухостійкість рослин. Актуальною вважається проблема вмісту білка в рослинній продукції. Вона обговорюється давно і у всіх країнах світу. Але задовільного рішення поки не має. Найголовніший недолік наукового рішення - відсутній системний, багатовимірний підхід. Перш за все, повноцінний білок пов'язаний з активністю кореневої системи, але

селекційні і агротехнічні способи посилення росту і розвитку кореневої системи практично не розроблені. Друга сторона - синтез білка і його повноцінність сильно пригнічуються алюмінієм, тому потрібні активні способи ослаблення шкідливого впливу цього елемента. Отже, ведення аграрного виробництва спираючись на вище згадану екологобіологічну технологію в поєднанні із застосуванням ресурсозберігаючих прийомів основного та передпосівного обробітку ґрунту, безумовно, заслуговує найпильнішої уваги і впровадження в сільськогосподарських підприємствах регіону. Це дасть можливість істотно підвищити родючість грунту, врожайність основних польових культур і якість продукції з мінімальними витратами на виробництво. І в той же час фахівцям сільськогосподарських підприємств необхідна допомога у впровадженні інновацій, яку можуть надавати вчені проблемних лабораторій навчальних і наукових установ.

4.3. Визначення рівнів врожайності сільськогосподарських культур.

Рівні врожайності. Залежно від стану наукових знань і матеріальнотехнічних можливостей можуть бути намічені для досягнення різні рівні врожайності: потенційна (ПУ), яка відповідає граничним біологічним можливостям культури, її сорту або гібриду, і приходу фотосинтетично активної радіації (ФАР); дійсно можлива (ДМУ)-найбільш можлива при існуючих метеорологічних і ґрунтових умовах; урожайність у виробництві (УВ), яка відповідає матеріально-технічним можливостям господарства.

Маючи дані по калорійності біомаси рослин і приходу ФАР, можна наближено визначити *потенційний урожай* за формулою:

$$ПУ = K_ф \cdot K \cdot K_т \cdot \frac{\Sigma Q}{g \cdot 10^3},$$

де *ПУ* – потенційний урожай у сухому стані, ц/га, при оптимальних метеорологічних і агротехнічних умовах; $K_ф$ – коефіцієнт використання ФАР, виражений у частках одиниці (ККД ФАР 4% становить у частках одиниці 0,04); $K_т$ – коефіцієнт господарської ефективності врожаю, який показує частку корисної частини врожаю в загальній біомасі; ΣQ – кількість ФАР, що надходить за період вегетації, ккал/га або кДж/кг; g – калорійність біомаси рослин, ккал/кг або кДж/кг.

По калорійності окремих культур: озима пшениця – 4450 ккал/кг, або 18,631 кДж/кг, кукурудза на зерно відповідно 4100 і 17 166; люцерна – 5200 і 21 771.

Актинометричні станції фіксують надходження сонячної радіації у ккал/см^2 або кДж/см^2. Для переведення цього показника на площу 1 га його потрібно помножити на 10^8. Частка ФАР становить 48-48,5% загальної кількості сонячної радіації.

У результаті розрахунку одержуємо дані про величину врожаю в сухому стані. Залишається до нього додати% стандартної для даного виду продукції вологи.

Дійсно можлива врожайність обмежується кількістю тепла, вологи, ґрунтовими та агротехнічними умовами, а також біологічними особливостями сортів і гібридів.

Рівень урожайності залежно від теплозабезпеченості може бути виражений запропонованим І. Д. Шашко біокліматичним показником:

$$БКП = \frac{\Sigma t > 10°C}{1000}$$

Показники *БКП* 1,6-2,2 відповідають середній біологічній продуктивності рослин, обмеженій ресурсами тепла.

При даному *БКП* продуктивність рослин залежить від наявності вологи і поживних речовин. В умовах зрошення ці фактора регулюються, що дає можливість з достатньою достовірністю встановлювати пряму залежність урожайності від *БКП*.

Дійсно можливий урожай у даному випадку визначається за формулою: $ДМУ = a \cdot БКП$

де *ДМУ* – дійсно можливий урожай, обмежений ресурсами тепла, ц/га; *а* – коефіцієнт, який встановлюється емпірично. У розглянутому прикладі $a = 9{,}52 : 2{,}8 = 3{,}4$.

У сучасних умовах БКП, який становить 2,8, на півдні України відповідає дійсно можливій урожайності кукурудзи близько 100 ц/га зерна.

Урожайність сільськогосподарських культур у значній мірі залежить від властивостей ґрунту, його особливостей. При програмуванні врожаю важливо визначити початковий його рівень, який визначається родючістю ґрунту і кліматом. З цією метою для кожного агроґрунтового району, області визначають середньозважений бонітет ґрунту і ціну бала.

Бонітування – порівняльна оцінка ґрунтів за родючістю при сучасній технології і сортових особливостях культур. Воно ґрунтується на багаторічній урожайності культурних рослин, які вирощують без удобрення і подивів.

Враховують також найважливіші об'єктивні властивості ґрунту – механічний склад, ступінь зми-тості, засоленості, огнеєння.

Ціну бала визначають поділом урожаю, одержаного за рахунок родючості ґрунту без застосування добрив, на середньозважений по області бонітет ґрунтів даної культури. Рівень родючості виражається виведенням показника бонітету на ціну бала.

Урожай у виробництві. Ресурсне програмування. Залежно від наявності в господарстві добрив і зрошувальної води розраховують можливі прирости врожаю порівняно з початковим. Це принцип поточного ресурсного програмування, різні варіанти якого розглядаються нижче.

Розглянемо приклад нормативного планування врожаю з урахуванням ресурсів господарства для умов темно-каштанових ґрунтів Херсонської

області. За даними Інституту ґрунтознавства і агрохімії УААН, бонітувальний показник (Б) цього ґрунту 60, ціна бала (Ц) озимої пшениці – 0,39 ц/га, їх виведення характеризує родючість ґрунту без внесення добрив і зрошення:

Б·Ц = 60·0,39 = 23,4 ц/га.

Господарство має можливість провести три поливи (передпосівний, у фазі виходу в трубку і колосіння) зрошувальною нормою 1200 $м^3$/га.

Коефіцієнт продуктивності зрошення або окупність урожаєм 1 $м^3$/га води становить за нормативними даними 1,5 кг. Отже, за рахунок зрошення приріст урожаю буде становити 1200 – 1,5 = 1800 кг, або 18 ц/га.

Ресурси господарства дають можливість внести під озиму пшеницю добрива в нормі 200 кг/га ($N_{120}P_{80}$).

Окупність урожаєм озимої пшениці 1 кг поживних речовин добрив при вирощуванні цієї культури при зрошенні на темно-каштановому ґрунті становить 8-10 кг (дані ІЗЗ). Беремо для розрахунку 8 кг зерна на 1 кг поживних речовин. Всього за рахунок добрив приріст урожаю буде становити 200-8=1600 кг, або 16 ц/га. Запланований урожай виразиться величиною: $У_п = 23,4 + 1,5x_1 + 8x_2 = 23,4+1,5·1200 + 8·200 = 23,4+18,0+160 =$ 57,4 ц/га, де $У_п$ – запланований урожай, ц/га; x_1 – зрошувальна норма, $м^3$/га; x_2- кількість поживних речовин добрив, кг/га.

Бонітування ґрунтів необхідне, якщо центр по програмуванню обслуговує велику територію з різними ґрунтами. У конкретному господарстві можна безпосередньо вирішувати дослідним шляхом завдання програмування стосовно до певного ґрунту, враховуючи всі його особливості і рівень родючості.

Змістовний модуль 3. АДАПТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

ЛЕКЦІЯ 5

Сівозміни адаптивного рослинництва при переході до біологічного аграрного виробництва

План:
5.1 Адаптивні види і сорти польових культур.
5.2. Системи обробітку грунту, застосування добрив і засобів захисту рослин в адаптивному рослинництві.
5.3. Сучасний стан розвитку рослинництва в Україні.

Key words: *sevices, adaptive plant growing, biological agrarian production, adaptive species, varieties, soil treatments, fertilizer systems, adaptive crop production*

5.1. Адаптивні види і сорти польових культур.

Сорт є надійним і економічно вигідним фактором підвищення врожайності культури, за будь-якої технології вирощування. Сучасні сорти та гібриди повинні максимально відповідати інтенсивним та індустріальним технологіям вирощування.

Створені у світі селекціонерами сорти і гібриди зернових культур мають потенціал продуктивності, який ще не реалізований у виробництві. Межа продуктивності зернових не тільки не досягнута, але навіть і не встановлена. Вона підвищується в міру селекційного поліпшення сортів і оптимізації умов вирощування. Однак у виробничих умовах, **рівень продуктивності** реалізується на одну третину, а в деяких випадках – лише на 10-20%. Головна причина недоборів врожаю – невідповідність сорту, технології та економічним ресурсам поля, і навпаки: невідповідність технології, біологічним особливостям сорту й економічним ресурсам.

Сучасні високопродуктивні сорти зернових культур повинні характеризуватися стійкістю до хвороб і шкідників, адаптованістю до умов навколишнього середовища та високою якістю зерна.

Для кукурудзи сучасні високопродуктивні гібриди повинні характеризуватися придатністю до механізованого вирощування та збирання, що сприятиме зменшенню розриву між біологічною і фактичною врожайністю.

Зміна клімату в останні роки, зокрема, підвищення середньорічних температур та збільшення ризику посухи, вимагають вирощування інтенсивних, високопродуктивних та посухостійких сортів. У нашій країні створені найбільш зимостійкі та засухостійкі сорти зернових культур, ряд високопластичних сортів, добре пристосованих до різних грунтово-кліматичних умов. Підвищення екологічної стійкості сортів, як найважливішого біологічного фактора інтенсифікації технологій, особливо

важливе в зв'язку з тим, що значна частина земельної площі нашої країни характеризується або вкрай холодним, або вкрай посушливим кліматом.

Значний інтерес становить напрямок селекції із створення **агрохімічно ефективних сортів** (АЕС), які забезпечують зниження витрат мінеральних добрив на 30-% і більше. Рослини АЕС, як правило, є стійкими до екстремальних умов. Модель сортів цього типу включає фізіологічні ознаки, що характеризують стійкість рослин до вилягання, толерантність до стресових факторів (абіотичних і біотичних), а також показники, що корелюють з активним поглинанням і раціональною витратою елементів живлення. Вагоме значення в підвищенні віддачі сорту при внесенні добрив має не тільки потужний розвиток кореневої системи, але насамперед активна її фізіологічна діяльність: підвищений приплив вуглеводів до коренів, більш тривале функціонування зародкових і придаткових коренів, підвищений вміст фізіологічно активних метаболітів та ін.

Адаптивний сорт (гібрид) має відповідати таким характеристикам: 1) різнитися великою екологічною пластичністю, давати врожай за широкої амплітуди змінюваних умов; 2) відзначатися скоростиглістю; 3) мати високу конкурентноздатність щодо бур’янів, стійкість до хвороб і шкідників; 4) давати високий господарський урожай – насіння, бульб тощо; 5) реагувати на поліпшення умов вирощування; 6) бути придатним для вирощування в суміші з іншими культурами. Кукурудза і соняшник представлені значним переліком гібридів, які належать до різних груп стиглості, різняться між собою за морфологічними та біологічними особливостями росту й розвитку та формування врожайності, а тому встановлення їх адаптивності в різних зонах вирощування є надзвичайно важливим.

Стратегія адаптивної інтенсифікації рослинництва базується на використанні адаптивного потенціалу агрофітоценозу, комплексному підході до підвищення його адаптивності, використанні можливостей селекції, екзогенної регуляції адаптивних реакцій, оптимізації умов зовнішнього середовища, конструюванні високопродуктивних та екологічностійких агрофітоценозів Сорт є стабільним, якщо він за врожайністю є стійким до широкого діапазону дії чинників довкілля. Проте підвищення потенційної продуктивності сортів і агрофітоценозів не є єдиним шляхом інтенсифікації рослинництва лише стійкий ріст середньої врожайності культур за багаторічний період може бути надійним критерієм ефективності. Стійкість та адаптація агроценозів, рослин до дії біотичних та абіотичних чинників є основою стабільного виробництва продукції рослинництва. За значної кількості сортів та гібридів польових культур, які нині пропонуються виробництву, важливо обрати власне ті,

Які характеризуються стабільністю формування врожайності та є пластичними до умов довкілля.

5.2. Системи обробітку грунту, застосування добрив і засобів захисту рослин в адаптивному рослинництві.

Глибокий механічний обробіток грунту порушує природну будову чорноземів, які формувалися мільйони років.

На думку багатьох вчених, основними факторами зниження вмісту гумусу і високої щільності ґрунту є інтенсивний глибокий механічний обробіток з оборотом пласта і порушення принципу адекватного кругообігу грунт - рослина - грунт, тобто майже повне відчудження надземної біомаси, що супроводжується нерідко спалюванням стерні і соломи.

Альтернативою існуючої традиційної системи плужної обробки можуть стати різні модифікації систем мульчуючого мінімального та нульового обробітку, адаптовані до грунтово-кліматичних умов регіону, які включають елементи біологізації (використання соломи і зеленої маси проміжних сидеральних культур як органічного добрива і мульчі). Однак перешкодою освоєння таких систем стали консерватизм і психологічний бар'єр, який важко подолати, тих людей, від кого залежить освоєння нових технологій, від вчених і керівників АПК до виконавців - агрономів і механізаторів.

Така ситема володіє унікальними маловитратними механізмами підвищення родючості грунту, реалізації потенційних можливостей адаптивного рослинництва. Її можна розглядати як самостійну або проміжну в підготовчий період переходу до нульового обробітку.

Альтернативний варіант системи мінімального обробітку ґрунту з використанням деяких елементів нульового обробітку грунту, посівів проміжних культур передбачає істотне скорочення застосування гербіцидів, подрібнення і часткову утилізацію пожнивних залишків, отримання екологічно більш привабливої продукції.

Науковою основою системи мульчуючого нульового обробітку грунту є оптимізація органічної речовини у верхньому шарі грунту, створення біологічно активного мульчуючого шару з перепрілих і напівперепрілих пожнивних залишків основних культур і біологічної маси рослин проміжних культур у сівозміні. Це приводить до поліпшення фізичного стану грунту, збільшенню водопроникності, збереженню вологи в грунті, зменшення поверхневої ерозії, покращенню агрохімічного і агробіологічного її стану, накопиченню органічної речовини, підвищенню мікробіологічної активності, зменшення кількості бур'янів і поліпшенню фітосанітарного стану посівів. Загальновідомо, що навіть без застосування добрив внесення соломи дозволяє зберегти бездефіцитний баланс гумусу в грунті.

Основою успішного рослинництва при будь-якій системі обробки є наявність на поверхні грунту до посіву культури мульчуючого шару, рівного, як мінімум, глибині закладення насіння. При традиційному, класичному підході це робиться за рахунок глибокої оранки і наступних механічних обробок з використанням величезних виробничих і енергетичних витрат, а якість необхідного мульчуючого шару при цьому в більшій мірі залежить від погодних умов. При системі мінімальної і нульової обробки грунту необхідний біологічно активний мульчуючий шар створюється один раз на всі роки, до того ж працює він постійно і регулюється самою системою за рахунок пожнивних залишків.

Тому систему традиційного плужного обробітку і систему мульчуючого мінімального та нульового обробітку поєднувати в будь-якій ланці сівозміни протягом всієї ротації ні в якому разі не можна. Тільки один

прохід плуга в системі мульчуючого обробітку зведе нанівець попередню величезну роботу зі створення біологічно активного мульчуючого шару.

При постійній наявності мульчуючого шару на поверхні грунту досягається висока водопроникність, зменшується випаровування вологи. Посівний шар на глибині 4-8см постійно знаходиться в більш сприятливому зволоженому стані, що визначає оптимальний фізичний стан грунту, хороші умови для розвитку кореневої системи рослин і біологічної активності мікрофлори грунту, сприяє отриманню повноцінних своєчасних сходів рослин. При даній системі обробки ефективність рослинництва в меншій мірі залежить від погодних умов. Грунт постійно, на протязі року, прикритий імпровізованим покривалом у вигляді мульчі, яке добре пропускає вологу і в той же час перешкоджає непродуктивному її випаровуванню, зменшує перегрів і пересихання поверхні поля, сприяє відновленню деградованої структури грунту.

Мінімальний, а особливо нульовий обробіток ґрунту — елемент інтенсивних агротехнологій, він можливий при достатньому забезпеченні добривами, пестицидами в оптимальних сівозмінах при високій культурі землеробства та при наявності високопрофесійних технологів. Всім відомо, що при низькій культурі землеробства, браку виробничих ресурсів, пропаганда мінімізації грунтообробітку призводить до негативних наслідків. Так, в останні десятиріччя в Україні внаслідок занепаду сільського господарства з'явилась велика кількість погано оброблюваних земель, тобто пройшла спонтанна мінімізація обробітку ґрунту в силу недостатнього фінансового, технічного та енергетичного забезпечення, яка немає ніякого відношення до наукової мінімізації.

З активним розвитком науки та сільськогосподарського машинобудування, у світі, а також в Україні проявляється загальна тенденція до зниження інтенсивності обробітку ґрунту завдяки використанню більш продуктивних широкозахватних агрегатів з метою суміщення технологічних процесів, що сприяє скороченню кількості проходів техніки по полю і підвищенню продуктивності праці у сільському господарстві, яке забезпечується, зокрема, технологіями мінімального обробітку ґрунту. Крайнім проявом цього технологічного напряму є сівба у попередньо необроблений грунт, або «нульовий» обробіток.

Однією з основних передумов запровадження мінімальних технологій є широке застосування різних гербіцидів, зокрема, системних препаратів суцільної дії, перш за все з групи гліфосатів. Адже зменшення витрат енергії у вигляді паливно-мастильних матеріалів при скороченні обробітку ґрунту приходиться компенсувати витратами енергії на боротьбу з бур'янами, тобто використовувати гербіциди. А з підвищенням умов зволоження зростає використання фунгіцидів. Підсилення дефіциту мінерального азоту при мінімалізації потребує його компенсації з використанням добрив. Таким чином, енергозберігаючий ефект мінімалізації обробітку ґрунту повинен оцінюватися не по економії паливно-мастильних матеріалів, як це часто робиться, а по різниці економії енергії паливно-мастильних матеріалів і компенсуючих витрат енергії при використанні пестицидів і добрив. Ця

різниця у посушливих умовах, як правило, на користь енергозбереження при мінімалізації, але з підвищенням коефіцієнту зволоження зменшується.

Зональні особливості застосування технологій мінімального обробітку визначаються особливостями ґрунтового покриву. Мінімалізація доцільна на ґрунтах із рівноважною щільністю, близькою до оптимальної для вирощування польових культур, на цих ґрунтах інтенсивність обробітку може бути меншою, а від певних прийомів можна відмовитися взагалі. Мілкий обробіток є перспективним і відносно просто запроваджується на структурних, добре дренованих ґрунтах, зокрема чорноземах.

Мінімальний обробіток ґрунту представляє собою високоефективний агромеліоративний прийом затримання і збереження ґрунтової вологи випадаючих опадів. Річний вологонакопичуючий ефект його становить 30-50 мм, у зв’язку з чим він стабілізує землеробство, особливо під час сильних посух. Тому найбільш перспективною зоною для запровадження мінімального та «нульового «обробітку є зона Степу, значна частина Правобережного Лісостепу.

Світова тенденція до мінімалізації обробітку ґрунту нині зумовлена не тільки спробою зменшити витрати матеріальних ресурсів і праці на обробіток ґрунту, а скільки можливістю управління культурними ґрунтотворними процесами і вихід на розширене відтворення ґрунтової родючості, яке є нереальним за постійного полицевого обробітку.

За твердженням Н. К. Шикули і Г. В. Назаренка, беззмінний мінімальний обробіток ґрунту забезпечує розвиток процесів саморегуляції ґрунтових аналогів цілини, сприяючи накопичення у верхній частині профілю ґрунту органічних речовин, поживних елементів і акумульованої енергії, що разом з раціональною антропогенною дією на ґрунт створює основу для розширеного відтворення родючості чорнозему.

За мінімального обробітку зростає коефіцієнт гуміфікації органічних речовин. Річний діапазон зміни його вмісту в ґрунті чорнозему типового в Лісостеповій зоні становив 0,27-0,50 абсолютного проценту, що еквівалентно по коефіцієнту гуміфікації одиничному внесенню на 1 га 400-500 т гною. Мінімальний обробіток дозволяє використовувати для відтворення родючості чорнозему, окрім гною, якого не вистачає, менш цінну частину врожаю: солому, стебла, гичку і інші рослинні рештки. За мінімального обробітку зміщується максимум вмісту органічних речовин ґрунту в верхні шарах, які є найбільш важливими частинами ґрунтового профілю для росту і розвитку польових культур.

Мінімальний обробіток чорноземних ґрунтів може забезпечити стійкі врожаї у сівозміні навіть в перші роки його використання за умови застосування підвищених доз мінеральних добрив, а також ефективних засобів захисту рослин. Встановлено, що чим довше застосовується систематичний мінімальний обробіток ґрунту, тим вища урожайність польових культур.

В останні десятиліття XX ст.-початку XXI ст. і до наших часів в агропромисловому виробництві часто використовують комбіновані ґрунтообробні агрегати. Комбінований обробіток ґрунту — прийом обробітку ґрунту складними ґрунтообробними машинами, які виконують за один прохід

агрегату декілька технологічних операцій. Наприклад, здійснюють основний і передпосівний обробіток, а в окремих випадках навіть одночасний посів насіння польових культур, що дає можливість економити ресурси, трудові витрати та час.

Спочатку такі знаряддя були у вигляді комбінованих ґрунтообробних агрегатів КА-3,6, АКП-2,5, РВК-3,6. Нині такі агрегати представлені широким набором різних моделей і модифікацій як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Наприклад, комбіновані глибокорозпушувачі для основного обробітку грунту SIMBA SLD 460 зі схемою робочих органів диски — культиваторні лапи — диски — котки, дисково — чизельні агрегати ДИЧ- 3,1, ДИЧ-5,2 з поєднанням дискових і чизельних знарядь. Для передпосівного обробітку грунту вітчизняні АК-6, АК-7 та закордонні AMAZONE Centaur 3001 Special з поєднанням культиватора та дискової борони. Заслуговують на увагу і посівні комбіновані комплекси KVERNELAND ACCORD MSC — 3 та вітчизняний посівний комплекс «Вектор — 4» виробництва «Велес Агро» м. Одеса, який поєднує одночасний обробіток грунту і посів, включає сівалку ZTS4N та дисковий агрегат АГН-4,2 , які також можуть використовуватися окремо.

Позитивно зарекомендувала себе технологія, що грунтується на використанні грунтообробно-посівних комплеків типу AMAZONE, основними складовими яких є роторний культиватор активної дії, гумовий ущільнюючий коток і змінна навісна сівалка для суцільного і широкорядного посіву. Вони забезпечують якісну підготовку насіннєвого ложа за один прохід агрегату, водночас сепарують і оструктурюють грунт, при цьому грубіші фракції (10-30 мм) залишаються на поверхні, що істотно посилює протиерозійну стійкість агрофону.

Комплекси надійно працюють на перезволожених фонах і забезпечують сівбу ярих зернових колосових культур у надранні строки в необроблений з осені грунт, що в подальшому істотно зменшує негативний вплив посушливої погоди на рослини.

Комбіновані посівні агрегати перспективні для використання на еродованих і ерозійноподатливих землях, при пересіві озимини, підсіві луків і пасовищ. Можливості застосування цих технічних засобів суттєво обмежуються при поєднанні кількох несприятливих факторів (зневоднений грунт, присутність багаторічних бур’янів тощо).

«Не орати» — інша філософія землеробства

Землеробство України на сучасному етапі увійшло в період кардинальних змін, доказом цього є спроба запровадження найновіших технологій, зокрема, нульового обробітку ґрунту, або «прямої» сівби в попередньо необроблений грунт та поява генетично модифікованих польових культур. Безпосередня сівба, нульовий обробіток ґрунту — це спосіб сівби без попереднього обробітку в стерню або післяжнивні рештки рослин. Нульовий обробіток передбачає повну відмову від суцільного спушування скиби за винятком операції з підготовки насіннєвого ложа одночасно з сівбою спеціальними сівалками прямої дії.

Система нульового обробітку ґрунту в сівозміні у світовій практиці отримала назву «no-till», що в перекладі з англійської мови означає «не

орати». Система землеробства «no-till» — це комплекс організаційних, агротехнічних, меліоративних, екологічних, соціальних та економічних заходів, спрямованих на стійкий розвиток галузі землеробства, підвищення врожайності сільськогосподарських культур і родючості ґрунту, захист його від ерозії, тобто покликаних відповідати природовідновленню і відповідності законам природи.

Система землеробства «no-till» — це не принципова відмова від механічного обробітку ґрунту. Відсутність системи механічного обробітку ґрунту зумовлює зміну підходів до всіх інших складових ланок системи землеробства — системи удобрення, насінництва, сівозмін, організації території, структури посівних площ та інше.

Перехід до нової технології «no-till» зумовлює зовсім іншу філософію землеробства. Суть її полягає у тому, що технології вирощування польових культур повинні бути узгоджені з закономірностями ґрунтоутворюючого процесу цього типу ґрунту. З кожним роком родючість ґрунту повинна підвищуватися, при цьому врожай наступних культур має зростати за рахунок новоутвореної ґрунтової родючості, а не від внесення добрив чи інших технологічних заходів. Тобто землероб має справу з агроекосистемою, яка постійно змінюється і самовідновлюється.

Головні принципи нульової технології — постійний рослинний покрив; мінімальний механічний вплив на ґрунт; адаптовані сівозміни. Означені принципи деталізуються наступним чином: відмова від полицевої оранки, культивації, боронування тощо; відмова від внесення органічних добрив (замість них використовуються рослинні рештки від основних, пожнивних і покривних культур). Заборона спалювання рослинних решток; внесення мінеральних добрив і засобів захисту одночасно з сівбою польових культур, або знаряддями, що не руйнують ґрунт; використання спеціальних сівалок тощо.

Одним із базових наукових положень при нульовому обробітку є обов’язкове залишення всіх рослинних решток на поверхні і рівномірне їх розміщення на полі. Щоб рослинні рештки виконували своє завдання — з ними необхідно цілеспрямовано працювати, тобто ретельно подрібнювати.

Управління рослинними рештками в системі землеробства «no-till» виконується механічними та біологічними заходами. Знаряддями механічного впливу на рослинні рештки є різні комбайни, обладнані подрібнювачами та спеціальні причіпні подрібнювачі, наприклад, вітчизняного ПН-4,0, ПР-2,6 та закордонного виробництва: Schulte S150, Schulte 5026, Wil-Rich-4,57, KUHN BNG, LAND PRIDE RC5515 та інші. Суть біологічного методу управління рослинними рештками полягає в регулюванні швидкості їх біологічного розкладу. Прискорення процесу розкладання соломи досягається за допомогою різноманітних біологічних препаратів, до складу яких входять целюлозо- і лігнінорозкладаючі, азотофіксуючі, фосформобілізуючі та інші мікроорганізми. Прикладом таких препаратів може бути байкал ЄМ1, ризобакт, гуміфікатор та інші.

Найбільш сприятливі для нульового обробітку добре дреновані ґрунти середнього гранулометричного складу, а важкі глинисті, піщані або пилуваті менше підходять для цієї технології через їхню переущільненість (природну

чи антропогенну). Але у випадку, коли піщані чи пилуваті ґрунти мають підвищений вміст органічної речовини, можливість ефективного застосування нульового обробітку ґрунту на них зростає.

Вагомим є той аргумент, що при запровадженні системи no-till забезпечуються умови, за яких грунт стає стійким до руйнування його водою і вітром за рахунок захисту поверхні рослинними рештками або вегетуючими рослинами. При цьому спостерігається збереження вмісту органічної речовини і гумусу, зменшення втрат грунтової вологи на випаровування, а головне, економиться енергія і паливо. З іншого боку, за нульового обробітку зростає забур'яненість посівів, порушуються оптимальні фізико-хімічні параметри родючості грунту, за посушливих умов можливий недобір урожаю. Найбільш гострою проблемою є високі ціни на придбання технічних засобів.

Ефективність вологозберігаючого механізму стерньового агрофону за нульового обробітку значною мірою визначається кількістю і фізичними властивостями рослинних решток, а також потужністю, пористістю й однорідністю мульчувального шару. Тому при застосуванні no-till технологій обов'язковою умовою має бути створення постійно діючого суцільного мульчувального покриву з мертвих чи живих рослин за рахунок використання побічної продукції попередників, а також покривних (пожнивних, проміжних, сидеральних) культур та спеціальних технічних засобів для подрібнення листостеблової маси і рівномірного розподілу її на поверхні ґрунту.

Основне вагоме застереження, яке часто дискредитує нульовий обробіток, — це підвищення використання хімічних засобів захисту рослин через зростання забур`яненості, ураження рослин хворобами. Адже за нульового обробітку підвищується можливість глибокого проникнення пестицидів у нижні горизонти кореневмісного шару, де вони тривалий час не розкладаються і потім потрапляють у товарну продукцію, зростає ризик накопичення мікотоксинів, посилюється резистентність та стійкость бур`янів і хвороб до пестицидів.

У зв'язку із загостренням проблеми забур`яненості і розвитку хвороб, навіть там, де мінімальний і нульовий обробіток вже з успіхом випробувано, фермери різних країн для очищення полів через кожні 4-5 років виконують плужний обробіток. Наприклад, оранку проводять періодично у Данії за мінімальної системи обробітку та в Чехії за нульового. В цих країнах порушується питання про необхідність використання більш стійких сортів сільськогосподарських культур, перш за все пшениці озимої і кукурудзи.

Крім цього, польові культури по-різному реагують на нульовий обробіток. Найбільш сприйнятливі для вирощування за нульовою технологією пшениця озима, кукурудза і жито, менше підходять ячмінь та інші зернові культури, майже недоцільний нульовий обробіток ґрунту для вирощування цукрових буряків і картоплі. У зв'язку з цим виникає негативний аспект поширення монокультурного землекористування.

Для запровадження нульового обробітку і системи no-till у господарствах необхідні спеціальні сівалки для прямої сівби під рослинний покрив із можливістю одночасно внести мінеральні добрива; комбайн із

подрібнювачем рослинних решток і обладнання для внесення пестицидів. Окрім цього, при наявності переущільнення в підпосівному шарі необхідно мати знаряддя (типу чизеля) для додаткового обробітку посівного шару ґрунту без порушення рослинного покриву або мульчі. У більшості західних країн усі необхідні технічні і хімічні засоби доступні, причому вони з`явилися у продажу майже одночасно з першими експериментами з випробовування новітніх технологій. До того ж, техніка постійно удосконалюється й адаптується до ґрунтовокліматичних умов і вирощуваних рослин.

Сівалка для прямої сівби — найважливіший компонент у технології no-till порівняно з традиційними технологіями і системами землеробства, заснованими на полицевому основному обробітку грунту. Ринок України представлений досить широким набором засобів механізації — сівалками прямої сівби, які мають різні модифікації, будову і функціональні можливості, залежно від умов їх використання.

Досвід, накопичений у світі, переконує у тому, що ця технологія, незважаючи на деякі невирішені питання і негативні аспекти, має перспективи у країнах з високо інтенсивним механізованим землеробством, де орні землі переважно деградовані і виснажені. Головні переваги нульового обробітку — в енергозбереженні і ґрунтоохороні.

Різноманітність грунтових умов, попередників, ступеня забур'яненості, рівнів агротехніки, розподілу природніх ресурсів стали причиною неоднозначних, часом суперечливих висновків серед виробників та науковців стосовно ефективності нульового обробітку грунту.

Опираючись на світовий досвід застосування системи землеробства no-till, можна визнати, що для України вона є ймовірно перспективною. Але у зв язку з відсутністю власних системних експериментів у різних ґрунтово-кліматичних зонах ця технологія сприймається з обережністю, а окремі результати виробничих досліджень прямої сівби є не достатніми для проведення узагальнення і висновків щодо всебічної її оцінки.

Значна частина виробників в Україні, які придбали сівалки прямого посіву, в останні роки копіюють закордонний досвід і технології системи no-till, роблять при цьому помилки та розчаровуються, часто проводять власні експерименти, використовують посівні комплекси після мінімального обробітку і навіть традиційного полицевого. Але це не може вважатися нульовою технологією, бо остання передбачає обов'язкове використання на поверхні ґрунту постійного рослинного покриву і повне виключення будь-яких обробітків у сівозміні.

Відхилення від нульової технології зустрічаються досить часто і не тільки в Україні. Наприклад, у Канаді після багаторічних трав поле обов'язково обробляють плугом, а попередні і наступні культури вирощують за нульовою технологією. У північному Китаї кукурудзу вирощують, не оброблюючи поле, а наступну культуру — озиму пшеницю сіють, знову ж таки, після обробітку ґрунту полицевим плугом.

З вищевикладеного матеріалу можна зробити висновок, що мінімізація обробітку ґрунту в Україні є перспективною складовою будь-якої системи землеробства, адже надає можливість значно зменшити витрати матеріальних

і трудових ресурсів на основний обробіток ґрунту без суттєвих втрат врожаю, запобігти ерозійним процесам, а головне дає можливість для управління культурним ґрунтотворним процесом і вихід на розширене відтворення ґрунтової родючості, яке є нереальним за постійного полицевого обробітку.

Виходячи із нагальних проблем землеробства, перехід від традиційної технології на основі полицевої оранки до нульового обробітку ґрунту та системи no-till в Україні повинен проходити поступово, з урахуванням культури землеробства, типу грунтів, матеріально-технічної бази та наукового забезпечення господарств.

5.3. Сучасний стан розвитку рослинництва в Україні.

В аграрному виробництві України рослинництво є однією з головних галузей, на яку і супутню їй галузь кормовиробництво припадає близько 93 % орних земель країни, до 30 % з яких відведено під кормові культури. Тому гармонійне поєднання рослинництва, тваринництва і кормовиробництва – необхідна умова успішного функціонування всього аграрного комплексу країни. Основними завданнями галузі рослинництва на сучасному етапі є: виробництво якісної, екологічно чистої продукції з мінімальними енергетичними і трудовими затратами при максимальному виході її за одиницю часу на одиниці площі, що потребує широкого впровадження сортових, інтенсивних, енерго- і ресурсозберігаючих екологічно доцільних технологій; своєчасна і ефективна сортозаміна польових культур і раціональне їх розміщення в сівозміні, спрямоване на поліпшення умов вирощування; поєднання інтенсивного виробництва рослинницької продукції з комплексом агротехнічних, агрохімічних і меліоративних заходів щодо збереження та відтворення родючості ґрунту і виробництва рослинницької продукції на базі сучасної досконалої і високопродуктивної сільськогосподарської техніки та високоефективної її експлуатації; недопущення втрат врожаю під час його вирощування, збирання і перевезення, високоефективне застосування добрив, засобів захисту рослин, води для зрошення, протиерозійних заходів тощо; висока фахова кваліфікація працівників агропромислового комплексу і чітка система організаційно-господарських та економічних заходів, а також оперативної інформації для своєчасного і якісного проведення комплексу сільськогосподарських робіт, запобігання виникненню негативних ситуацій в процесі виробництва рослинницької продукції.

Ґрунтово-кліматичні умови України досить різноманітні по зонах через неоднакові ґрунтові покриви, кількість опадів і тепла, тривалість вегетаційного періоду, умови перезимівлі, що свідчить про необхідність враховувати екологічні та біологічні особливості сільськогосподарських культур при їх розміщенні в системі землекористування.

Наприклад, тривалість безморозного періоду в Україні, залежно від зони, коливається від 130-140 до 180-190 днів, а в Західній Європі ці коливання становлять 190-240 днів; сума активних температур в Україні становить 2000-40000С, а в Європі – 2500-65000С; опадів відповідно – 320-600 і 900-1000 мм. Розрахунки показують, що для забезпечення стабільної врожайності зернових на рівні 60–80 ц/га на всій площі в Україні потрібно

принаймні 600-700 мм опадів. У середньому ж їх випадає дві третини від необхідної кількості, а стосовно Європи – в кращому разі половина. У зв'язку з цим площа ріллі в Україні, де можна вирощувати сталі врожаї, не перевищує 20% загальної, тоді як у Європі – 70-80 %. За рахунок використання нових сортів і гібридів, інтенсивних технологій вирощування, підвищення загального рівня землеробства дещо поліпшилась якість вирощуваного зерна. Але досягнутий рівень виробництва зерна в Україні ще значно відстає від рівня передових країн світу і не задовольняє потреби народного господарства у високоякісному продовольчому та фуражному зерні.

Дефіцит продовольства в Україні зумовлювався не лише недостатнім рівнем урожайності культур, а й недосконалістю видової структури його виробництва, нераціональним використанням продовольчого зерна для кормових цілей, значними втратами урожаю при збиранні, транспортуванні, зберіганні та переробці, перевитратами насіння під час сівби, а також не досить ефективною інвестиційною політикою.

Сучасні засоби інтенсифікації сільськогосподарського виробництва - хімізація, механізація і технологія вирощування сільськогосподарських культур - мають передбачати не лише економічні цілі. Виробнича діяльність людини в агро-ландшафтах повинна враховувати природні закономірності навколишнього середовища, а розробка систем землеробства і концепція розвитку зернового господарства будуватися на еколого-ландшафтних принципах.

Інтенсифікація землеробства посилює побічні ефекти, порушує екологічну рівновагу. Наукою і практикою нагромаджений значний досвід з економічної оцінки ефективності систем землеробства. Такі критерії економічної оцінки ефективності систем землеробства, як урожайність, собівартість одиниці продукції, прибуток з 1 га посівів, рентабельність виробництва та інші, дозволяють дати соціально-економічну оцінку цим процесам, але не відображають екологічних наслідків функціонування агроекосистеми.

Необхідно впроваджувати тримірну систему оцінки землеробства, у тому числі й розвитку зернового господарства, яка включала б економічні, соціальні та екологічні наслідки суспільного процесу. Це дозволить своєчасно відмовитися від систем землеробства, які орієнтовані лише на врожай і зниження витрат виробництва, і поступово освоювати екологічно обґрунтовані, які забезпечують високий урожай і одночасно сприятимуть об'єднанню природних агробіоценозів і культурних ландшафтних комплексів.

Екологічна обстановка в Україні, що погіршується, потребує обмежень застосування пестицидів, послідовного переходу до біологічного землеробства. Але в найближчій перспективі передчасно відмовлятися від застосування засобів хімізації, бо це неминуче призведе до зниження рівня виробництва зерна приблизно на 25 – 30 %.

Завдання полягає в тому, щоб на основі ґрунтозахисного контурномеліоративного землеробства здійснити перехід від інтенсивного землеробства і зернового господарства на всій території землевикористання

до їх локалізації в агроландшафтах і за рахунок диференційованого використання різних технологічних груп земельних ресурсів та застосування агротехнологій на них забезпечити науково обґрунтоване, збалансоване застосування мінеральних добрив та інших засобів хімізації, яке виключало б забруднення навколишнього середовища і забезпечило б зростання обсягів виробництва якісної сільськогосподарської продукції і високу економічну, соціальну й екологічну результативність діяльності людини.

ЛЕКЦІЯ 6

Біологічні методи захисту рослин

План:

6.1. Економічні пороги шкодочинності шкідливих організмів.
6.2. Біологічні методи захисту рослин.
6.3. Догляд за рослинами механічними та біологічними методами.
6.4. Вплив основних агрономічних заходів на фітосанітарний стан.

Key words: *biological methods, economic thresholds, harmfulness, harmful organisms, care of plants, mechanical, biological, agronomic measures*

6.1. Економічні пороги шкодочинності шкідливих організмів.

Застосування засобів захисту рослин небезпечно для навколишнього середовища і пов'язано з певними витратами. Тому важливо враховувати, наскільки доцільно їх застосування при тому чи іншому рівні розвитку хвороби. Економічні пороги шкодочинності показують, який ступінь ураженості посівів може привести до втрат врожаю, що перевищує вартість захисних заходів.

При визначенні порогів шкодочинності слід встановити рівень засміченості, при якому реально існує небезпека втрат врожаю. Для цього використовується ще один показник – коефіцієнт зниження врожаю культури внаслідок збільшення засміченості посіву на одиницю (наприклад на 1 бал). Цей коефіцієнт розраховується щодо кожної культури для основних видів бур'янів на підставі дослідних даних про шкідливість рослин бур'янів.

Розрахунок економічних порогів шкодочинності бур'янів зводиться до визначення рівня засміченості, при якому втрати врожаю і додаткові затрати на прополювання та догляд за посівами дорівнюють затратам на застосування гербіцидів. Виходячи з цього, показник засміченості посівів розраховується за формулою: **Х=З:(Ц*У*а),**

де*З* – затрати на застосування гербіцидів, грн./га;

Ц – ціна продукції, грн./т;

У – запланована врожайність, т/га;

а – коефіцієнт, що характеризує зниження врожаю при збільшенні засміченості на одиницю.

При використанні гербіцидів на посівах з рівнем забур'яненості, що дорівнює економічному порогові засміченості, затрати на застосування

гербіцидів окупаються, але господарство не одержить прибутку, рентабельність виробництва культури при цьому знижується. У такому разі застосування гербіцидів не буде раціональним. Обґрунтованим вважається таке їх використання, коли затрати не тільки окупаються, але й приносять прибуток.

Мінімальною величиною прибутку варто вважати такий, котрий забезпечить господарству підвищення рентабельності виробництва цієї культури. Для економічного обґрунтування використання гербіцидів вводиться показник економічного порога доцільності їх застосування. При його визначенні, крім даних, використовуваних при розрахунку економічних порогів шкодочинності, доцільно враховувати дані технічної ефективності препаратів і показники рентабельності виробництва конкретної культури.

За даними Інституту захисту рослин НААН та інших наукових установ, потенційні втрати врожаю від комплексу шкідливих організмів становлять: озимої пшениці – 37,0%, кукурудзи – 29,0; цукрового буряку – 28,0; соняшнику – 24,0; картоплі – 33,0; ріпа4 ку – 25,0%. Це середні показники, а по окремих культурах вони бувають значно вищими.

Захисні заходи проти шкідників сільськогосподарських культур в умовах інтенсифікації рослинництва спрямовані не на їх знищення, а на регулювання щільності в агроценозах і утримання їх на господарсько-невідчутному рівні.

Цього можна досягти правильним застосуванням агротехнічних заходів вирощуваня культури, контролем за щільністю шкідників та їх природних ворогів і застосуванням біологічних та хімічних засобів захисту рослин в інтегрованих системах.

Економічний поріг шкідливості – це така чисельність шкідника або пошкодженість рослин, за якої втрати врожаю можуть становити 3-5%, а затрати на захист культури окуповуються ціною збереженого врожаю.

Економічний поріг шкідливості можна встановити за допомогою емпіричних розрахунків. Для цього підраховують вартість втрати врожаю від одного шкідника і витрати на хімічні обробки з розрахунку на 1га посіву, а також норму рентабельності культури.

Одержані дані підставляють у формулу і підраховують:

$$Пе=З – Р/В,$$

Де: Пе – економічний поріг шкідливості, екз./га;

З – витрати на захист 1 гапосіву, грн;

В – вартість втрати врожаю від однієї особини, грн;

Р – норма рентабельності культури.

Втрати урожаю від однієї особини шкідника необхідно встановлювати на полях, де проводять хімічну обробку, залишаючи в окремих місцях необроблені ділянки. Щільність шкідника на оброблюваній і необроблюваній площі визначають через 5-7 днів , а урожай – в період стиглості.

Частку збереженого врожаю на одного знищеного обробкою шкідника підраховують у ваговій або грошовій оцінці за формулою: В = А-а/Чн-Чо, де: В – частка збереженого врожаю на одного знищеного шкідника;

А – урожайністьз 1 га (м2) обробленої площі, кг або грн; а – урожайністьз 1 га (м2) необробленої площі, кг або грн;

Використання агротехнологій слід розглядати як профілактичний захід, при якісному виконанні якого знижується шкідливість кореневих гнилей, гельміітоспоріозов, сенторіозов та інших хвороб. Сівозміна потужно впливає на зниження шкодочинності багатьох хвороб і процес формування врожаю.

У початковий період розвитку рослин оптимальний агрофон має підвищені компенсаторні можливості щодо шкідливих організмів. Захист від хвороб на етапі сходів - виходу в трубку має переважно профілактичне значення. В період колосіння - цвітіння найбільшу небезпеку становлять іржі захворювання, різні види плямистостей листя та ін. При інтенсивному розвитку хвороб захист посівів стає необхідним заходом.

Серед агротехнічних методів чергування культур в сівозміні, як і раніше залишається найважливішим агробіологічним прийомом; при цьому вибір попередника повинен грунтуватися на уявленні про вплив попередника на розвиток шкідливих організмів. Значимість цього фактора можна продемонструвати на прикладі фузаріозу колоса. На тих полях, де попередниками були цукрові буряки і кукурудза, завжди спостерігається підвищена ураженість пшениці фузаріозом і підвищений вміст в ній мікотоксинів. Якщо ж попередниками були пари, соняшник, горох, трави, то це істотно покращувало фітосанітрний стан пшениці.

6.2. Біологічні методи захисту рослин.

Альтернативою хімічного методу є біологічний захист рослин від шкідників, хвороб та бур'янів.

Практична зацікавленість біологічним методом зумовлена тим, що він безпечний для людини і теплокровних тварин. Агенти біологічного захисту не забруднюють навколишнє середовище, проявляють високу селективність, зручні для масового виробництва та мають невичерпні ресурси для цього. Ось чому такого важливого значення біологічному захисту рослин надають екологічно розвинені країни. Зокрема, в положенні, прийнятому в департаменті землеробства СІЛА, зазначається, що сучасний біологічний захист рослин, застосований і контрольований відповідальною особою, є екологічно безпечною і пріоритетною формою в довготривалих програмах боротьби зі шкідливими організмами.

Слід відзначити, що в нинішніх умовах застосування самого лише біологічного методу ще не дає змоги повною мірою захистити сільськогосподарські культури від шкідників та хвороб. Тут відіграють певну роль матеріально-технічні труднощі в реалізації біометоду, але безпідставний і скепсис щодо його ефективності. Сьогодні лише інтегрований захист рослин, який є ідеальною комбінацією біологічних, агротехнічних, селекційно-генетичних, хімічних та інших методів, спрямованих проти комплексу шкідників та хвороб у конкретній еколого-географічній зоні на певній культурі, і при якому здійснюється регулювання чисельності шкідливих видів до економічного порогу шкодочинності і збереження дії природних корисних організмів, ставить надійний заслін перед шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур.

Щодо перспективи, то біологічний захист рослин розглядається як дорога в майбутнє. У статуті міжнародної організації біологічної боротьби (МОББ) записано, що термін «біологічна боротьба» означає використання живих організмів для запобігання втратам, які завдаються шкідливими організмами, а також використання біологічно активних речовин, які керують поведінкою шкідливих організмів, з метою регулювання чисельності їх популяції.

Розглянемо конкретні основні прийоми і методи біологічного захисту:

- використання паразитичних і хижих комах (ентомофагів);
- мікробіологічний метод (використання патогенних мікроорганізмів, які вражають шкідливі для сільського господарства організми);
- селекційно-генетичний метод (культивування створених генетиками селекціонерами стійких до пошкодження шкідниками сортів сільськогосподарських культур);
- біотехнічний метод (регуляція поведінки комах та порушення процесів їх росту і розвитку);
- генетичні, або автоцидні, методи захисту рослин (введення в популяцію шкідника нежиттєздатних або безплідних особин, переважання в популяції самців, моновольтинізм для шкідників, що розвиваються у двох і більше поколіннях, і, навпаки, використання цитоплазматичної несумісності, отримання бездіапаузних популяцій та ін.);
- методи молекулярної біології та генної інженерії (отримання генетично модифікованих (трансгенних) рослин, стійких до шкідливих організмів;
- біологічна боротьба з бур'янами (використання комах-фіто-фагів для боротьби з бур'янами).

6.3. Догляд за рослинами механічними та біологічними методами.

Механічний метод боротьби.

Різноманітні засоби збирання шкідливих комах та їх знищення застосовують у сільському господарстві віддавна. В наш час практикується збір колорадського жука з рослин картоплі, роздавлення купок на індивідуальних городах яєць жука, особливо при виявленні первинних осередків.

Більш широко використовують механічні перепони для збору і знищення бурякових довгоносиків. За допомогою спеціальних канавокопачів роблять канави глибиною 30 см і шириною 15 см із підрізом у підстави; їх викопують по краях ділянок. На дні висвердлюють бурами циліндричні криниці. Довгоносиків та інших комах, які потрапили в канави, знищують отрутохімікатами.

Застосування харчових принад без домішок до них отрут часто дає хороші результати при правильному виконанні робіт. Для відловлювання шкідливих совок (озимої, окличної, капустяної, зернової, конюшинової та ін.) беруть патоку-мелясу, розбавляють її 2—3 рази водою і додають трохи пивних або звичайних дріжджів, щоб патока забродила і виділила складні ефіри, які приваблюють метеликів

Патоку наливають у залізні корита (листи заліза з загнутими краями). При загустінні її у корита доливають воду. Щодня ранком видаляють із корита метеликів, які туди потрапили, закривають на день, щоб у них не впали корисні комахи та бджоли.

Використання ловильних поясів для знищення гусениць яблуневої плодожерки — хороший механічний прийом, особливо в індивідуальних садах. Він дозволяє скоротити обробку дерев отрутохімікатами. Пояси роблять із мішковини, товстого паперу або рогозу і прив'язують їх на стовбури дерев. Гусениці, що з'явилися з плодів падалиці, вповзають на стовбури і потрапляють у ловильні пояси, насичені отрутами.

Правильна організація збору падалиці яблук і використання їх різко зменшила б щільність яблуневої плодожерки — найнебезпечнішого шкідника саду.

Біологічний метод захисту рослин базується на використанні живих організмів, продуктів їх життєдіяльності та біологічно активних речовин, іншими словами, зоофагів, ентомопатогенних мікроорганізмів, гербіфагів, антибіотиків, феромонів, ювеноїдів, біологічно активних речовин, що регулюють розвиток та розмноження шкідливих організмів.

Спроби використання одних організмів для боротьби з іншими здійснювалися з давніх часів.

Понад тисячу років тому почали застосовувати мурашок для знищення шкідливих комах на цитрусових рослинах.

Була приручена дика кішка для боротьби з мишами та іншими гризунами, що шкодять запасам.

Ще у 1772 році для боротьби з червоною сараною на острові Маврикій успішно застосовували птицю майну, завезену з Індії. І.І. Мечников відкрив збудників грибкових і бактеріальних хвороб хлібного жука.

На початку минулого століття у результаті досліджень багатьох учених (Ф. Кеппен, І.А. Порчинський, Н.А. Холодковський та ін.) був накопичений великий матеріал по паразитизму і хижацтву серед комах і визначені шляхи використання ентомофагів у біологічному захисті рослин.

У 20-ті роки минулого століття були проведені роботи з використання фітофагів — для придушення кактуса опунції в Австралії, обмеження кроликів в Австралії за допомогою штучно викликаної вірусної епізоотії та ін.

На цей час створено мікробіологічні, інсектицидні і гербіцидні препарати, одержано антибіотики і біопрепарати для боротьби з хворобами рослин та ін.

Здійснювались програми щодо завезення паразитичних і хижих членистоногих для боротьби з каліфорнійською щитівкою, кров'яною попелицею, американським білим метеликом, павутинними кліщами та ін.

Серед практичних аспектів біометоду, що широко застосовувались у захисті рослин, слід відзначити комплекс робіт щодо трихограми, біологічного захисту рослин у захищеному ґрунті, синтезу біологічно активних речовин, створення мікробіопрепаратів.

Взагалі напрямки у біологічному захисті рослин можна звести у таку схему:

1. Використання природних ресурсів зоофагів.
2. Поповнення агробіоценозів корисними видами зоофагів, які там відсутні або щільність їх недостатня.
3. Застосування гормональних препаратів, зокрема ювеноїдів, та інших біологічно активних речовин, що порушують метаморфоз шкідливих видів.
4. Використання феромонів для порушення зв'язків між статями шкідників.
5. Застосування антифідантів, що порушують зв'язки шкідливих видів з кормовими рослинами.
6. Доцільно також виділити окремим пунктом застосування мікробіологічних препаратів як проти шкідників, так і проти збудників хвороб. Є ще окремий напрямок у захисті рослин — генетичний метод, при якому для скорочення щільності шкідників застосовується стерилізація комах чи інші методи, що порушують їх генетичну систему.

Потрібно ще додати про впровадження стійких сортів, що є також важливим елементом системи біологічного захисту рослин.

Практично абсолютно стійких сортів майже немає, але відносно стійкі сорти відомі у кожного виду рослин. Впровадження їх має важливе господарське значення, бо вони значно менше пошкоджуються шкідниками та уражуються хворобами, тому виникає менша потреба в застосуванні спеціальних захисних заходів, менше забруднюється середовище залишками препаратів і т.п.

Слід, правда, мати на увазі, що стійкість сорту до шкідників чи хвороб не є величиною незмінною. З часом стійкість сорту змінюється, точніше сказати, зменшується. Тому робота із виведення стійких сортів проводиться безперервно.

6.4. Вплив основних агрономічних заходів на фітосанітарний стан.

Агротехнічні засоби захисту - спрямовані на те, щоб знешкодити розвиток збудників хвороб і посилити стійкість до них рослин (біологічно обгрунтовані сівозміни, додержання строків садіння і сівби, правильне використання органічних добрив та ін.).

Агротехнічний метод — один із основних в екологічно орієнтованих системах захисту рослин у рільництві та овочівництві. Він раціонально поєднує вимоги захисту рослин і охорони навколишнього середовища.

Застосування методу ґрунтується на взаємовідносинах між рослинами, шкідливими організмами і навколишнім середовищем.

За допомогою агротехнічних заходів можна створити несприятливі умови для розвитку та розмноження шкідливих видів і сприятливі умови для розвитку культурних рослин та корисних видів — ентомофагів.

Більшість агротехнічних заходів мають профілактичний характер, запобігають розмноженню шкідників. Деякими прийомами можна безпосередньо знищити комах. Існує ряд прийомів, які поліпшують життєдіяльність природних корисних комах, чим сприяють їх активізації у знищенні шкідників. У цьому заключається їх біоценотична роль.

У принципі кожен агротехнічний прийом має біоценотичне значення. Однак найбільше значення з точки зору захисту рослин мають: сівозміна, система обробітку ґрунту, система добрив, очищення і сортування насіння, строки і способи сівби, прийоми по догляду за посівами, боротьба з бур'янами, строки і способи збирання урожаю, просторова ізоляція та ін.

Сівозміна. Правильне чергування культур забезпечує максимальне пригнічення усіх біотипів бур'янів, зниження згубності спеціалізованих видів шкідників і хвороб.

Особливо ефективна сівозміна для зниження монофагів (хлібна жужелиця, горохова зернівка, кореневa бурякова попелиця, бурякова нематода, кореневі гнилі, сажка кукурудзи та інші).

Чергуванням культур можна запобігти нагромадженню на полях збудників хвороб, особливо тих, що уражують підземні частини рослини (кореневі гнилі тощо).

Обробіток ґрунту. Відомо, що більше 90% видів шкідників певну частину свого життя проводять у ґрунті. При обробітку ґрунту умови життя їх різко змінюються. Своєчасний і високоякісний обробіток ґрунту сприяє також швидкому розкладанню післяжнивних решток та бур'янів разом із збудниками хвороб, що знаходяться на них.

Під час проведення оранки шкідливих комах, вигорнутих на поверхню ґрунту, знищують комахоїдні птахи, хижі жужелиці, яйця та личинки висихають або вимерзають. Під час обробітку руйнуються ляльковi колиски та запасні коридорчики, зроблені гусеницями перед заляльковуванням для виходу метеликів на поверхню ґрунту.

Це призводить до загибелі злакової попелиці, цикадок, злакових мух, сприяє зменшенню щільності мишовидних гризунів тощо.

Серед прийомів післяпосівного обробітку ґрунту має значення культивація міжрядь просапних культур, під час якої частина комах гине від механічних пошкоджень (дротяники, хлібні жуки та ін.), від вивертання личинок (капустяна і озима совки та ін.), знищення шкідників птахами.

Добрива. За допомогою добрив можна значно зменшити або підвищити стійкість рослин до шкідливих організмів, посилити регенераційну здатність рослин. Добрива є токсичними для деяких шкідників і збудників хвороб.

Незбалансованість добрив по азоту є однією з причин підвищення щільності на озимій пшениці злакових попелиць і її ураженості кореневими гнилями та борошнистою росою; кукурудзи — кореневими і стебловими гнилями; соняшнику — білою і сірою гнилями.

Фосфорно-калійні добрива підвищують стійкість рослин до багатьох хвороб: злакових — до іржі; цукрових буряків — до церкоспорозу.

Калійні добрива підвищують стійкість картоплі до вірусних хвороб.

Вапнування кислих ґрунтів зменшує кількість дротяників і не викликає загибелі їх ентомофагів — хижих жужелиць.

Підготовка насіння. Очисткою і сортуванням насіння домагаються значного зменшення шкідників, які розвиваються усередині насіння (горохова зернівка, люцернова товстоніжка та ін.), а також ряду збудників хвороб (біла гниль соняшнику, хвороби насіння кукурудзи тощо).

Оптимальні строки проведення робіт. Поліпшенню фітосанітарного стану посівів сприяє виконання основних робіт у кращі агротехнічні строки.

При проведенні досходового боронування посівів кукурудзи у фазі білої нитки бур'янів, їх знищується 90—95%, у фазі 1—2 листка — 65—75%; 3—5 листків і більше — тільки 15—20%.

Проведення першого міжрядного обробітку кукурудзи на 3 тижні пізніше супроводжується недобором більше 5 ц/га зерна цієї культури порівняно з оптимальним строком (фаза 5—6 листків).

Недотримання строків сівби озимої пшениці призводить до підвищення шкідливості злакових мух, цикадок, злакових попелиць, а також пов'язаних з ними вірусних хвороб; кукурудзи до збільшення загибелі сходів від ґрунтових шкідників і пліснявіння насіння, а також шведської мухи, озимої совки.

За ранніх строків сівби ярої пшениці та ячменю набагато зменшується пошкодженість посівів шведською мухою.

Стислі строки сівби проса знижують до мінімуму пошкодження просяним комариком.

Важливими у фітосанітарному відношенні є строки збирання урожаю.

При роздільному збиранні озимої пшениці у стислі строки багато личинок шкідливої черепашки не встигають закінчити розвиток і гинуть, а дорослі клопи, не закінчуючи живлення і тому не маючи достатнього запасу жирового тіла, масово гинуть взимку, ті ж клопи, що перезимують, відкладають наступного літа мало яєць.

Збільшення періоду збирання кукурудзи понад 30—35 днів підвищує втрати врожаю до 17—22% унаслідок вилягання рослин, пошкоджених кукурудзяним метеликом або стебловими і кореневими гнилями.

Знищення бур'янів. Бур'яни сприяють посиленому розмноженню багатьох шкідників і розвитку хвороб. Прикладом можуть бути хрестоцвіті блішки, капустяна попелиця, злакові мухи, озима совка, лучний метелик. Наприклад:

- озима совка часто масово розмножується на забур'янених парах, сходах падалиці гороху, засміченій кукурудзі на силос, після яких висівається озима пшениця;
- буряковий клоп, хрестоцвіті блішки добре розвиваються на диких хрестоцвітних, лободі та щириці;
- шведська муха розвивається на вівсюзі;
- гессенська муха — на пирію;
- просяний комарик — на плоскусі звичайній, мишію сизому, звідки переходить на посіви проса.

Часто бур'яни мають з культурними рослинам спільні хвороби і нерідко відіграють роль проміжних «господарів» збудників цих хвороб.

Так, молочай є проміжним «господарем» іржі бобових, а жостер — бурої іржі пшениці.

Неухильним правилом при підготовці ґрунту під посів слабоконкурентних щодо бур'янів овочевих культур є його обробіток за типом напівпару.

Просторова ізоляція. Різко знизити пошкодженість ряду культур шкідниками можна за допомогою просторової ізоляції їх від територій, де відбувається нагромадження і розмноження шкідливих організмів.

Прикладом може бути бурякова коренева попелиця та інші.

Застосування спеціальних агротехнічних прийомів. Водночас з наведеними загальноагротехнічними методами зниження щільності і шкідливості шкідників, хвороб і бур'янів нині для багатьох шкідливих організмів розроблені спеціальні агротехнічні прийоми. Їх мета — підстрахувати слабкі у фітосанітарному відношенні ланки інтенсивних технологій.

Так, основним прийомом зменшення щільності зимуючих гусениць кукурудзяного метелика є своєчасне на низькому зрізі (8—10 см) збирання урожаю, при якому видаляється з поля до 80% шкідників, і подрібнення рослинних решток, якісне виконання якого дає можливість знищити до 92% гусениц.

Ранньовесняне рихлення багаторічних трав знищує до 80% зимуючих гусениць лучного метелик;

Введення культур-переривачів (вівса, ячменю або озимої пшениці) забезпечує біологічне очищення ґрунту від збудників хвороб кукурудзи. При цьому ураженість кукурудзи при беззмінних посівах у 1,5 рази нижча, ніж якщо ввести культурою-перевивачем — зернобобові культури.

При розміщенні озимої пшениці після стерньових попередників, що не рекомендується наукою, але буває у виробництві, виникає загроза загибелі посіву від хлібної жужелиці.

Вченими розроблений спеціальний комплекс прийомів, який значно зменшує цю загрозу:

- першочергове збирання урожаю з подрібненням і вивезенням соломи з поля, на якому планується повторне розміщення озимої пшениці та основний обробіток;
- одна-дві культивації для знищення сходів падалиці;
- сівба в кінці оптимальних строків.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антощенкова В. В., Пересада М. О. Роль інновацій у сільському господарстві. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 175-179. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.26.
2. Артюшенко В. В., Панфілова А. В. Продуктивність люцерни останнього року використання. *Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум* : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.). Миколаїв: МНАУ, 2025. С. 15-16. DOI: https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-2.
3. Базалій В.В., Бойчук І.В., Домарацький Є.О., Тетерук О.В. Ефективність добору форм пшениці озимої за кількісними ознаками та проблеми їх ідентифікації. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. https://doi.org/10.32848 /agrar.innov.2021.5.17.
4. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність : монографія / В. В. Базалій, Є. О. Домарацький, Г. Г. Базалій, М. М. Корхова, О. В. Ларченко, Н. В. Кириченко, А. В. Панфілова. Миколаїв : МНАУ, 2024. 244 с. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18344
5. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Козлова О.П. Селекційно-генетичні аспекти селекції озимої пшениці та їх вплив на агроекологічну адаптивність. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.19.
6. Базалій В. В., Ларченко О. В. Характер формування врожайності сортами пшениці універсального і альтернативного типу за різних умов вирощування. *Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум* : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.). Миколаїв: МНАУ, 2025. С. 17-19. DOI: https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-3.
7. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Шебанін В.С., Новіков О.Є. Агрометеорологічні прогнози : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2019. 382 с.
8. Вишневецька О.В. Розвиток інноваційних технологій в рослинництві. Наукові перспективи. 2023. № 10 (40). С. 385-397. DOI: https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-10(40)-385-397
9. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування : монографія / В. В. Гамаюнова, М. М. Корхова, А. В. Панфілова та ін.. Миколаїв : МНАУ, 2021. 300 с. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10865
10. Using micronutrient in climate change / V. Gamajunova et al. *Innovative solution in modern science*. 2020. Vol. 6, no. 42. P. 124. DOI: https://doi.org/10.26886/2414-634x.6(42)2020.8
11. Gamayunova V. V., Khonenko L. G., Kovalenko O. O. Sorghum culture in the south of Ukraine, state of production, use and possibility of processing into

bioethanol. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences*. 2021. P. 150–176. URL: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-8

12. Водоутримуюча здатність та посухостійкість пшениці озимої залежно відсортового складу за незрошуваних умов зони Степу / Є. О. Домарацький та ін. *Аграрні інновації*. 2024. № 21. С. 146–153. URL: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.22

13. Дробітько А. В., Брагін А. В. Елементи технології вирощування гороху в умовах півдня України. Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р). Миколаїв: МНАУ, 2025. С. 62-65. DOI: https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-18.

14. Брагін А. В., Дробітько А. В. Сучасний стан сільського господарства України. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання плодоовочевої продукції* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 21-22 березня 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 26-28.

15. Дробітько О. М., Смірнова І. В., Качанова Т. В., Байсен І. Роль ресурсозберігаючої технології No-till в сучасних умовах. *Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум* : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.). Миколаїв: МНАУ, 2025. С. 68-71. DOI: https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-20

16. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Бакланова Т. В. Залучення соргових й інших адаптованих до зони півдня України посухостійких рослин та основні засади підвищення їх продуктивності. *Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті* : колективна монографія: у 2 ч. Ч. 1. Львів-Торунь: Ліга-Прес, 2021. С. 5-33.

17. Коваленко О.А. Ячмінь ярий: екологізація та економічні показники вирощування. Modern aspects of scientific research in the context of modernization of biological and natural science education : scientific monograph. Riga : Baltija Publishing, 2022. С. 77–117. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-257-9-5.

18. Корхова М. М., Кондрат В. О. Урожайність пшениці озимої за технологією No-Till в умовах Південного Степу України. *Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум* : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 106-109. DOI: https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-33

19. Липовий В. Г., Липовий В. Г., Мазур О. В., Мордванюк М. О. Методологія та організація наукових досліджень в агрономії з основами інтелектуальної власності : навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ВНАУ, 2020. 242 с.

20. Мазур В. А., Поліщук І. С., Телекало Н. В., Мордванюк М. О. Рослинництво : навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Друк». 2020. 352 с.

21. Ефективні техніко-технологічні рішення вирощування льону : колективна монографія / О. О. Налобіна та ін. Дослідницьке, 2021. 251 с. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/14007

22. Біолого-екологічні особливості овочевих культур : навчальний посібник / Н. В. Нікончук та ін. Миколаїв : МНАУ, 2020. 407 с. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8376

23. Панфілова А. В., Кваско А. В. Вплив біопрепаратів на урожайність гібридів кукурудзи. *Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум* : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 145-146. DOI: https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-46

24. Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О. Вплив технології вирощування на продуктивність зернових та зернобобових культур. *Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум* : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 149-151. DOI: https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-48

25. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник 5-те вид., виправ. і допов. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.

26. Агрометеорологічні прогнози : навч. посіб. / А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, В. С. Шебанін, О. Є. Новіков. Миколаїв : МНАУ, 2019. 382 с.

27. Практикум з фізіології рослин : навч. посіб. / Федорчук М. І., Федорчук В. Г., Коваленко О. А.та ін. Миколаїв : МНАУ, 2020. 200 с.

Навчальне видання

АДАПТИВНЕ РОСЛИННИЦТВО

Конспект лекцій

Укладачі:

Панфілова Антоніна Вікторівна

Артюшенко Валерій Васильович

Формат 60х84 1/16. Ум. друк. арк. 1,75.
Тираж 20 прим. Зам. №___

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.