# Вступ

*Актуальність*. Серед хімічних засобів інтенсифікації землеробства, підвищення його продуктивності й ефективності головними як по масштабах, так і за економічними результатами є мінеральні добрива. В даний час агрохімічна наука нараховує значну кількість фундаментальних розробок, упровадження яких з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і особливостей агротехніки створює необхідні передумови для підвищення родючості ґрунтів і одержання високих стійких врожаїв належної якості при збереженні і поліпшенні навколишнього середовища. До таких розробок відносяться, зокрема, недостатньо використовувані в господарствах раціональні системи удобрення і побудова моделей врожайності сільськогосподарських культур та родючості ґрунтів з метою розрахунку оптимальних доз добрив на запрограмований врожай для заданих значень родючості ґрунту і погодних умов.

*Предмет* дослідження – мінеральні добрива.

*Об`єкт* дослідження – вплив внесення мінеральних добрив на врожайність.

*Метою* нашої роботи є дослідження екологічних наслідків використання мінеральних добрив на природне середовище, якість та врожайність рослинної продукції.

Основними *завданнями* роботи є наступні:

1. розглянути роль та особливості мінеральних добрив;
2. проаналізувати екологічні наслідки від використання мінеральних добрив;
3. розглянути заходи щодо зниження екологічного навантаження від використання мінеральних добрив;
4. охарактеризувати особливості використання мінеральних добрив при інтенсивних технологіях вирощування озимої пшениці;
5. дати характеристику основних типів ґрунтів району;
6. проаналізувати вплив внесення мінеральних добрив на врожайність озимої пшениці.

*Практична значимість:* поінформованість про наслідки нераціонального використання мінеральних добрив та розробка нових технологічних схем внесення мінеральних добрив сприяє одержанню найбільш високих врожаїв. Тому дана тема досить актуальна і потребує більш детального вивчення.

# 1. Роль мінеральних добрив в сучасному землеробстві

## 1.1 Роль мінеральних добрив в сучасній системі землеробства

Фізіологічно і аміачний, і нітратний азот практично рівноцінні. Однак аміачний азот у деяких випадках може пригнічувати ріст рослин. Це відбувається тоді, коли вони ослаблені перед зимівлею, містять мало вуглеводів, що гальмує зв'язування азоту в білки, та ін. Азотні добрива взаємодіють з ґрунтом неоднаково. Аміачний і нітратний азот засвоюються рослинами з різною швидкістю. Аміачний азот міститься в ґрунті у вигляді катіону, і тому обмінно вбирається ґрунтовим вбирним комплексом. Нітратний азот, який міститься в аніонній формі, переважно залишається в ґрунтовому розчині. В результаті аміачний азот засвоюється рослинами повільніше, ніж нітратний, і значно менше вимивається з ґрунту. Тому нітратні добрива доцільніше застосовувати в тих випадках, коли рослини повинні швидко засвоїти азот, наприклад при підживленнях. І навпаки, для передпосівного внесення в ґрунт ці добрива менш придатні, бо вони вимиваються ще до сівби. В такому випадку краще застосовувати аміачні добрива, азот яких фіксується ґрунтом.

На застосування азотних добрив істотно впливає їх реакція. Внесені в ґрунт добрива помітно змінюють реакцію ґрунтового розчину. При цьому характер такої зміни не завжди однозначний з характером хімічної реакції добрива. Наприклад, нейтральна сіль NaNO3 після внесення її в ґрунт і використання рослинами значно зсуває реакцію ґрунту в лужний бік. Це відбувається тому, що рослини використовують азот, а в ґрунті нагромаджується натрій, який змінює реакцію в лужний бік. Навпаки, при внесенні NH4C1 або (NH4)2SO4 в ґрунті нагромаджуються кислотні залишки, і реакція змінюється в кислий бік. Такі зміни реакції, які відбуваються внаслідок використання рослинами компоненту добрив, називають фізіологічною реакцією. Можливу зміну реакції ґрунту в результаті внесення добрив треба враховувати при виборі добрив. Так, на ґрунтах, що мають кислу реакцію (підзолистих, болотних та ін.), краще застосовувати фізіологічно лужні, а на лужних ґрунтах – фізіологічно кислі добрива. Добрива з різною реакцією слід чергувати, щоб не відбувалося інтенсивної однобічної зміни реакції ґрунту. При значній кислотності добрив ґрунт нейтралізують вапном. Проте у всіх випадках треба враховувати і відношення до реакції середовища рослин [3].

Важливою характеристикою добрив є вміст у них поживного елемента, зокрема для азотних – азоту. Чим більший вміст елемента, тим добриво краще, в ньому міститься менше баласту. Добрива з малим вмістом баласту економічно вигідніші: їх дешевше перевозити (в розрахунку на одиницю елементів живлення), дешевше і легше вносити в ґрунт. Наприклад, щоб внести в ґрунт 33 кг/га азоту при використанні аміачної селітри (в якій міститься 33% азоту), потрібно внести 100 кг добрива, а при використанні натрієвої селітри (в якій міститься тільки 16% азоту) – 200 кг, тобто потрібно затратити вдвічі більше праці і часу. Баласт нерідко негативно впливає на ґрунт. Наприклад, іон натрію при застосуванні натрієвої селітри, поглинаючись ґрунтом, пептизує колоїди і погіршує структуру ґрунту. Отже, чим менший вміст баласту в добривах, тим вони агрономічно кращі. Однак зміна властивостей ґрунту внаслідок внесення добрив і, зокрема, його структури відбувається не лише під дією баласту, а й тієї його частини, яка використовується рослиною. Так, структуру ґрунту погіршує іон NH4. Тому аміачні добрива доцільно вносити з добривами, які містять кальцій і магній. Нітратні добрива (селітри) і особливо аміачна селітра мають високу гігроскопічність, тому вони дуже злежуються, втрачають сипкість, що утруднює внесення їх у ґрунт. Ці добрива слід зберігати в закритій тарі, в сухому приміщенні. Для збереження сипкості аміачної селітри та зниження її гігроскопічності це добриво гранулюють, тобто надають йому форми зерен (гранул).

Крім твердих азотних добрив, широко використовують рідкі азотні добрива: рідкий безводний аміак, аміачну воду й аміакати. Безводний аміак має високий тиск пари, тому на повітрі кипить і швидко випаровується. В зв'язку з цим транспортують і зберігають його в цистернах, розрахованих на високий тиск. Аміачна вода – водний розчин аміаку. Пружність пари аміаку цього добрива значно нижча, ніж у рідкого аміаку. Тому зберігати і транспортувати його значно легше. Спрощується і внесення його в ґрунт. Важливою якістю аміачної води є відносно дешеве виробництво її, порівняно просте використання і висока ефективність [5].

В рослинах фосфор зумовлює нормальний перебіг багатьох найважливіших процесів. При нестачі його порушується синтез вуглеводів (наприклад, знижується крохмалистість бульб картоплі, цукристість цукрових буряків тощо), уповільнюється розвиток рослин (дозрівання їх, розвиток кореневої системи), утворення репродуктивних органів, знижується зимостійкість озимих культур, погіршується якість урожаю та ін. Валовий вміст фосфору в ґрунтах змінюється в межах 0,1–0,25%, проте значна частина його міститься у важкорозчинних сполуках, тому рослини часто відчувають нестачу його, яка поповнюється внесенням добрив.

Важкорозчинні фосфати і, зокрема, фосфоритне борошно застосовують лише на кислих ґрунтах, де фосфор цих добрив буде досить доступний рослинам. Проте і тут їх вносять у ґрунт, як правило, задовго до сівби і глибоко загортають (звичайно восени під плуг), щоб під дією кислот ґрунту важкорозчинні фосфати частково перейшли в більш розчинну, доступну рослинам форму: Са3(РО4)2 + Н+= СаНРО4 і Са(Н2РО4)2.

На ґрунтах з нейтральною і особливо лужною реакціями застосовують більш розчинні фосфати, перш за все суперфосфат. Проте ці ґрунти, як правило, багаті на кальцій, який сполучається з іонами РО4-3 з утворенням важкорозчинних сполук: Са(Н2РО4)2 + Са2+= СаНРО4 і Са3(РО4)2. В результаті доступність фосфору рослинам зменшується. Щоб зберегти доступність фосфору суперфосфату рослинам і запобігти переходу його у менш розчинні форми, треба зменшити тривалість контакту суперфосфату з ґрунтом, багатим на кальцій, та знизити площу зіткнення з ним добрив. Тому вносити суперфосфат в ґрунт треба лише безпосередньо під час сівби рослин або після сівби. Щоб зменшити контакт суперфосфату з ґрунтом, суперфосфат гранулюють, що знижує інтенсивність вбирання іона РО4-3 і зберігає високу ефективність внесеного фосфору [2].

Гранульований суперфосфат менше пригнічує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, зручніший для внесення, менше злежується. Гранулювання суперфосфату є важливим заходом підвищення його ефективності.

Отже, люпин, гречка засвоюють фосфор важкорозчинного фосфоритного борошна досить легко, даючи при використанні його майже такі самі надбавки, як і при внесенні суперфосфату, інші ж культури, особливо деякі злаки, майже не здатні засвоювати фосфор важкорозчинних фосфатів. Ці відмінності пояснюються рядом факторів. По-перше, значно легше засвоюють фосфор ті рослини, кореневі системи яких виділяють кислі продукти, що сприяють розчиненню важкорозчинних фосфатів. По-друге, фосфор легше засвоюють кальціелюбні (кальцієфільні) рослини, оскільки використання рослиною з добрива не тільки фосфору, а й кальцію сприяє розчиненню його. Мають значення й інші фактори (вік рослини, загальна забезпеченість її поживними елементами та ін.). Як бачимо, характер дії фосфорних добрив дуже складний, і кінцевий результат застосування їх залежить від багатьох факторів. Взаємозв'язок цих факторів та вплив їх на остаточну ефективність застосування добрива наочно ілюструються схемою Д.М. Прянишникова [2].

У зв'язку з цим калій відіграє важливу роль в процесах транспортування по рослині вуглеводів, підсилюючи їх переміщення з листя до місць нагромадження (в бульби, коренеплоди і т.д.). Калій інтенсифікує синтез вуглеводів, впливає на стан колоїдів клітини, підвищує осмотичний тиск клітинного соку, підтримує тургор. Все це полегшує використання рослинами вологи при малому вмісті її в ґрунті, підвищує зимостійкість рослин, їх посухостійкість. Калій підвищує стійкість рослин проти хвороб, сприяє нормальному розвитку рослин і, зокрема, формуванню репродуктивних органів. Істотну роль відіграє калій (особливо його радіоактивний ізотоп 40К) в процесах енергообміну. Валовий вміст калію в ґрунтах звичайно змінюється в межах 1–2%, проте доступного рослинам калію значно менше. Особливо малий вміст калію в ґрунтах легкого механічного складу (піщаних і супіщаних) з малою ємністю вбирання, в ґрунтах заплав і болотних ґрунтах. Разом з тим винос калію з ґрунту рослинами звичайно перевищує винос ними фосфору, а іноді й азоту. Тому потреба в застосуванні калійних добрив виникає дуже часто. Правда, слід мати на увазі, що потреба різних культурних рослин в калії неоднакова. Досить чітко виділяється група особливо калієлюбних рослин, таких, наприклад, як буряки, картопля, тютюн та ін. Так, зернові культури з середнім врожаєм виносять 50–60 кг/га К2О, а цукрові буряки 150–200 кг і більше. Все це слід враховувати при застосуванні калійних добрив [1].

*Складні й змішані добрива.* Складні добрива, порівняно з простими, мають ряд істотних переваг. Вони, як правило (за винятком змішаних), містять менше баласту, тому застосовувати їх економічно вигідно. Крім того, зменшується можлива негативна дія на ґрунт і рослини великих кількостей баласту. Проте негативною властивістю складних добрив є сталість їх складу, яка обмежує можливості застосування їх, оскільки в процесі росту і розвитку рослин елементи живлення треба вносити в різних співвідношеннях. Усі складні добрива містять елементи живлення в легкозасвоюваній рослинами формі.

Сполуки калію в золі не містять хлору, а містять переважно К2СО3. Наявність в золі вуглекислого калію і значних кількостей кальцію зумовлює зниження кислотності ґрунту. Вносять золу в кількості 8–10 ц/га, а при місцевому внесенні в борозни або лунки – 4–5, в підживленнях – 3–4 ц/га.

Останнім часом застосовують різні висококонцентровані рідкі складні і суспензовані добрива. Прикладом таких добрив є так зване РКД – 10 – 34 – 0 (рідке концентроване добриво з вмістом N – 10%, Р2О5 – 34% і без калію).

## 1.2 Особливості застосування добрив

Систему удобрення в сівозмінах слід планувати з урахуванням надходження і втрат елементів живлення. Для цього пропонуються такі нормативи: азотфіксація багаторічними бобовими травами – 35–40 кг азоту на 1 т сухої біомаси; однорічними бобовими культурами – 10–15 кг; асоціативна фіксація – 5–10 кг/га; надходження з опадами – 15–20 кг/га; газоподібні втрати – 10–15% внесеного з добривами; втрати внаслідок вимивання (з ґрунтів Полісся) – 10–20 кг/га.

Внесення мінеральних та органічних добрив у біологічному землеробстві повинно забезпечити позитивний баланс гумусу при нормах гною на 1 га орних земель: у степовій зоні – 8 – 10 т; лісостеповій –10 – 12; на супіщаних і суглинкових ґрунтах Полісся – 12–13, піщаних – 18 – 20 т.

У межах кожного інтервалу дозу органічних добрив змінюють з урахуванням насиченості сівозміни багаторічними травами і просапними культурами. Зменшують з розширенням посівів багаторічних трав або ж збільшують на 4–6 т/га з розрахунку на кожні 10–12% розширення площі просапних.

У ґрунтозахисному землеробстві в плакорних умовах дози органічних добрив підвищують у 1,5–2 рахунок зменшення їх доз на схилових землях. Застосування підвищених доз органіки дає можливість значно: знизити внесення мінеральних добрив [11].

Крім підстилкового гною, біологічне землеробство пропонує широке використання інших видів органічних добрив – рідкого гною, зеленого добрива, соломи, торфу, сапропелю, пташиного посліду. Технологічні особливості їх застосування викладено у відповідних рекомендаціях, а оцінку ефективності, можна провести на основі поправочних коефіцієнтів.

Водночас із посиленням ролі органічних добрив при переході на методи біологічного землеробства не передбачається повної відмови від застосування мінеральних добрив, вапна, гіпсу та мікроелементів. Стосовно до біологічного землеробства кількість внесених мінеральних добрив повинна компенсувати винос поживних речовин з урожаєм. Дози внесення їх повинні бути оптимально-мінімальними і відповідати принципу доцільної достатності, який забезпечує сталу продуктивність рослинництва, екологічно чистий стан навколишнього середовища, продуктів харчування і кормів. Цього досягають шляхом зменшення доз мінеральних добрив, рекомендованих для інтенсивного землеробства, на 30 – 40%.

Одержання біологічно чистої рослинницької продукції пов'язане з оптимізацією азотного живлення рослин. Для цього необхідно ширше впроваджувати біологічні способи його регулювання, які забезпечують максимальне нагромадження атмосферного азоту в ґрунті. Для розрахунків доз азотних добрив використовують унікальну здатність багаторічних трав і однорічних бобових культур до азотфіксації, а також нормативні показники надходження азоту з атмосферними опадами, втрати Цього елемента при денітрифікації, вимиванні та внаслідок ерозії [27].

Регулювати азотний режим можна шляхом нітрогенізації насіння ризоторфіном. Застосування цього препарату під горох підвищує врожайність і вміст білка в зерні відповідно на 2 – 4 ц/га і на 2 – 4%. Урожай сіна люцерни збільшується на 5 – 10%. Ефективність ризоторфіну підвищується при внесенні молібдену в дозах 15 – 25 г. на 1ц насіння зернобобових і 25 – 50 г. на 10 кг багаторічних трав, що забезпечує приріст урожаю зерна гороху 4 – 5, а зеленої маси люцерни – 30 – 40 ц/га. Слід мати на увазі, що використання ризоторфіну на родючих ґрунтах виключає внесення азотних добрив під горох, а на бідних та зрошуваних землях препарат досить ефективний на фоні 40 кг/га азоту.

За умов біологічного землеробства нагромадженню нітратів в урожаї запобігає обмеження доз азотних добрив: у сівозмінах Полісся – до 20 – 60 кг/га, Лісостепу – до 40 – 100 і в Степу – до 30 – 90 кг/га діючої речовини. Гранично допустима доза азоту на зрошуваних землях – 120, а в овочевих сівозмінах – 60 кг/га.

Роздрібнене внесення азотних добрив практично повністю виключає їх негативний еколого-токсикологічний ефект, а локальний спосіб дає можливість знижувати дозу мінеральних добрив на 25 – 35%. На еродованих ґрунтах схилів гній, фосфорні та калійні добрива рекомендується вносити під зяблеву оранку, азот – під культивацію перед посівом. Азотне підживлення озимих проводять після припинення стоку талих вод за методом Бузницького [21]. Під ярі культури доцільно вносити повне мінеральне добриво перед весняною культивацією. На фоні ефективно діючого комплексу ґрунтозахисних заходів змивання азотних і калійних добрив зменшується на 20 – 30%, а слаборозчинних пестицидів і суперфосфату – на 80 – 90%.

# 2. Екологічні насідки використання мінеральних добрив

## 2.1 Джерела нітратного забруднення

Основними джерелами нітратного забруднення, під яким звичайно розуміють забруднення власне нітратами, нітритами і N-нітрозоамінами, є високі дози азотних мінеральних і органічних добрив, а також пестициди при систематичному насиченні ними посівів. Потрапляння в ґрунт стоку тваринницьких комплексів ускладнює цю проблему.

Таблиця 2.1. Використання поживних речовин з мінеральних добрив

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Коефіцієнт використання, % | | | Культура | Коефіцієнт використання, % | | |
| N | Р2О5 | К2О | N | Р2О5 | К2О |
| Озимі пшениця | 28,7 | 11,1 | 32,6 | Цукрові буряки | 37,8 | 10,6 | 41,9 |
| Картопля | 43,9 | 10,7 | 51,8 |
| Ячмінь | 28,9 | 14,1 | 30,7 | Льон | 29,3 | 4,9 | 13,7 |
| Ярий ячмінь | 27,5 | 10,9 | 28,1 | Соняшник | 33,7 | 11,5 | 77,0 |
| Кукурудза |  |  |  | Капуста | 33,1 | 15,7 | 77,8 |
| на зерно | 26,2 | 9,1 | 29,1 | Огірки при зрошенні | 24,0 | 9,4 | 33,4 |
| на силос | 29,4 | 8,2 | 24,9 |
|  |  |  |  | Помідори | 43,5 | 11,8 | 65,7 |

Як відомо, транспортні втрати мінеральних добрив на шляху від заводу до поля становлять 10–12%, що сприяє постійному забрудненню навколишнього середовища. Перевезення їх у тарі може докорінно поліпшити становище. Так, середні розміри втрат затареного суперфосфату в 2,5 рази менші, ніж незатареного [13].

Застосування мінеральних добрив у незбалансованому за основними елементами живлення співвідношенні також є однією з причин забруднення продукції. Для умов України оптимальним для всіх сільськогосподарських культур вважається співвідношення N: Р2О5: К2О = 1: 0,9: 0,8. По фондах мінеральних добрив, виділених сільському господарству в Україні у 1986 p., фактичне співвідношення становило 1: 0,56: 0,6, у 1988-му – 1: 0,61: 0,67, тобто відбувається поступове наближення його до оптимального. Проте й при оптимальному співвідношенні внесення підвищених і високих доз мінеральних добрив, насамперед азотних, може бути причиною екологічного забруднення. Це підтверджується численними експериментальними даними, які свідчать про те, що коефіцієнти використання фосфорних і калійних добрив різними сільськогосподарськими культурами варіюють у межах 15 – 25 і 50 – 70%, азотних – 50 – 60%. Установлено також, що в ґрунті закріплюється 20 – 40% азоту, вимивається у вигляді нітратів з кореневмісного шару – до 10%, а виділяється у вигляді газоподібних сполук (N2, NO, NO2) – 20 – 40%.

Невикористані сільськогосподарськими культурами поживні речовини за певних умов є джерелом антропогенного забруднення [13].

Екологічне забруднення значною мірою пов'язане з ущільненням ґрунту, яке відбулося в результаті впровадження в сільськогосподарське виробництво енергомістких тракторів, що призвело до зниження врожайності зернових культур у середньому на 20% і марному (до 40%) витрачанню добрив.

Негативні екологічні наслідки можуть спричиняти не лише азотні, але й фосфорні добрива. Так, нагромадження фтору в ґрунті, яке належить до явищ небажаних, пов'язують із внесенням фосфорних добрив. Зокрема, з однією тонною суперфосфату в ґрунт потрапляє до 15 кг фтору, а з тонною амофосу – до 50 кг. При цьому в ґрунті залишається до 95% фтору, що внесено з добривами, а вміст цього елемента в дерново-підзолистих ґрунтах підвищується на 5% за рік.

Відмічено нагромадження фтору в чорноземах і в рослинах при систематичному застосуванні суперфосфату, в якому фтор міститься в розчинній формі й легко засвоюється рослинами.

За даними Б.А. Ягодіна [1], надходження фтору в ґрунт при сучасному світовому виробництві фосфорних добрив (300 млн. т Р2О5 за рік) може становити 2 – 3 млн. т. Підвищення концентрації фтору порушує структуру асиміляційного апарата, що призводить до гальмування процесів фотосинтезу, дихання й росту сільськогосподарських рослин, негативно впливає на їхню продуктивність.

Забруднення рослинної продукції фтором відбувається при вмісті водорозчинного фтору в чорноземі на рівні 12,5 мг на 1 кг ґрунту. Очевидно, цей рівень його вмісту необхідно вважати гранично допустимою концентрацією цього елемента, яка на малобуферних ґрунтах, вірогідно, буде нижчою.

## 2.2 Наслідки застосування фосфорних та калійних добрив

Екологічні наслідки застосування фосфорних добрив пов'язані із збільшенням надходження фосфору у водні об'єкти, який викликає поряд з іншими поживними елементами посилене розкладання планктону, заболочення водойм і загибель водних організмів через дефіцит розчинного у воді кисню. За розрахунками В.М. Кудеярова та інших (1984), щорічно з 1 га орних земель вимивається до 100 кг азоту, 5 кг Р2О5 і 60 кг К2О (при змиванні з поверхні ґрунту міліметрового шару втрачається від 14 до 34 кг/га Р2О5).

Всі ці факти свідчать про те, що необхідний суворо науковий підхід до застосування не лише азотних, але й фосфорних добрив, що містять фтор, надлишок якого супроводжується флюорозом зубів, хребта, пригніченням фосфорно-кальцієвого і ферментного обміну в організмі теплокровних [10].

Особливої обережності слід дотримуватись при фосфоритуванні кислих ґрунтів високими дозами фосфоритного борошна (1–2 т/га), в якому, крім токсичного фтору, міститься ряд важких металів (кадмій, стронцій, ванадій та ін.). Вихід полягає в переході до застосування знефторених фосфорних добрив. Необхідно також враховувати, що токсичність фосфору для людини залежить від співвідношення СаО: Р2О5. Нешкідливим вважається співвідношення 1: 1 і 1: 1,5 (надлишок фосфору може викликати різні захворювання).

Калійні мінеральні добрива небезпечні насамперед вмістом хлору, який погіршує якість урожаю (картоплі, овочів, винограду, тютюну, цитрусових і прядивних культур). Підвищений вміст калію в кормових травах може призвести до отруєння тварин, а застосування високих доз калійних добрив – до забруднення водойм.

За достатнього зволоження втрати калію з фільтраційними водами становлять 10 – 20 кг/га. При підвищеній концентрації калію в ґрунтовому розчині порушується співвідношення Са: К, Mg: К, Що може призвести до витіснення з ґрунтовбирного комплексу двовалентних катіонів і проникнення їх вглиб по профілю, втрат кальцію з дренажними водами, розмір яких може досягти 1 т/га. Цей процес значно посилюється під впливом високих доз кислих добрив [13].

Щодо мікроелементів, то, як відомо, вони особливо ефективні за інтенсивної хімізації. Проте слід зазначити, що деякі з них – мідь, цинк, бор і молібден – належать до елементів, які потенційно забруднюють ґрунт, а для марганцю навіть установлена гранично допустима концентрація в ґрунті.

## 2.3 Нагромадження елементів мінеральних добрив рослинами та його наслідки

В екологічному відношенні найбільш небезпечні промислові азотні добрива (так званий технічний азот) – основне джерело нітратного забруднення води, продуктів харчування і кормів.

Коли говорять про небезпеку нітратів для людини, звичайно мають на увазі й нітрити, які утворюються в організмі під дією мікрофлори кишечника і тканинних ферментів, а також N-нітрозоаміни. Загальновідомо, що нітрати й нітрити – нешкідливі форми азоту для рослин, є природними компонентами рослинного організму.

За здатністю нагромаджувати нітрати всі сільськогосподарські культури можна об'єднати в три групи. Головчастий салат, кріп, шпинат, редька, буряки столові акумулюють багато нітратів. Помідори, картоплю, огірки відкритого ґрунту, перець, баклажани, цибулю виділено в групу зниженої здатності до нагромадження нітратів. Проміжне місце займають морква, петрушка, селера, капуста, парникові огірки, кабачки, патисони [21].

Польові культури нагромаджують у зерні небагато нітратного азоту. Однак за певних умов зернові культури (озимі й кукурудза на зелений корм) можуть містити його надлишкову кількість у зеленій масі, а сира речовина багаторічних злакових трав містить набагато більше нітратів, ніж бобові (наприклад, конюшина).

Проте для застосування добрив на екологічній основі цих загальних відомостей недостатньо. Необхідно мати науково обґрунтовані нормативні показники гранично допустимих концентрацій.

Нині агрохімічна служба в своїй практичній роботі по оцінці рівня нітратного забруднення рослинницької продукції використовує ГДК, які розроблені відповідними службами (табл. 2.2).

Гранично допустима концентрація нітрат-іона в кілограмі сирої речовини становить у кавунах та огірках 45 – 60 мг, у зелених кормах і столових буряках 200 – 1400 мг. Вміст нітрат-іона в кормах для сільськогосподарських тварин не повинен перевищувати 5 – 10 мг на 1 кг сирої продукції. ГДК нітратів у питній воді становить: за стандартом Всесвітньої організації здоров'я – 10 мг/л, у європейських країнах – 22, у США – 45 і в нашій країні – 10 мг/л. Максимально нешкідлива доза для людини – 5 мг на 1 кг маси тіла.

Таблиця 2.2. Допустимий вміст нітратів у продукції рослинництва відкритого ґрунту

|  |  |
| --- | --- |
| Продукти | ГДК, мг/кг сирої речовини (за нітрат-іоном) |
| Картопля  Капуста  Огірки  Томати  Кавуни, дині  Цибуля (перо)  Буряки  Морква  Зелені корми | 80  300  150  60  45  400  1400  300  200 |

Ще одна з причин нагромадження нітратів полягає у низькій ефективності мінеральних добрив. Нітрати часто нагромаджуються не лише на фоні високих, але й за умов застосування низьких доз азоту. Як показала практика, це спостерігається при низькій культурі землеробства [21].

За даними Українського філіалу ЦІНАО, окупність добрив приростом урожаю зернових культур у 1988 р. становила 3,8 кг, або 81% до нормативу, по цукрових буряках – 80%, картоплі – 46, а по овочах – 37%. Низька енергетична ефективність застосування добрив. Так, по соняшнику й овочах нагромаджена приростом урожаю енергія становила лише 65 – 67% енерговитрат на застосування добрив.

Наведені дані свідчать про неповне використання внесених добрив, значна частина яких забруднює ґрунт, підґрунтові води, водойми й сільськогосподарську продукцію.

Отже, спостерігається значна взаємодія між агрохімічними нормативами, які використовують при розробці рекомендацій для господарств, та ступенем екологічної небезпеки від їх реалізації.

Українським філіалом ЦІНАО спільно з іншими науково-дослідними інститутами розроблені більш досконалі в екологічному відношенні методика й нормативи для визначення доз добрив з урахуванням зростання врожаю, який можна одержати за конкретних умов, запланованого приросту, ступеня інтенсивності вирощування культури, вмісту в ґрунті поживних речовин та післядії добрив, внесених під попередники [27].

У таблиці 2.3 наведено такі нормативи. Їх використання дасть можливість значно зекономити витрати мінеральних добрив на формування запланованого врожаю, послабити еколого-токсикологічну небезпеку застосування добрив.

Ще одна помітна особливість використання наших нормативів полягає в регламентуванні доз азотних добрив у тих випадках, якщо вони перевищують максимально припустимі.

Рекомендаціями по еколого-токсикологічному регламентуванню добрив передбачено вносити не більше 140 кг/га азоту під озиму пшеницю 120, кукурудзу 120, озиме жито і ячмінь 100, цукрові буряки 160, картоплю 120, гречку 65, просо 75, під огірки й столові буряки 60 – 90.

Таблиця 2.3. Витрачання мінеральних добрив на 1 ц приросту врожаю озимої пшениці

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Приріст урожайості, ц/га | Витрати поживних речовин на 1 ц приросту, кг | | | | | | | | |
| Дерново-підзолисті ґрунти | | | Світло-сірі | | | Темно-cіpі лісові | | |
| N | Р2О5 | К2О | N | Р2О5 | К2О | N | Р2О5 | К2О |
| До 3,0 | 5,9 | 4,5 | 5,8 | 5,1 | 4,2 | 4,5 | 6,2 | 4,6 | 4,6 |
| 3,1–5,0 | 6,3 | 4,7 | 6,3 | 5,3 | 4,4 | 4,8 | 6,5 | 4,9 | 4,9 |
| 5,1–7,0 | 6,9 | 5,1 | 6,9 | 5,7 | 4,8 | 5,1 | 7,0 | 5,2 | 5,2 |
| 7,1–9,0 | 7,7 | 5,9 | 7,8 | 5,9 | 4,9 | 5,3 | 7,7 | 5,8 | 5,8 |
| 9 1–11,0 | 8,5 | 6,5 | 8,5 | 6,5 | 5,4 | 5,9 | 9,2 | 6,8 | 6,8 |
| 11,1–13,0 |  |  |  | 7,3 | 6,1 | 6,7 | 10,5 | 7,9 | 7,9 |

Агрономічна ефективність цих доз зростає, а їх негативний вплив на навколишнє середовище зменшується при роздрібненому внесенні відкоригованих доз азоту за результатами ґрунтової та рослинної діагностики. Комплексну діагностику, крім проведення її на посівах озимих зернових культур, слід ширше застосовувати на овочевих і баштанних культурах, картоплі, цукрових буряках і кукурудзі, тобто на всіх культурах, які інтенсивно удобрюють [13].

Регламентовані дози азотних добрив при правильному їх застосуванні (в суворій відповідності з рекомендаціями науково-дослідних установ і агрохімічної служби) безпечні в еколого-токсикологічному відношенні, оскільки вони визначені з урахуванням вмісту нітратів у рослинницькій продукції, біологічних особливостей сільськогосподарських культур, забезпеченості ґрунтів азотом, погодних і кліматичних умов, збалансованості мінерального живлення рослинта інших факторів. Але, як показала практика, обмеження доз азоту не завжди буває ефективним, тому що нітрати в рослинах нагромаджуються не лише залежно від доз добрив, а й від їх форм. Доведено, що нітратні форми азотних добрив сприяють більшому нагромадженню нітратів у рослинах, ніж аміачні та амідні. Застосування фосфорних і калійних добрив знижує вміст нітратів в урожаї, оскільки фосфор і калій позитивно впливають на відновлення нітратів до аміаку. Встановлено також, що наявність у ґрунті молібдену запобігає нагромадженню нітратного азоту в рослинах у токсичних концентраціях через те, що молібден бере участь у редукції нітратів.

Нагромадженню нітратного азоту сприяє загущеність посівів, його високий вміст у ґрунті, несприятливі погодні умови. При нестачі вологи й світла, різких перепадах температури кількість нітратів збільшується.

# 3. Заходи, щодо зниження негативного впливу мінеральних добрив

Щоб запобігти нітратному забрудненню, в ряді випадків забороняється використання азотних добрив: на сильнокислих ґрунтах (рН = 4); на території першого поясу зони санітарної охорони джерел централізованого водопостачання; на мерзлий або вкритий снігом ґрунт [13].

Для дотримання еколого-токсикологічної безпеки застосування гранично допустимих (максимальних) доз азоту необхідно створити такі умови: збалансованість мінерального живлення рослин; роздрібнене внесення азоту; високий рівень агротехніки, який забезпечує одержання запланованого врожаю; застосування інтегральної системи захисту рослин від хвороб та шкідників.

При плануванні врожаю нижче граничного рівня максимально допустиму дозу азоту зменшують за формулою:



де Дп – відкоригована доза азоту, кг/га; Дм – максимально допустима доза азоту (таблична), кг/га; Уп – запланована урожайність, ц/га; Ум – максимальна урожайність, наведена в таблиці 37, ц/га.

Максимальні дози азоту рекомендується знижувати на ґрунтах з низьким вмістом фосфору, калію та мікроелементів, при недостатній забезпеченості господарств засобами захисту рослин і відхиленнях від рекомендованих технологій [36].

Для забезпечення екологічної чистоти слід прагнути повної реалізації комплексного застосування засобів хімізації. Доведено, що це підвищує ефективність агрохімічних засобів на 15 – 20%. Отже, можна відповідно зменшити кількість внесення добрив. Цей результат логічно випливає з основного закону землеробства – закону комплексної дії й оптимального поєднання факторів, згідно з яким два, три та більше факторів хімізації при сумісній дії набагато ефективніші за кожний з них окремо взятий. При цьому часто виявляється своєрідний «ефект компенсації».

Згаданий закон підтверджується багатьма відомими положеннями з агрохімічної практики. Так, в умовах України сумісне внесення зменшених удвічі доз органічних і мінеральних добрив підвищує їх ефективність на 15 – 25%. Мінеральні добрива, особливо високі дози, на 12 – 15% краще використовуються рослинами, якщо їх застосовують з мікроелементами. Добре відома роль вапнування у підвищенні ефективності добрив, яка, за даними багатьох авторів, становить 15 – 20%. Крім того, на фоні вапнування чимало сільськогосподарських культур більш продуктивно використовують азот ґрунту, засвоєння якого підвищується в 1,5 – 2 рази.

Використання азотних добрив у комплексі з інгібіторами нітрифікації дає можливість зменшити втрати азоту в 1,5 – 2 рази. Проте сучасні сільськогосподарські машини й знаряддя вітчизняного виробництва досить часто значно знижують екологічну частину системи застосування добрив.

Їх використання у 2 – 3 рази посилює нерівномірність внесення добрив порівняно з допустимими агротехнічними вимогами. З цієї причини знижується ефективність добрив: азотних – на 45 – 50%,фосфорних – 15 – 20, калійних і складних – на 36 – 40%. А зменшення нерівномірності внесення лише азотних добрив від 40 – 50 до 15 – 20% рівнозначне підвищенню їх ефективності на 20%.

Загальновизнано як екологічний прийом локальний спосіб внесення добрив. Він забезпечує підвищення коефіцієнтів засвоєння поживних речовин рослинами з азотних і калійних добрив на 10 – 15%, а з фосфорних – на 5 – 10%. Втрати азоту при цьому скорочуються на 20 – 30%, а дози мінеральних добрив завдяки локальному способу можуть бути зменшені на 25 – 30% без зниження врожайності [36].

Екологічний підхід необхідний також і до асортименту мінеральних добрив. Багаторічний досвід господарств і районів інтенсивного землеробства показує, що використання високоякісного асортименту добрив підвищує їх ефективність у середньому на 15%, в тому числі азотних – на 30%.

Головним напрямком у поліпшенні асортименту мінеральних добрив у нашій країні, як і раніше, залишається збільшення випуску висококонцентрованих простих і складних добрив, у тому числі РКД і КАС. Із твердих азотних добрив перспективними залишаються аміачна селітра й карбамід.

Асортимент повинен повністю задовольняти потребу сільськогосподарських культур у необхідних елементах живлення, враховувати ґрунтово-кліматичні, агрохімічні й технологічні особливості їх вирощування.

Проектно-розвідувальні станції хімізації, районні агрохімлабораторії та інші установи, що розробляють рекомендації для господарств країни, повинні рекомендувати їм оптимальний асортимент добрив як з агроекономічної, так і з екологічної точок зору [36].

Для сільського господарства, як і раніше актуальне питання одержання нових засобів удобрення, які максимально відповідали б сучасним екологічним вимогам. У зв'язку з цим значний практичний інтерес мають капсульовані азотні добрива пролонгуючої дії. Вони повільно розчиняються у воді, поступово у міру потреби рослин передають азот до ґрунтового розчину, з якого він поглинається кореневою системою, що запобігає вимиванню його в підґрунтові води навіть на ґрунтах легкого механічного складу. Коефіцієнт корисної дії таких добрив (наприклад капсульованої сечовини) значно вищий, ніж некапсульованої.

Останніми роками в Україні вивчають новий засіб удобрення – ЗСЗ (захисно-стимулюючі засоби), синтезовані Інститутом хімії АН України. Одержали його з кремнезему при високому тиску й температурі. Це – сухий порошок з величезною адсорбуючою поверхнею (адсорбуюча поверхня 1 г препарату становить до 380 м2), завдяки якій він має сильну адгезію – здатність прилипати до насіння з утворенням на його поверхні захисно-стимулюючої мікроплівки. До складу ЗСЗ входять азот, фосфор, калій, мікроелементи, регулятори росту та інші інгредієнти. Вони не шкідливі для людини і тварин, тобто екологічно чисті [13].

Обробку насіння цими препаратами проводять сухим способом, для чого використовують наявні в господарствах протруювачі. Результати перших дослідів показали високу ефективність ЗСЗ. Особливо помітний вплив препарату на ранніх етапах органогенезу – підвищується енергія проростання, схожість насіння, маса корінців і проростків, що збільшує врожайність і якість рослинницької продукції в середньому на 10%. Норма витрати препаратів становить 0,04 – 2,4 кг/га.

Застосування ЗСЗ дає можливість розпочинати сівбу деяких сільськогосподарських культур (наприклад, кукурудзи) на 10 – 12 днів раніше за оптимальні строки, на 20 – 30% підвищити схожість насіння низьких посівних кондицій, просто й ефективно вирішити гостру агрохімічну проблему внесення мікроелементів.

Досліди, проведені Українським філіалом ЦІНАО, показали, що допосівна обробка насіння ЗСЗ може цілком замінити рядкове удобрення. Внаслідок цього вивільниться велика кількість добрив, яку можна використати для підживлень та основного внесення.

Ареал застосування – площі з інтенсивною технологією вирощування сільськогосподарських культур, ґрунти з низьким і середнім вмістом мікроелементів, еродовані схили, біологічне землеробство тощо.

Перспективність використання ЗСЗ в агрохімслужбі не викликає сумніву. Проте необхідно провести додаткові дослідження з метою оптимізації їх складу відповідно до різних сільськогосподарських культур та умов їх вирощування.

Отже, арсенал засобів для розробки і впровадження екологічно збалансованих систем застосування добрив на рівні полів, сівозмін і господарств країни достатньо різноманітний. Обсяг застосування пестицидів треба обмежити. З бур'янами, хворобами й шкідниками сільськогосподарських культур можна успішно боротися агротехнічними та біологічними методами. Рекомендується ширше використовувати органічні добрива, зокрема солому, зелене добриво, післяжнивні, післяукісні й проміжні посіви сидератів, особливо на еродованих ґрунтах. Але не можна повністю виключати мінеральні добрива з агрохімічної практики. За умов інтенсивного землеробства це неможливо. Передовий досвід і сучасна агрономічна наука володіють науково обґрунтованими рекомендаціями для того, щоб не допустити нітратного та інших видів забруднення [13].

Мінеральні добрива – це складова частина живої природи. Необхідно покінчити з безгосподарним і безвідповідальним ставленням, підвищити культуру роботи з ними. І вони повною мірою будуть працювати не лише на родючість і врожай, але й на екологію.

Підтвердженням цього є використання агрохімічних засобів у боротьбі з радіоактивним забрудненням, які обмежують надходження до рослин радіонуклідів. Так, вапнування забруднених радіонуклідами кислих ґрунтів зменшує надходження Sr90 в рослини, оскільки кальцій посилює закріплення стронцію в ґрунті й знижує доступність його для рослин.

Поєднання вапнування із застосуванням калійних добрив на легких ґрунтах стримує поглинання Cs137. При цьому вміст радіоактивного цезію в рослинах може бути знижений в 30 разів. Рекомендована для внесення форма калійних добрив – К2СО3, яку слід вносити в кількості, еквівалентній гідролітичній кислотності, тобто з розрахунку 4 кг К2СО3 на 1 кг ґрунту.

Досить ефективні також цеоліти, що зменшують нагромадженні Cs137 у кілька десятків разів.

Азотні добрива можуть сприяти нагромадженню цезію в біомасі. Тому необхідно уникати надлишку азоту, суворо дотримуватись співвідношення між азотом і фосфором, як і у випадку нагромадження нітратів. Але найбільш доцільно підвищити дози фосфорних і калійних добрив.

Отже, за певних умов добрива можуть бути антиекологічними речовинами. При грамотному їх застосуванні вони виявляють альтернативні властивості – сприяють очищенню об'єктів навколишнього середовища, поліпшуючи якість сільськогосподарської продукції [13].

Разом з тим вчені роблять спроби обґрунтувати концепцію біологічного землеробства, яка останніми роками має все ширше визнання і передбачає посилення принципу альтернативності за рахунок біологічних факторів, що компенсують несприятливий вплив інтенсивного виробництва на навколишнє середовище.

Зокрема, Український НДІ ґрунтознавства й агрохімії пропонує розробити науково обґрунтовані методи ведення землеробства на біолого-екологічних принципах, що передбачають впровадження сівозмін з обов'язковим включенням бобових трав і сидератів; обмеження застосування мінеральних добрив, насамперед азотних, з переходом на локальний спосіб внесення, який дає можливість зменшити їх дози на 30 – 50% порівняно з тими, що рекомендовані для інтенсивних технологій, підвищення доз внесення гною, які забезпечують бездефіцитний баланс гумусу; використання комбінованої системи обробітку ґрунту; перехід на біологічні методи захисту рослин.

З метою конкретизації цих напрямків у різних ґрунтово-кліматичних зонах України належить вирішити такі завдання:

розробити «стандарт родючості» для біологічного землеробства, який визначав би можливість і доцільність переходу конкретного господарства на біологічні методи землеробства з урахуванням ресурсів родючості його ґрунтів;

створити принципово відмінну від інтенсивного землеробства систему застосування органічних і мінеральних добрив, яка гарантувала б одержання екологічно чистої продукції при високій урожайності сільськогосподарських культур без порушення екологічної рівноваги в агроландшафті; розробити стандарт екологічно чистої сільськогосподарської продукції.

Слід зазначити, що деякі з названих питань вже частково вирішені. Так, обґрунтовані оптимальні моделі родючості ґрунтів, визначені вимоги до чистої продукції, розроблені рекомендації по досягненню бездефіцитного балансу гумусу та інші, що були висвітлені в попередніх розділах. Проте деякі з них дійсно треба глибоко досліджувати [29].

Український НДІ землеробства спільно з Українським НДІ ґрунтознавства й агрохімії на основі узагальнення даних підготували методичні рекомендації по веденню біологічного землеробства, справедливо назвавши їх тимчасовими.

Наведено короткий опис основних положень розробки в тій послідовності, в якій вони викладені авторами.

І. Біологічна роль і ґрунтово-екологічні принципи організації сівозмін.

Оскільки в біологічному землеробстві сівозмінам належить виключно важлива роль у регулюванні балансу гумусу й азоту, водно-фізичного, біологічного та фітосанітарного режимів, обмеженні й навіть повній відмові від застосування пестицидів, рекомендується використовувати класичний принцип їх побудови на основі правильної організації території та оптимальної структури посівних площ для конкретних ґрунтово-кліматичних умов кожного господарства. Це забезпечить при правильному чергуванні сільськогосподарських культур високу їх продуктивність, збереження й відновлення ґрунтової родючості. До сівозміни вводять різні за біологічними й агротехнічними особливостями культури з чергуванням за типом правильної плодозміни. При цьому використовують нормативні дані про допустимі періоди повернення культур на попереднє місце і забезпечують розміщення їх після найбільш придатних попередників [21].

Для умов недостатнього зволоження планують 10 – 15% чистих парів з метою гарантування одержання сталих урожаїв озимої пшениці.

Включення до біологічного циклу атмосферного азоту досягається шляхом використання в основних посівах сівозмін багаторічних бобових трав люцерни і конюшини, які нагромаджують у біомасі 200–300 кг/га біологічного азоту й поліпшують гумусовий стан ґрунтів. Однорічні бобові культури здатні нагромаджувати 60 – 100 кг/га азоту.

Збільшення до 20–30% площі, зайнятої в сівозміні культурами-азотфіксаторами, дасть можливість на 25 – 50% зменшити внесення мінеральних азотних добрив.

Великого значення надають включенню до сівозмін посівів післяукісних і післяжнивних культур. Вони збагачують ґрунт на органічну речовину, поліпшують його азотний режим і фітосанітарний стан, надійно захищають ґрунт від ерозії та сприяють більш ефективному використанню біологічного потенціалу природних ресурсів. Проміжні культури, посіви яких повинні займати не менше 15 – 20%, необхідно вирощувати в районах достатнього зволоження та при зрошенні. На легких ґрунтах рекомендуються бобові сидерати – люпин, серадела, буркун.

Можливі також посіви капустяних і озимих культур, під які вносять мінеральні добрива, а для досягнення позитивного балансу гумусу пропонується поєднання при заорюванні в ґрунт соломи і зеленої маси бобових сидератів.

Ґрунтово-екологічний підхід до організації сівозмін спрямований на забезпечення раціонального використання земельних ресурсів, охорону ґрунтів і навколишнього середовища.

В умовах пересіченого рельєфу та на ерозійно небезпечних територіях необхідне освоєння ґрунтозахисних систем землеробства з використанням контурно-меліоративної організації території, яка здатна запобігти ерозії найнебезпечніших в екологічному відношенні земель. При цьому надають перевагу максимальному використанню біологічних факторів.

При побудові сівозмін для Полісся враховують родючість ґрунтів і ступінь придатності їх для вирощування сільськогосподарських культур. На супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах вводять зерно-, льоно-картопляні сівозміни з такою структурою посівних площ: зернових 50 – 55%, льону 9 – 12, картоплі й овочів 10 – 15 і кормових культур 25 – 28% (можливе додаткове насичення сівозмін кормовими до 20 – 30% за рахунок повторних посівів). На бідних піщаних ґрунтах вирощують екологічно пристосовані до них культури – озиме жито, картоплю, овес, люпин і вводять відповідні сівозміни. Овочеві, овочево-кормові й кормові сівозміни з високою питомою масою багаторічних трав розміщують на перезволожених і торфоболотних ґрунтах [29].

Правильне поєднання інтенсивних та біологічних факторів землеробства повинно забезпечити сівозміни рівнинними землями і однорідним ґрунтовим покривом. За цих умов необхідно мати 55 – 60% зернових, 10 – 20 – технічних і 20 – 25% кормових культур, а також 5 – 15% чистого пару.

# 4. Особливості застосування мінеральних добрив при інтенсивних технологіях вирощування озимої пшениці

В зерновому полі озима пшениця займає провідне місце як по валовому збору зерна, так і по посівній площі. Досвід багатьох господарств і дані науково-дослідних установ свідчать, що потенціал озимої пшениці може забезпечити подальше зростання її продуктивності, насамперед за рахунок застосування більш досконалих технологій вирощування цієї культури [5].

Значним резервом зростання виробництва зерна на Україні є інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці, що включає комплекс заходів, серед яких провідне місце належить добривам.

Повне задоволення потреби у мінеральному живленні протягом усього вегетаційного періоду – найважливіша умова технології.

Порівняно із звичайною агротехнікою система застосування добрив при інтенсивній технології має характерні особливості, зумовлені насамперед ідеєю розподілу всього життєвого циклу озимої пшениці на дванадцять етапів органогенезу і виділенням з них головних, при проходженні яких закладаються й формуються основні елементи продуктивності, що визначають величину майбутнього врожаю.

Початок кожного з цих етапів визначають методом біологічного контролю. До них приурочують строки внесення мінеральних добрив, які вважають оптимальними, а також відбір ґрунтових та рослинних зразків з метою контролю мінерального живлення рослин і оптимізації доз добрив, необхідних для одержання запланованого врожаю. Виробнича перевірка модернізованої таким чином системи застосування добрив під озиму пшеницю підтвердила її високу ефективність.

Сучасне уявлення про мінеральне живлення пшениці пов'язане з виникненням у 30-і роки теорії стадійного розвитку рослин, згідно з якою життєвий цикл пшениці поділяється на дванадцять етапів органогенезу. Найважливіші з них визначають кількість продуктивних стебел на одиниці площі, число колосків у колосі, фертильність (здатність до запліднення) квіток, масу зернівки та ін.

Умови живлення значно впливають на характер проходження етапів органогенезу і формування продуктивності рослин [7].

Водночас при звичайній агротехніці добрива застосовують залежно від фази вегетації (зокрема, азотні підживлення проводять у фазі кущіння й колосіння), які визначають за відомими зовнішніми ознаками (з'явлення бічних пагонів – кущіння, стеблових вузлів – вихід у трубку, колосу – колосіння тощо). Всі агрохімічні дослідження, у тому числі відбір ґрунтових і рослинних зразків, також приурочували до окремих фенофаз. Однак такий підхід не відповідає сучасним вимогам передової агрохімічної науки й практики, оскільки фази вегетації не розкривають внутрішніх змін, які стосуються закладання та формування найважливіших елементів продуктивності молодої рослини. Отже, результати агрохімічних досліджень і обґрунтована ними система застосування добрив по фазах росту й розвитку озимої пшениці не дають можливості ефективно (за допомогою добрив) керувати формуванням урожаю на ранніх етапах закладання окремих структурних елементів, що його складають. У цьому суть низької ефективності добрив і невисокої врожайності озимої пшениці, характерних для традиційної агротехніки.

Дослідження й застосування добрив за етапами органогенезу, що визначені за методом біологічного контролю, дають можливість ефективніше впливати на формування елементів продуктивності пшениці від моменту диференціації їх у конусі наростання. У зв'язку з цим необхідно знати, на якому етапі формується той чи інший орган і як впливають добрива на його формування.

В озимої пшениці встановлено дванадцять етапів органогенезу (за Куперман). Характеризуючи їх в найбільш загальних рисах, слід зазначити, що перші два етапи належать до періоду формування стебла, листків і коренів, наступні шість – до формування генеративних органів, а останнідо органогенезу зернівки пшениці [7].

З практичної точки зору найбільш значними є II, IV, VII і X етапи органогенезу, кожному з яких відповідають певні вимоги до мінерального живлення.

На ранніх етапах розвитку рослин (І і II), які визначають їх густоту й габітус, а також зимостійкість, першорядне значення належить фосфору, кальцію і калію, що стимулюють розвиток кореневої системи. Висока концентрація цих елементів у ґрунтовому розчині не призводить до депресійного впливу на ріст пшениці. На цій основі були розроблені такі важливі прийоми, як комплексне агрохімічне окультурення полів, внесення високих доз добрив «про запас» і припосівне внесення гранульованого суперфосфату.

Пригнічуюча дія підвищеної концентрації азоту в ґрунті на молоді рослини властива азотним добривам, тому їх не можна застосовувати у високих дозах до сівби. Проте нестача азоту на початку вегетації пшениці не дає очікуваного приросту врожаю від фосфору. Більше того, азотне голодування в цей час різко погіршує всі функції рослини, знижує насамперед кількість колосків у колосі. Отже, в осінній період вегетації озимої пшениці необхідне помірне азотне живлення, яке цілком може бути забезпечене запасами мінерального азоту в орному шарі ґрунту не менше 30 кг/га або допосівним внесенням невеликих доз азотних добрив по 30 – 40 кг діючої речовини на 1 га. Це запобігає переростанню озимих, непродуктивному витрачанню вологи, поживних речовин внесених добрив і на високому фосфорно-калійному фоні забезпечує добрий розвиток кореневої системи, а також стійкість рослин проти несприятливих умов зимівлі.

Із закінченням осінньої вегетації настає період зимового спокою. Важливою характеристикою його є метеорологічні умови, насамперед опади, за кількістю яких прогнозують ефективність і доцільність проведення ранньовесняного азотного підживлення [37].

Відновлення вегетації навесні супроводжується інтенсивними ростовими процесами, у зв'язку з чим в озимої пшениці виникає гостра потреба в азоті. Проте через низькі температури й підвищену вологість ґрунту, які пригнічують нітрифікацію, його вміст у кореневмісному шарі рано на весні, як правило, буває недостатнім. Інтенсивний ріст вегетативних органів і нестача азоту в цей час зумовлюють настання в озимої пшениці першого критичного періоду азотному живленні. На цій основі був розроблений широко запроваджений нині агроприйом – ранньовесняне азотне підживлення, доцільність проведення якого при інтенсивні технології вирощування озимої пшениці визначають за кількістю опадів за осінньо-зимовий період і станом посіву після зимівлі, а оптимальну дозу азотних добрив встановлюють за даними про запаси мінерального азоту в метровому або 40 – 60-сантиметровому шарах ґрунту.

Другий відповідальний момент в азотному живленні пшениці припадає на V–VI етапи органогенезу. Звичайно вони збігаються з фазою виходу в трубку, при наступному проходженні якої відбувається бурхливий розвиток листової поверхні та інтенсивний приріст біомаси рослин. Тому друге азотне підживлення, проведене в період V–VI етапів органогенезу, помітно впливає на врожайність озимої.

Причому його ефективність значно підвищується на фоні обробки посіву препаратами проти вилягання, яку при інтенсивній технології рекомендується проводити двічі – в кінці фази кущіння і під час з'явлення другого міжвузля соломини. Оптимальну дозу азотних добрив для другого підживлення встановлюють за рослинною діагностикою.

Третє азотне підживлення проводять у фазі колосіння (VIII етап органогенезу). Його значення полягає у підвищенні вмісту білка в зерні. Доцільність цього підживлення встановлюють з урахуванням вологості ґрунту і даних листової діагностики [7].

Отже, нове в живленні й удобренні озимої пшениці при інтенсивній технології полягає:

річні дози мінеральних добрив на запланований урожай визначають нормативним методом шляхом використання нормативів витрат основних елементів живлення на формування одиниці врожаю;

повну річну дозу фосфорних і калійних добрив вносять до сівби озимої пшениці – під оранку, поверхневий обробіток ґрунту або під допосівну культивацію;

строки внесення азотних добрив установлюють методом біологічного контролю і приурочують їх не до фенофаз, як це робили за традиційної агротехніки, а до найбільш важливих етапів органогенезу, що впливають на формування основних елементів продуктивності рослин від моменту їх закладання в конусі наростання;

доцільність проведення азотних підживлень, прогнозування їх ефективності й оптимізацію доз азоту обґрунтовують з урахуванням погодних умов, результатів комплексної (ґрунтової і рослинної) діагностики та стану посівів після зимівлі.

Система удобрення озимої пшениці при інтенсивній технології вирощування розрахована на одержання високобілкового зерна по 60 і більше центнерів з гектара.

Винос основних поживних речовин при цьому становить 440 – 510 кг/га, на поповнення якого необхідно вносити велику кількість добрив – близько 150 – 180 кг/га азоту і по 120 – 130 кг/га фосфору й калію. Значні витрати мінеральних добрив вимагають особливого ставлення до їх використання, яке забезпечувало б максимальний агрономічний і економічний ефект. Високої ефективності добрив при інтенсивній технології можна досягти при дотриманні таких вимог:

сорти озимої пшениці повинні бути інтенсивного типу і стійкі проти вилягання;

усі рекомендовані агротехнічні заходи слід проводити в оптимальні строки;

через те, що не всі господарства мають достатню кількість мінеральних добрив для вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією, необхідно прагнути розміщувати її посіви на полях, де досягнутий високий рівень вмісту поживних речовин у ґрунті, насамперед по фосфору, потреба в якому сільськогосподарських культур задовольняється не повністю;

хімічну меліорацію ґрунту доцільно проводити за 2 – 3 роки до розміщення на даному полі озимої пшениці – в рік максимальної дії меліоранта;

гній, а також фосфорні й калійні добрива слід використовувати до сівби, азотні – роздрібнено в, кілька строків з урахуванням результатів комплексної діагностики мінерального живлення;

у період весняно-літньої вегетації за умов внесення високих доз азотних добрив для запобігання розвитку деяких хвороб, бур'янів і шкідників рекомендується застосовувати ретарданти (препарати проти вилягання), інсектициди та гербіциди;

слід враховувати кількість опадів за осінньо-зимовий період, а також прогноз погоди на травень – червень для обґрунтування доцільності азотних підживлень і коригування доз азоту.

Відповідальним моментом у застосуванні добрив під озиму пшеницю, яку вирощують за інтенсивною технологією, встановлення оптимальних доз внесення поживних речовин для одержання запланованого врожаю [7].

Згідно з методичними вказівками ЦІНАО, спочатку визначають дози фосфорних і калійних добрив. При цьому можливі два варіанти:

1) дозу встановлюють для одержання запланованого врожаю на ґрунтах з оптимальними параметрами родючості; 2) дозу встановлюють для ґрунтів з агрохімічними показниками, нижчими за оптимальні значення.

Перший варіант. У цьому випадку дози фосфорних і калійних добрив розраховують за формулами:

(4.1)



(4.2)



де Уп – запланований урожай, ц/га; Нп, к – нормативи витрат добрив на 1 ц врожаю, кг діючої речовини; К – поправочний коефіцієнт на рівень вмісту фосфору в ґрунті (К = 0,7 при високому вмісті, К=0,5 при дуже високому вмісті).

Щоб розрахунки за вищенаведеними формулами підтверджувались фактично одержаним урожаєм, необхідно мати достовірну нормативну інформацію. Для конкретних ґрунтово-кліматичних умов витрати добрив на одиницю врожаю необхідно уточнювати на основі результатів польових дослідів.

Другий варіант. Вміст фосфору й калію необхідно довести до заданого рівня, який забезпечує одержання запланованого врожаю. Може найчастіше зустрічатися в агрохімічній практиці, зокрема при доведенні агрохімічних параметрів як до оптимальних значень, так і до рівня, що відповідає виділеним фондам мінеральних добрив [14].

Дози фосфорних і калійних добрив розраховують за формулою:

Д = (С1 – С2) \*n (4.3)

де Д – дози фосфорних або калійних добрив для доведення вмісту Р2О5 і К2О в ґрунті до заплановайого рівня, кг/га д. p.; С1 – запланований вміст Р2О5 і К2О в ґрунті, мг/100 г.; С2 – фактичний вміст Р2О5 і К2О в ґрунті, мг/100 г.; n – кількість добрив (кг/га д. p.), яка необхідна для підвищення вмісту фосфору й калію в 100 г. ґрунту на 1 мг Р2О5 або К2O**.**

На інший орний шар дозу відповідно зменшують чи збільшують. Так, якщо глибина орного шару становить 30 см, дозу підвищують у 1,5 рази.

При визначенні доз мінеральних добрив слід враховувати надходження поживних речовин з органічними добривами. Так, для підвищення вмісту рухомого фосфору в чорноземах опідзолених середньосуглинкових на 2 мг в 100 г. ґрунту потрібно внести (90 + 100\*2\*1,5) /2 = 285,0 кг/га Р2О5.

При дозі органічних добрив 30 т/га у ґрунт надійде 75 кг, фосфору. Отже, решту 210,0 кг необхідно внести у вигляді мінеральних добрив.

Дозу внесення мінеральних добрив для середніх умов ґрунтової родючості розраховують за формулою:

Д = Уп \* Н\*(р, к) \* Кп, (4.4)

де Уп – запланований урожай, ц/га; Н (р, к) – норматив витрачання добрив на одержання 1 ц врожаю, кгд. p.; Kn – поправочний коефіцієнт на агрохімічні властивості ґрунту (при середньому вмісті фосфору й калію Кп – 1,3; при підвищеному фосфору – 1,0 і калію – 0,7; при дуже високому – 0,5).

За формулою 4 можна розрахувати також і дозу азоту, але поправочний коефіцієнт на середній вміст цього елемента в ґрунті приймають за 1. Під час вивчення цього питання в ЦІНАО розроблена більш досконала методика визначення річної потреби озимої пшениці в азоті, яка враховує, крім рівня вмісту його в ґрунті, також величини запланованого врожаю, якість попередника озимої пшениці:

N = Уп\*Н1; (4.5)

N = ΔУn\*H2, (4.6)

де N – доза азотних добрив, кг/га д. p.; Уп – запланований урожай, ц/га; А Уп – приріст за рахунок азотних добрив, ц/га; Ні – норматив витрачання азотних добрив на 1 і урожаю залежно від попередників і ґрунтово-кліматичних умов, кг д. p.; H2 – те саме, але на одержання 1 ц приросту врожаю, кг д. р.

Розраховану таким чином річну дозу азотних добрив розподіляють за способами і строками внесення, дотримуючись загальної схеми, яку необхідно уточнювати відповідні до місцевих умов (табл. 4.1).

З наведеної схеми видно, що азотні добрива під озиму пшеницю вносять роздрібнено восени під допосівний обробіток ґрунту і під час прополеним весняно-літніх підживлень [14].

Таблиця 4.1. Загальна схема застосування азотних добрив під озиму пшеницю при інтенсивній технології вирощування

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Строк внесення азоту | Фаза росту й розвитку | Етап органогенезу | Доза азотних добрив |
| 1-й варіант – запаси Nmin, в орному шарі менше 30 кг/га, тому азотні добрива вносять до сівби | | | |
| До сівби |  |  | 20% загальної розрахункової дози |
| 1-ше весняне підживлення | Кущіння | III | 30% загальної розрахункової дози |
| 2-е підживлення | Вихід у трубку | V–VI | 50% загальної дози |
| 3-є (літнє) підживлення | Колосіння | VIII | 30–40 кг/га понад загальну розрахункову дозу |
| 2-й варіант – запаси Nmin, в орному шарі понад 30 кг/га і до сівби азотні добрива не вносять | | | |
| 1-е весняне підживлення | Кущіння | III | 1/3 загальної розрахункової дози |
| 2-е підживлення | Вихід у трубку | V–VI | 2/3 загальної розрахункової дози |
| 3-є літне підживлення | Колосіння | VIII | 30–40 кг/га понад загальну розрахункову дозу |

При вмісті в орному шарі понад 25 мг мінерального азоту на 1 кг ґрунту вносити азотні добрива перед сівбою озимої пшениці не слід. При менших запасах необхідно застосовувати під допосівну культивацію в зонах достатнього зволоження 20–30% а в районах недостатнього зволоження – до 50% загальної розрахункової дози азотних добрив.

Перше (регенеративне) азотне підживлення проводять на III етапі органогенезу за Куперман або під час проходження другої і третьої стадій розвитку за Фекесом. Дозу визначають за результатами ґрунтової діагностики з урахуванням стану посівів і погодних умов.

Друге підживлення, назване продуктивним, за оптимальним строком проведення збігається з V–VI етапами органогенезу за Куперман або з 6–7-ю стадіями розвитку за Фекесом. Дозу азоту визначають за даними рослинної діагностики.

Третє, або якісне азотне підживлення особливо необхідне для підвищення вмісту білка в зерні, насамперед у районах вирощування цінних і сильних пшениць. Проводять його на VIII етапі органогенезу за Куперман або на 11–12-й стадіях розвитку за Фекесом. Дозу азоту уточнюють за рослинною діагностикою і вносять у вигляді 15 – 20%-го розчину карбаміду в кількості 30 – 40 кг д. р. на гектар [14].

Установлені дози фосфорних і калійних добрив за нормативним методом використовують відповідно до «Практичного керівництва по освоєнню інтенсивної технології вирощування озимої пшениці». Враховуючи, що фосфорні добрива найбільш інтенсивно рослини вбирають в перші 30 – 35 днів, їх вносять під основний обробіток ґрунту або допосівну культивацію. З річної дози фосфорних добрив виділяють 20 кг Р2О5 для внесення в рядки. Калійні добрива в повній дозі вносять до сівби (під оранку чи перед культивацією). Проте як фосфорні, так і калійні добрива забезпечують максимальний ефект при внесенні їх стрічковим способом на глибину 10–12 см.

Ефективність мінеральних добрив характеризувалась значним приростом урожайності зерна озимої пшениці, максимальна кількість якої в зоні Полісся становило 9,8, Лісостепу – 9,4 і в Степу – 8,5 ц/га. У межах зростаючих доз, які вивчались, наявна тенденція до незначного підвищення приросту врожайності залежно від збільшення кількості внесених добрив, а окупність 1 кг поживних речовин додатковою продукцією перебувала в зворотній залежності.

На фоні інтенсивних технологій вирощування озимої пшениці ефективність мінеральних добрив підвищується на 10 – 15% за рахунок їх взаємодії з іншими засобами хімізації та роздрібненого внесення азоту, який з міркувань екологічної безпеки слід застосовувати, дотримуючись науково обґрунтованих регламентів.

Традиційна система застосування добрив під озиму пшеницю забезпечує одержання приросту врожаю 11 ц/га, або 22,5% порівняно з контролем, а додаткове внесення 30 кг/га азоту в фазі колосіння збільшило його ще на 4,5 ц/га.

Наведені дані свідчать про високу ефективність мінеральних добрив, які застосовували за традиційною схемою, що передбачає внесення азоту в три строки – до висіву, рано навесні та у фазі колосіння. Проте подальший незначний приріст урожаю, який досягнуто за рахунок підвищення доз мінеральних добрив і проведення азотного підживлення на початку виходу в трубку (варіанти 6–9), не виправдовує тих величезних витрат і негативних екологічних наслідків. Останні виникнуть в результаті потужного хімічного тиску на агроценоз, зумовленого надінтенсивною хімізацією посівів.

Надто низький ефект нової системи використання агрохімічних засобів при інтенсивній технології вирощування озимої пшениці можна пояснити недостатньою обґрунтованістю нормативних показників для розрахунку доз добрив на запланований урожай, недосконалістю методики розрахунку та відсутністю діагностичного контролю за станом мінерального живлення рослин під час вегетації.

Не виключаються, звичайно, й інші можливі причини. Але в будь-якому випадку становище можна виправити шляхом оптимізації доз і строків проведення азотних підживлень методом комплексної діагностики.

# 5. Аналіз ефективності внесення добрив під озиму пшеницю

## 5.1 Методика проведення дослідження

Розміщення району в межах двох ґрунтово-кліматичних зон (Полісся і Лісостепу) обумовило значну строкатість ґрунтового покриву. Загалом експлікація ґрунтів сільськогосподарських угідь району включає 8 агровиробничих груп. Дерново-підзолисті ґрунти займають 39%, сірі лісові та темно-сірі (16%), алювіальні дернові та лучні (19%), ясно-сірі і сірі лісові, темно-сірі опідолені – 19%, болотні ґрунти – 7% наведені в таблиці 5.1.

Незважаючи на значні генетичні відмінності між різними групами ґрунтів, для всіх їх характерний понижений щодо їх типових ознак рівень природної родючості. Це пов`язано з їх легким гранулометричним складом, малогумусністю, підвищеною кислотністю, значною оглеєністю, засоленістю тощо. Як наслідок, вони мають нестійку структуру, низьку ємність вбирання, невисоку буферність, малу насиченість ґрунтовими колоїдами. Це призводить до погіршення водного, повітряного та поживного режиму ґрунтів.

Наведемо дані відносно гранулометричного складу для ґрунтів, які найбільш часто зустрічаються на території Новгород-Сіверського району.

Таблиця 5.1. Гранулометричний склад найбільш поширених ґрунтів Новгород-Сіверського району Чернігівської області

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип ґрунту | Глибина, см | Вміст різних за розміром (в мм) ґрунтових частинок | | | | | |
| пісок | | пил | | мул | |
| › 0,15 | 0,25 – 0,05 | 0,05 – 0,01 | 0,01 – 0,005 | 0,005–0,001 | Менше 0,001 |
| Дерново-підзолистий | 0–10  50–60  190–200 | 66,8  43,8  62,5 | 27,4  53,7  34,6 | 1,3  1,6  0,6 | 1,2  0,3  0,2 | 1,3  0,4  0,1 | 2,0  0,2  2,0 |
| Світло-сірі | 0–6  10–15  30–40  60–70 | 0,27  0,76  0,66  0,54 | 1,22  1,65  3,73  5,12 | 45,84  54,32  49,68  41,60 | 9,04  11,68  7,60  7,60 | 9,76  10,04  9,88  8,68 | 33,76  21,24  28,32  35,88 |
| Темно-сірі | 10–15  25–30  45–50 | 21,45  21,49  22,18 | 11,09  8,83  9,02 | 38,16  42,16  40,16 | 4,80  1,24  1,76 | 5,36  7,08  5,56 | 19,04  19,20  21,36 |

## 5.2 Характеристика основних типів ґрунтів

Дерново-підзолисті ґрунти

Дерново-слабопідзолисті піщані глинисто-піщані ґрунти мають невелику глибину гумусового горизонту, який часто дорівнює глибині орного шару – 15–25 (30) см. В цих ґрунтах майже нема цільних прошарків, які могли б затримувати вологу і поживні речовини близько до кореневої системи рослин, профіль їх пухкий – він обумовлює незадовільний водний режим, високу аерацію.

Вміст гумусу в дерново-слабопідзолистих піщаних і глинисто-піщаних ґрунтах у верхньому шарі (0–2,0 см) незначний і становить в середньому 0,85 з незначними відхиленнями в той і інший бік. Вбирна здатність цих ґрунтів невисока, вони ненасичені основами. Реакція ґрунтового розчину кисла: рН сольової витяжки 4,0–3,9, гідролітична кислотність 1,7–2,5 міліеквівалента на І00 г. ґрунту, сума ввібраних основ 1,5–5,0 м-еквівалентів, ступінь насиченості основами невисокий – 15–60%. За ступенем забезпеченості поживними речовинами належать до слабозабезпечених.

Негативним явищем у цих ґрунтах є ґрунтові посухи, які можуть виникати при затримці у випаданні опадів у період вегетації рослин, внаслідок чого відбувається пригнічення чи, навіть, загибель значного проценту рослин.

Дерново-слабопідзолисті піщані і глинисто-піщані ґрунти належать до одних з найменш родючих в межах України. На цих ґрунтах необхідно застосовувати додаткові заходи щодо підвищення їх родючості: більш часте внесення добрив невеликими нормами, вапнування – не більше як дві тонни вапна на гектар, сівба люпинів і в тому числі на зелене добриво. З органічних добрив на цих ґрунтах потрібно надавати перевагу торфогнойовим компостам, які повільніше розкладаються, завдяки чому позитивна дія їх більш тривала.

Використовувати масиви з цими ґрунтами доцільно під такі культури як озиме жито, картопля» овес, люпин на силос, зерно і як сидеральну культуру. Іноді, коли в них більше щільних прошарків в ілювіальному шарі, що здатні затримувати воду; глинисто-піщані відміни цих ґрунтів можна використовувати і для вирощування льону, а іноді і озимої пшениці. Це саме стосується і відмін цих ґрунтів, які на невеликій глибині від поверхні (до 1 метра) підстилаються щільними породами, або відкладами більш важкого механічного складу (морена, прісноводні суглинки тощо).

На цих ґрунтах недоцільно вирощувати багаторічні плодові насадження за винятком коли в них є підстилання суглинковими чи супіщаними відкладами,

З метою попередження дефляції-вітрової ерозії ґрунтів не слід довгий час залишати масиви цих ґрунтів без рослинного покриву, без посівів.

Наведемо коротку характеристику профілю дерново-підзолистого ґрунту.

НЕ (А1) – 18 – 20 см, сірий, слабо структурний, в ньому найбільше гумусу.

Е (А2) – (елювіальний) – 20 – 38 см, білуватий з великою кількістю крем`янки. Це горизонт, в якому найбільш виражений підзолистий процес. Він дуже вимитий і збіднений на поживні речовини. Залежно від ступеня опідзолення товщина його 2 – 20 см, безструктурний; в деяких випадках він набуває ясно вираженої листовидної структури.

І (В) – 38 – 100 см (ілювіальний), горизонт скупчення колоїдних гідратів окису заліза, алюмінію, частково двоокису кремнію, перегнійних речовин та інших сполук. Всі ці речовини надають горизонту бурого кольору з іржавими плямами заліза та ортштейну. Горизонт настільки ущільнений, що навіть не пропускає води. Така водонепроникність ґрунту може бути однією з причин його заболочування.

Р (С) – материнська порода може бути різна: морени, водно льодовикові стародавні алювіальні відклади, пісок тощо. Якщо в ґрунтоутворюючій породі є багато води, то в ній відбуваються процеси відновлення та оглеєння.

Ясно-сірі ґрунти

Ясно-сірі та сірі опідзолені ґрунти утворилися під змішаними і широколистими лісами. Від дерново-підзолистих ґрунтів відрізняються темно-бурим забарвленням ілювіальних горизонтів завдяки високому вмісту тут гумусу. Характерним для цих ґрунтів є менш чітко виражений перехід між горизонтами.

Ясно-сірі опідзолені ґрунти відрізняються від сірих меншою глибиною гумусового горизонту, який становить 14–15 *см,* та більш чітко вираженими елювіальним і ілювіальним горизонтами.

Гумусово-елювіальний горизонт сірих опідзолених ґрунтів має глибину 30 – 32 *см.* Нижче нього залягає безгумусний горизонт червонувато-бурого кольору, який містить велику кількість присипки SіО2 і має тонкоплитчату структуру. Глибше він переходить у червоно-бурий ілювіальний горизонт,

Ясно-сірі та сірі опідзолені ґрунти належать до ґрунтів з невисокою природною родючістю. Верхні шари цих ґрунтів дуже бідні на органічні і мінеральні колоїди, мають розпилену структуру, запливають від дощів з утворенням корки.

Для поліпшення фізичних властивостей цих ґрунтів, збагачення їх на поживні речовини і зменшення кислотності необхідно вносити органічні добрива у вигляді торфокомпостів та перегною.

Характеристика будови профілю ясно-сірих ґрунтів.

HE(A1) – 0 – 20. Світло-сірий, гумусний, дуже слабогумусований, сильно елювіальний, безструктурний, ущільнений, сильно збагачений крем'янкою. Перехід до наступного горизонту помітний.

Е(А2) – 20 – 25. Білястий (підзолистий), елювіальний, має дуже мало гумусу, структура горіхувата, слабо виражена, велика кількість крем'янки, розміщеної на агрегатах, легко розсипається. Перехід різкий.

І1(В1) – 25 – 54. Бурий (здебільшого червоно-бурий), безгумусний, сильно ілювійований з натіками, різко горіхоподібний, структура стійка гостроребриста, у верхній частині горизонту на агрегатах значна кількість крем'янки, щільний. Перехід до наступного горизонту помітний.

І2(В2) – 54 – 122. Червоно-бурий з натіками, безгумусний, ілювіальний, Структура призматична, виражена, стійка, горизонт щільний, зцементований, на агрегатах багато крем'янки. Перехід помітний.

Рк 122 – 150. Материнська порода–лес, палевого кольору. Скипає від НСІ на глибині 122 см.

Темно-сірі ґрунти

Темно-сірі опідзолені ґрунти і тим більш чорноземи опідзолені за морфологічними ознаками різко відрізняються від дерново-підзолистих ґрунтів як глибиною генетичних горизонтів, так і характером переходу горизонтів.

Темно-сірі опідзолені ґрунти поєднують у собі ознаки чорноземів і дерново-підзолистих ґрунтів. Ознаки чорноземів проявляються в добре розвиненому гумусовому горизонті (Не), що має глибину 30 – 32 *см,* у глибокому забарвленні профілю гумусом (Не+Ні становить 45 – 55 *см*)і в наявності кротовин у підорному шарі. Підзолистість виявлена наявністю у верхній частині ґрунтового профілю рясної борошнистої крем'янкової присипки та ілювіального горизонту. Темно-сірі опідзолені ґрунти на відміну від чорноземів опідзолених мають більш глибокий ілювіальний і дещо менший гумусовий горизонти.

Темно-сірі опідзолені ґрунти і чорноземи опідзолені більш забезпечені поживними речовинами, ніж ясно-сірі і сірі опідзолені ґрунти. За характером поживного режиму іони подібні до ґрунтів чорноземного типу ґрунтоутворення. Проте під дією процесу опідзолювання, що супроводиться руйнуванням вбирного комплексу, верхні їх шари збіднені на колоїди, мають кислу реакцію та знижену суму ввібраних основ.

Характеристика темно-сірих опідзолених ґрунтів.

Не (А1) 0 – 28. Гумусний, елювіальний, значно елювійований; пиловидно-грудкуватий. В сухому стані брилуватий в орному горизонті і збагачений на борошнисту крем'янку в підорному. Перехід до наступного горизонту виразний.

Н1(А2) – 28 – 38. Гумусно-ілювіальний, темнувато-бурий, гумусований, сильно ілювійований, структура горіхоподібна, чітко виражена, горизонт помітно ущільнений. Перехід помітний.

І (В2) – 38 – 85. Ілювіальний, червонувато-бурий, сильно ілювійований, виразний, призматичний, щільний з натіками півтораокислів. Перехід помітний.

IP (В) – 85 – 100. Ілювійована порода, палево-бурий, безгумусний, призматично-стовпчастий, ущільнений, різкою лінією відокремлюється від материнської породи.

Рк(С) – 100 – 150. Материнська порода–лес звичайний. Палевий, карбонатний, карбонати помітні у формі прожилок.

Скипає від НС1 на глибині 105 см*.*

В таблиці 5.3. подаємо механічний оклад опідзолених ґрунтів

З даних таблиці видно, що в сірих опідзолених ґрунтах легкого, середнього і важкого механічного складу є солі (переважно карбонати кальцію), дуже мало піску, а найбільше піщаних часток діаметрам від 0,01 до 0,05 *мм* та фракція мулу (часток менших 0,001 *мм),* в якій сконцентрована колоїдна частина ґрунту, зокрема гумус та різні поживні речовини.

Агрономічні властивості ґрунтів залежать насамперед від їх походження (генезису), умов залягання, ґрунтоутворюючих порід, механічного складу, окультурення, структури посівних площ, системи обробітку та внесення добрив.

Таблиця 5.3. Механічний склад опідзоленнх ґрунтів по горизонтах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ґрунт | Глибина взяття зразків, *см* | Процент часток за розміром, *мм* | | | | | | |
| солі | пісок | | | пил | | мул |
| 1–0,25 | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0.001 | менше 0.01 |
| Світло-сірий опідзолений пилувато-важкосуглинковий | 0 – 6  10–15  30 – 40  60 – 70 | 0,11  0,31  0,13  0,58 | 0,27 0,76 0,66 0,54 | 1,22 1,65 3,73 5,12 | 45.84 54,32 49,68 41,60 | 9,04 11,68 7,60 7,60 | 9.76 10,04 9,88 8,68 | 33.76 21,24 28,32 35,88 |
| Сірий опідзолений грубопилувато-середньосуглинковий | 10–15  20–25  45 – 50  95–100 | 0,20 0,26 0,02 0,23 | 0,45 0,38 0,11 0,09 | 10,71 9,44 6,59 6,48 | 49,60 51,36 51,28 51,12 | 9,76 9,04 7,84 7,68 | 7,52 7,6 7,76 7,84 | 21,76 21,92 26,40 25,56 |
| Темно-сірий опідзолений пилувато-легкосуглинковий | 10–15  25–30  45–50 | 0,10  0  0 | 21,45 21,49 22,18 | 11,09 8,83 9,02 | 38.16 42,16 40,16 | 4,80 1,24 1,76 | 5,36 7,08 5,56 | 19,04 19,20 21,36 |

Кількість водостійких структурних агрегатів у цих ґрунтах не перевищує 12 – 20%. В ґрунтах суглинкового механічного окладу вона доходить до 30%.

Структура ґрунтів здебільшого брилиста, щільність їх змінюється в межах об'ємної ваги – близько 1,38 – 1,52 *г*.*/см3.* Повітроємкість у зв'язку з цим не вища 5,6 – 8,9%. Фізична стиглість ґрунту настає при вологості 15 – 18% і залежить від механічного складу.

З агрономічної точки зору більш сприятливі агрофізичні властивості в порівнянні з світло-сірими і сірими є в темно-сірих опідзолених ґрунтах, а також опідзолених чорноземах. Ці ґрунти структурніші (водостійких агрегатів 25 – 30%), об'ємна вага їх 1,30 – 1,40 *г*.*/см3.* Фізична стиглість ґрунту настає при вологості 20 – 30%. На реградованих темно-сірих опідзолених ґрунтах і чорноземах опідзолених агровиробничі показники ще більше виражені порівняно до таких же ґрунтів, але без реградації. Наприклад, кількість водостійких структурних агрегатів досягає в цих ґрунтах 60% (а в середньому за механічним складом – 4,5 – 52%). Питома вага становить 1,20 – 1,30 *г*.*/см3,* а фізична стиглість настає при вологості 27 – 33%. Згадані ґрунти також багатші і на поживні речовини. Всі ці ознаки зумовлюють у реградованих ґрунтах високу родючість і значне підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Але найбільша потенціальна можливість щодо родючості ґрунтів є в глибоких малогумусних iвилугуваних чорноземах. Їх агровиробничі показники характеризуються найбільшою кількістю гумусу – 3,5 – 6% і більше, кількість водостійких агрегатів здебільшого на окультурених ґрунтах досягає 55 – 60%, а об'ємна вага 1,15 – 1,25 г./см3.

Болотні ґрунти

Будова профілю болотних ґрунтів і їх хімічні та фізичні властивості. Болотні ґрунти будовою профілю значно. відрізняються від інших типів ґрунту.

Поїдаємо морфологічний опис профілю торфово-болотного ґрунту середньої товщини.

0 – 6 *см* – слаборозкладений торф, густо пронизаний відмерлим корінням болотних рослин.

6 – 25 *cм* – середньорозкладений торф бурувато-чорного (кольору, ущільнений. У масі торфу помітне напіврозкладене коріння осок, хвоща, очерету й інших рослин.

26 – 68 *см –* ущільнений торфовий шар, бурувато-чорний, багато напіврозкладених рослинних решток.

68 – 285 *см* – добре розкладений очеретяно-осоковий торф коричнево-чорного кольору. Його маса густо пронизана напіврозкладеними рештками осок, хвоща і зрідка берези, вільхи, сосни. Товщина торфового горизонту 285 *см;* нижче його – глейовий супіщаний горизонт.

Таблиця 5.4. Хімічний склад і фізичні властивості торфу (за У.С. Лупіновичем та Т.Ф. Голубом)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | Типи і види торфовищ | | | | |
| заплавні | вільшаникові | трав'яні | перехідні | верхові |
| Ступінь розкладення, % | 30 – 60 | 40 – 60 | 25 – 40 | 20 – 45 | 5 – 50 |
| Зольність, % | 8 – 60 | 15 – 25 | 7 – 20 | 5 – 10 | 2 – 5 |
| Азот загальний, % | 2,8 – 3,8 | 3,0 – 3,7 | 2,0 – 4,0 | 1,7 – 4,2 | 1,0 – 2,0 |
| Р2О5, % | 0,2 – 0,7 | 0,15 – 0,4 | 0,15–0,45 | 0,15 – 0,35 | 0,1 – 0,25 |
| К2О, %. | 0,1 – 0,3 | 0,1 – 0,2 | 0,02 – 0,3 | 0,05 – 0,2 | 0,04 – 0,8 |
| СаО, % | 3,5 – 4,0 | 4,0 – 4,5 | 2,0 – 3,9 | 0,6 – 2,3 | 0,30 – 0,48 |
| рН водної витяжки | - | 5,9–6,2 | 5,5 – 6,0 | 3,5 – 5,8 | 3,2 – 4,2 |
| Об'ємна вага | 0,17 – 0,26 | 0,14 – 0,23 | 0,11 – 0,16 | 0,11 – 0,16 | 0,04 – 0,08 |
| Вологоємкість, % | 360 – 420 | 460 – 550 | 640 – 870 | 550–950 | 600 – 1200 |

Торфово-болотний ґрунт. Хімічний склад і фізичні властивості торфу різних типів і видів боліт досить відмінні. З даних таблиці 5.4 видно велику різницю у вмісті зольних речовин (особливо кальцію і азоту). Дуже різняться види і типи торфу між, собою за вологоємкістю та (реакцією водної витяжки (рН). Особливо різко відрізняється за цими показниками торф низинний від верхового.

Ця зона характеризується різними видами заболочених і болотних ґрунтів. До групи болотних ґрунтів, за даними Н.Б. Вернандер, належить (більше двадцяти різних видів. Залежно від глибини торфового горизонту ці ґрунти поділяють на болотні, які не мають торфового горизонту, торф'янисто-болотні, торфово-болотні і торфовища.

Останні залежно від характеру; водного режиму і живлення поділяють на верхові сфагнові, перехідні гіпново-торф'янисті, осокові і низинні осоково-трав'янисті та вільхові болотні.

З найбільш поширених видів болотних ґрунтів у цій зоні є ґрунти, які мають гумусний або торфово-гумусний горизонт від 15 – 20 до 40 – 50 *см,* а нижче – оглеєний горизонт з вохристими плямами і конкреціями. В цьому горизонті часто зустрічається вівіаніт.

При анаеробних умовах (у болотних ґрунтах) відбувається відновний процес окисних сполук заліза і перехід в закисні форми, в результаті чого змінюється забарвлення ґрунту і породи. З'являються сизувато-зеленуваті плями, а при значних анаеробних процесах весь горизонт набуває сизувато-зеленуватого кольору.

Цей процес називається оглеєнням, а горизонт глейовим. На оглеєному профілі часто можна спостерігати вохристо-іржаві і сизі плями. Це говорить про те, що в такому ґрунті проходило чергування процесів окислення і відновлення.

Зустрічаються такі основні види болотних ґрунтів: болотні содово-солончакові (реакція лужна, скипають від НС1); торф'янисто-болотні, торфово-болотні, содово-солончакуваті (з сильнорозкладеним торфом і бікарбонатом натрію, реакція лужна); торфово-болотні залізисті; торфовища верхові (глибина торфу від 50 до 150 *см);* торфовища перехідні (сильнокислі, глибина торфу до 150 *см);* торфовища низинні глибокі (торфу понад 150 *см);* торфовища низинні содово-солончакові та ін.

Крім згаданих ґрунтів, також поширені лучно-болотні ґрунти з горизонтом (Н), в якому є багато нерозкладених рослинних решток. Це можуть бути ґрунти карбонатні, содово-солончакові, лучно-болотні солончакові, хлоридно-сульфатні.

## 5.2 Аналіз врожайності озимої пшениці в залежності від внесення мінеральних добрив

Для аналізу були використані відділу статистики Управління сільського господарства Новгород-Сіверського району.

Зроблена вибірка врожайності культури озимої пшениці та кількості внесених добрив за період з 1975 по 2005 роки з інтервалом у 5 років.

Таблиця 5.5. Залежність врожайності озимої пшениця від внесення мінеральних добрив за 1975–2005 роки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Роки | Врожайність, ц/га | Внесення різних добрив | | | |
| Мінеральні | Калійні | Фосфорні | Азотні |
| Озима пшениця | 1975 | 31,9 | 125 | 53,0 | 22 | 50 |
| 1980 | 27,7 | 113 | 46,6 | 20 | 47 |
| 1985 | 26,9 | 135 | 58,4 | 27 | 53 |
| 1990 | 34,2 | 164 | 70,6 | 35 | 59 |
| 1995 | 27,5 | 74 | 26,6 | 14 | 32 |
| 2000 | 18,18 | 12 | 1,0 | 2 | 9 |
| 2005 | 28,2 | 27 | 2,0 | 2 | 23 |

Побудуємо графік залежності врожайності від внесення мінеральних добрив.

Врожайність озимої, ц/га



1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 роки

Рис. 5.1. Залежність врожайності озимої пшениці від внесення мінеральних добрив

Отже, можемо зробити висновок, що кількість внесення мінеральних добрив не завжди позитивно впливає на врожайність озимої пшениці, причиною цьому можуть бути погодні умови.

# Висновки

Значну роль мінеральні добрива відіграють для забезпечення мінерального живлення рослин та покращення структури ґрунту. Важливою характеристикою добрив є вміст у них поживного елемента. Чим більший вміст елемента, тим добриво краще, в ньому міститься менше баласту. Добрива з малим вмістом баласту економічно вигідніші: їх дешевше перевозити (в розрахунку на одиницю елементів живлення), дешевше і легше вносити в ґрунт.

Останніми десятиріччями помітно зросли рівень застосування мінеральних добрив і ступінь інтенсифікації сільського господарства, що значно впливає на кругообіг азотовмісних та фосфоровмісних сполук у природі. Внаслідок цього різко загострилась проблема забруднення води, продуктів харчування, кормів.

Щоб запобігти забрудненню, в ряді випадків забороняється використання одного з мінеральних добрив для певного виду ґрунту, наприклад використання азотних добрив на сильнокислих ґрунтах (рН = 4); на території першого поясу зони санітарної охорони джерел централізованого водопостачання; на мерзлий або вкритий снігом ґрунт. Для дотримання еколого-токсикологічної безпеки застосування гранично допустимих (максимальних) доз добрив необхідно створити такі умови: збалансованість мінерального живлення рослин; роздрібнене внесення елементу; високий рівень агротехніки, який забезпечує одержання запланованого врожаю; застосування інтегральної системи захисту рослин від хвороб та шкідників.

Порівняно із звичайною агротехнікою система застосування добрив при інтенсивній технології має характерні особливості, зумовлені насамперед ідеєю розподілу всього життєвого циклу озимої пшениці на дванадцять етапів органогенезу і виділенням з них головних, при проходженні яких закладаються й формуються основні елементи продуктивності, що визначають величину майбутнього врожаю.

Використання мінеральних добрив в системах сучасного землеробства створює якісні умови для одержання високих врожаїв озимої пшениці.

# Список використаної літератури

1. Агрохімія. / За ред. М.М. Городнього. – К.: ТОВ Алеора, 2003.
2. Алексеев А.М., Гусев Н.А. Влияние корневого питания на водный режим. – М., 1957. – 220 с.
3. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. – М.: Колос, 1984. – 208 с.
4. Бугай С.М. Растенееводство. – К.: Вища школа, 1975. – 375 с.
5. Бука А.Я. Влияние осенней и весенней подкормки на урожай и качество зерна озимой пшеницы в юго-восточной части левобережной Лесостепи УССР // Агрохимия. – 1970. – №3. – С. 21–27.
6. Власюк П.А., Козлов Н.В. Особенности питания озимой пшеницы азотом мочевины // Тр. ВАСХНИЛ. – 1968. – №7. – С. 2–5.
7. Власюк П.А., Зражевский М.Н., Козлов Н.В. Влияние удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы // Тр. УСХА. – К., 1974.–Вып. 13.–С. 3–12.
8. Вахмистров Д.Б. Питание растений. – М.: Знание, 1979. – 64 с.
9. Верещак М.В. Минеральное питание в интенсивных технологиях // Химизация сел. хоз-ва. – 1989. – №6. – С. 72 – 75.
10. Воробьев С.А. и др. Земледелие. – М.: Колос, 1977.
11. Гордієнко В.П.та ін. Землеробство. – К.: Вища школа, 1991. – 268 с.
12. Годулян I. С, Жемела Г.П., Іваненко В.П. Якість зерна сортів озимої пшениці залежно від попередників та обробітку ґрунту в Степу України. // Вісн. с.-г. науки. – 1970. – №3. – С. 33 – 37.
13. Дегодюк Є. Г., Мамонтов В.Т., Гамалей В. І. Екологічні основи використання добрив. – К.: Урожай, 1988. – 232 с.
14. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур. – К.: Урожай, 1987. – 208 с.
15. Дуда Г.Г., Жемела Г.П. Значение соотношения основных элементов питания растений в повышении урожая и качества зерна озимой пшеницы // Агрохимия. – 1970. – №8. – С. 23 – 28.
16. Кореньков Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений // Химизация сел. хоз-ва. – 1989. – №8. – С. 2 – 6.
17. Кореньков Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 221 с.
18. Крищенко В.П. Интенсивная технология возделывания озимой и яровой пшеницы. – М.: Высш. шк., 1986. – 80 с.
19. Круть В. М., Жемела Г.П., Выблов Б.Р. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы. // Зерн. и маслич. культуры. – 1971. – №10. – С. 17 – 19.
20. Лапко П.Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшейицы на фоне противоэрозионной обработки почвы в условиях Северной степи УССР: Автореф. дис. канд. с.-х. наук – К., 1983. – 20 с.
21. Лісовал А.П. Система використання добрив. – К.: Вид-во АПК, 2002.
22. Ломницкий Я.Е., Готин А.Ю. Урожай и качество зерна озимой пшеницы при интенсивной технологии. // Химизация сел. хоз-ва. – 1990. – №5. – С. 40 – 44.
23. Мусиенко Н.Н., Терневский А.И. Корневое питание растений: Учебное пособие. – К.: Высшая школа, 1989. – 203 с.
24. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. – К.: Либідь, 2005. – 808 с.
25. Муха Д.В. Интенсивные технологии возделывания зерновых и технических культур. – К.: Выща шк., 1988. – 327 с.
26. Оголенко Н.А., Козлов Н.В. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. – К., 1986. – 50 с.
27. Павленко М.К. Загальне землеробство. – К.: Вища школа, 1977.
28. Петербургский А.В. Удобрение и урожайность зерновых в мире // Химизация сел. хоз-ва. – 1988. – №11. – С. 77 – 78.