МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НАСИЧЕНОСТІ ОРГАНІЧНИМИ ДОБРИВАМИ СІВОЗМІНИ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав – студент ІІ курсу, групи 22 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ГРИГОРЕНКО Владислав Юрійович

Керівник СТАСІНЄВИЧ Олександр,
к. с.-г. н., доцент,

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП..... 4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....
1.1 Залежність продуктивності сільськогосподарських культур від рівня родючості ґрунту ……. 6
1.2 Роль органічних добрив у підвищенні родючості ґрунтів……...….. 11
1.3 Вплив органічних добрив на урожайність сільськогосподарських культур …….. 15
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 19
2.1 Характеристика добрив, що застосовуються в досліді..... 19
2.2 Характеристика сорту ячменю ярого Квенч …… 20
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.. 21
3.1 Характеристика ґрунту в досліді..... 21
3.2 Кліматичні та погодні умови..... 22
3.3 Схема досліду та розміщення варіантів..... 25
3.4 Методика проведення досліджень ……..... 26
РОЗДІЛ 4. ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ПІД ВПЛИВОМ ДОБРИВ .. 28
4.1 Вміст гумусу в ґрунті за тривалого застосування органічних добрив у сівозміні 28
4.2 Вміст азоту в ґрунті за тривалого удобрення у сівозміні ……. 30
4.3 Запаси рухомого фосфору в ґрунті..... 33
4.4 Вміст рухомих сполук калію в ґрунті 34
4.5 Кислотність ґрунту в сівозмінах за різного насичення органічними добривами (обмінна та гідролітична)…….. 36
4.6. Сума ввібраних основ і ступінь насиченості ґрунту основами 39
4.7 Урожайність ячменю в залежності від насиченості добривами в сівозміні……..… 41
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ …… 43

РОЗДІЛ 6. МОДЕЛЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ, УМОВ І СИТУАЦІЙ ПРИ ВНЕСЕННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ, ТА ЗАХОДИ ПО ЇХ ЗНИЖЕННЮ 45
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ……..... 49
ВИСНОВКИ..... 54
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... 55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 56
ДОДАТКИ..... 64

ВСТУП

Неоціненне значення ґрунту полягає в тому, що він є основним засобом виробництва і об'єктом праці в сільському господарстві. На відміну від інших засобів виробництва (верстатів, машин, споруд) земля, при грамотному, раціональному і дбайливому використанні не зношується, не зменшує свою продуктивність, а навпаки, може ставати більш продуктивною, більш родючою.

Ґрунт – тонка жива природна плівка, яка покриває поверхню суші Землі товщиною 0,3-1,5 м. Народногосподарське значення ґрунту, як основного засобу сільськогосподарського виробництва, визначається його найважливішою властивістю – родючістю.

Потужним засобом підвищення родючості ґрунту є застосування органічних добрив. Проте в останнє десятиріччя їх застосування різко скоротилося.

Якщо до 1990 року, наприклад на поля Черкаської області вносилося до 10 т/га ріллі органічних добрив, то нині в області насиченість органічними добривами становить 1,7 т/га. Це призводить до зниження родючості грунтів, тобто їх деградації. Як відомо, раціональне екологічно безпечне застосування органічних добрив зменшує антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище, підвищує продуктивність сівозміни з відтворенням органічної речовини грунтів. Проте, нині в Україні не створено теоретично і технологічно обґрунтованих підходів для виробництва і застосування органічних добрив, не достатньо досліджено їхній вплив за тривалого застосування на продуктивність сівозмін, якість продукції та родючість ґрунту. Актуальність зазначених питань, їх теоретична важливість і практична значущість, особливо в умовах дефіциту сировинних та енергетичних ресурсів, обумовили вибір теми дипломної роботи.

Щоб мати уяву і прогнозувати як швидко змінюватимуться агрохімічні показники родючості ґрунту без застосування добрив та за умов тривалого

застосування їх різної кількості, важливо користуватися даними тривалих стаціонарних дослідів.

У системі удобрення сільськогосподарських культур в Україні провідне місце належить органічним добривам. Це повні добрива, оскільки складаються з елементів, що вже брали участь у створенні врожаю.

Гній є повним добривом, оскільки містить усі поживні речовини. Він найкраще сприяє нагромадженню запасів гумусу, який є основою родючості ґрунтів. Так, 1 т внесеного гною, забезпечує нагромадження такої кількості гумусу в ґрунті, кг/га: на Поліссі – 42, в Лісостепу – 54, в Степу – 59.

На кислих ґрунтах гній поряд з поліпшенням живлення рослин також зменшує їх кислотність. Угноєні ґрунти краще засвоюють вологу атмосферних опадів і більш повно віддають її рослинам.

Внесення гною поліпшує обробіток ґрунту і знижує негативну дію несвоєчасної його оранки.

Метою наших досліджень було визначення зміни агрохімічних показників родючості ґрунту, зокрема таких як вміст гумусу, кислотність ґрунту, сума ввібраних основ та ступінь насиченості основами, вмісту поживних речовин, а також продуктивності зернобурякової сівозміни в зв’язку з тривалим застосуванням органічної системи удобрення з різним насиченням гною в сівозміні.

Основним завданням досліджень було встановлення та обґрунтування оптимальних норм гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу і отримання високих та стабільних врожаїв сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Залежність продуктивності сільськогосподарських культур від рівня родючості ґрунту

Виконання агропромисловим комплексом програми, яка пов'язана з відтворенням родючості ґрунту, особлива роль відводиться органічній частині – складному комплексу негуміфікованих рослинних і тваринних решток та специфічної природи органічних речовин, так званих гумусових, або перегнійних, що утворюються в процесі гуміфікації. Вона є найважливішим джерелом елементів живлення для рослин [1].

Народногосподарське значення ґрунту, як основного засобу сільськогосподарського виробництва, визначається його найважливішою властивістю – родючістю.

Родючість – це сукупність властивостей ґрунту, що забезпечують урожай сільськогосподарських культур. Іншими словами – це здатність ґрунтів задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, забезпечувати їх кореневі системи достатньою кількістю повітря, тепла і сприятливим фізико-хімічним середовищем для нормального росту і розвитку, а при сільськогосподарському використанні – також процесу окультурення [2].

Найважливішими параметрами, від яких залежить рівень родючості, є конкретні показники ґрунтових режимів: температурний, водно-повітряний, поживний, фізико-хімічний, біохімічний, сольовий і окисно-відновний.

Параметри режимів в свою чергу, визначаються кліматичними умовами, агрофізичними властивостями ґрунтів, їх механічним і хімічним складом, потенціальним запасом елементів живлення, а також вмістом їх рухомих форм, вмістом, складом і запасом гумусу, інтенсивністю мікробіологічних процесів, реакцією і іншими фізико-хімічними властивостями [3].

Родючість ґрунту – це енергетичний потенціал землеробства, що надає йому стійкості, сили і високої продуктивності. У народі цю властивість ґрунту

образно називають „силою землі”. Родючість залежить не тільки від властивостей самого ґрунту, а й від культури, що вирощується на ньому. Один і той же ґрунт може бути високородючим для однієї культури і менш родючим для іншої, оскільки різні культурні рослини неоднаково відносяться до факторів родючості. Наприклад, чорнозем містить багато поживних речовин, структурність його добра. При правильному догляді за ґрунтом і рослинами на ньому одержують високі врожаї пшениці, цукрових буряків, кукурудзи, соняшнику й інших культур. Тобто, для цих культур чорнозем є високородючим ґрунтом і вони тут лише іноді страждають від нестачі вологи і зовсім рідко – від нестачі елементів живлення [4].

Родючість ґрунту в значній мірі залежить від якісного складу органічної частини, яка, як відомо, є найбільш важливою складовою частиною ґрунту.

Оцінюючи значення гумусу в створенні ґрунту і його родючості, слід відзначити, що він є не лише одним із головних джерел азотного і мінерального живлення рослин, забезпечення їх найважливішими біологічно-активними речовинами, він відіграє важливу роль у регулюванні фізико-механічних і водно-фізичних властивостей, у створенні оптимальних для рослин водного, повітряного і теплового режимів, в опосередкуванні впливу сонячного світла на біологічну активність і родючість верхнього шару ґрунту [5].

Г.Я. Чесняк, О.О. Дерев’янко [6] встановили, що найбільш високі врожаї сільськогосподарських культур можна одержати при оптимальних параметрах гумусу: на дерново-підзолистих середніх і легкосуглинкових ґрунтах – 2,0–2,5%; чорноземах типових важкосуглинкових – 5,5-6,0%; чорноземах типових середньосуглинкових і чорноземах звичайних середньо суглинкових – 4,0-5,0%.

Кисла реакція ґрунтового середовища також негативно впливає на ріст і розвиток рослин, пригнічуючи умови азотного живлення. Особливо сильно на кислотність ґрунту реагують пшениці, у зерні яких зменшуються процеси синтезу білків [7].

Як відомо, родючі ґрунти повинні мати достатній запас необхідних

рослині поживних речовин. Водний, повітряний і поживний режими ґрунту складаються оптимально для створення високого урожаю лише на структурному ґрунті з достатньою кількістю активного свіжого гумусу. Високородючий грунт також повинен мати багату активну і корисну мікрофлору [8].

Чорноземи відрізняються високим вмістом поживних речовин і міцною структурою. Вони забезпечують високі врожаї пшениці, цукрових буряків, кукурудзи і інших культур.

Червоноземи і дерново-підзолисті ґрунти значно бідніші на поживні речовини. Проте чайні кущі краще ростуть на червоноземах, а льон має більш якісне волокно при вирощуванні його на дерново-підзолистих ґрунтах [9].

Розрізняють природну, штучну і ефективну родючість ґрунту. Природна родючість обумовлена природними ґрунтоутворювальними процесами без антропогенного впливу. У чистому вигляді воно виявляється на цілинних землях і характеризується продуктивністю рослин, що ростуть на них [10].

Штучна родючість обумовлена антропогенним впливом на ґрунт (обробка, внесення органічних і мінеральних добрив, хімічні і водні меліорації, культуртехнічні роботи і т.д.). У чистому вигляді штучна родючість ґрунтів виникає при створенні субстратів для оброблення сільськогосподарських культур у захищеному ґрунті [11].

Ефективна родючість є сукупність природної і штучної родючості, створеної під дією людини на ґрунт при вирощуванні сільськогосподарських культур. Тому використання орних земель, повинно бути спрямоване на те, щоб разом із зростанням урожайності в господарствах систематично підвищувалась родючість ґрунтів [12].

З розвитком науки і техніки, зростанням виробничих сил підвищується й ефективна родючість ґрунту. Проте можливості її збільшення ще не вичерпані. Врожаї сільськогосподарських культур, які вирощують нині, значно нижчі можливих. За даними вчених [13], вихід сухої органічної речовини за вегетаційний період становить 8 – 12 т/га, а потенціальні можливості – 40 – 50 т/га, що в 4 -5 разів більше.

Добрива значною мірою впливають також на властивості ґрунту. Вони збагачують його поживними речовинами, змінюють реакцію ґрунтового розчину, інтенсивність і характер мікробіологічних процесів та інші властивості, від яких залежить родючість ґрунту. Отже, щоб найефективніше застосовувати добрива, треба знати властивості ґрунтів і поліпшувати їх, тобто підвищувати родючість [14].

Карасюком І.М. [15] встановлено, що застосування гною за органічної та органо-мінеральної систем удобрення позитивно впливало на гранулометричний склад чорнозему опідзоленого: зростала кількість найбільш цінних структурних агрегатів і їх водостійкість, що позначалося на поліпшенні водних властивостей ґрунту, сприяло збільшенню вмісту мулистих фракцій, які є основними постачальниками гумусу та рухомих форм поживних речовин для рослин. Вміст гумусу за органічної та органо-мінеральної систем за цей же час підвищився на фоні всіх доз добрив відповідно на 0,21-0,54% та на 0,42-0,65%.)

Ріст урожайності сільськогосподарських культур стримується не лише дефіцитом поживних речовин, а й іншими агрохімічними властивостями. Дефіцит азоту і калію веде до того, що формування врожаїв сільськогосподарських культур відбувається за рахунок мобілізації цих елементів із запасів ґрунту, внаслідок чого його родючість зменшується. Щоб запобігти цьому, слід забезпечити позитивний баланс не тільки фосфору, а також азоту і калію [16].

Різні ґрунти мають неоднакову ємність вбирання. Ґрунти з більш високою ємністю вбирання відзначаються порівняно незначною здатністю до вимивання поживних речовин, внесених з добривами. Ґрунти, що містять 75 – 80% кальцію, 10 – 12 магнію, 6 - 8 водню і алюмінію, 5 – 9 калію і амонію, а в лісостеповій зоні і натрію, завжди мають достатні запаси поживних речовин, близьку до нейтральної реакцію, відзначаються високою ефективною родючістю [17].

За даними М.В. Недвиги [18] різні типи ґрунтів мають різну кислотність, так у сірих лісових pH сольове рівне 5,0, у чорноземів опідзолених 5,7,

чорноземів реградованих – 7,0, чорноземів типових – 6,01.

Якщо кислотність ґрунту підвищена, пригнічується ріст і розвиток кореневої системи рослин, знижується проникність і водоутримуюча здатність протоплазми клітин коренів, зменшується кількість кореневих волосків, що негативно впливає на живлення рослин, в результаті чого знижується врожайність сільськогосподарських культур [19].

Як вважає О.М. Геркіял [20], можливості будь–яких ґрунтів, у тому числі і чорноземів, обмежені. Проте дослідженнями встановлено, що за інших однакових умов на ґрунтах з низьким вмістом поживних речовин у роки з екстремальними погодними умовами врожайність сільськогосподарських культур знижується на 40-50%, а на ґрунтах з підвищеним і високим вмістом – лише на 20-25%. Отже, родючість ґрунту – це основа одержання високих і стабільних врожаїв.

М.В. Недвига [21], вважає, що для успішного розв’язання проблем сучасного землекористування потрібний комплексний підхід з урахуванням економічних, енергетичних, матеріально-технічних і екологічних умов виробництва для кожного окремого господарства.

У польових досвідах [22] установили, що внесення високих доз органічних добрив дозволяє в короткий термін усунути негативні наслідки, що виникли при проведенні меліоративних робіт і підвищити родючість ґрунтів.

Проведення комплексних лісомеліоративних заходів (осушення заболочених потенційно родючих торфових ґрунтів, зрошення земель, вапнування, гіпсування), застосування органічних і мінеральних добрив, впровадження високоврожайних сортів сприяє кращому використанню потенціальних можливостей ґрунтів і забезпечує підвищення їхньої ефективної (дійсної) родючості [23].

Отже для забезпечення високої продуктивності сільськогосподарських культур їх необхідно вирощувати на ґрунтах з високою природною, штучною та ефективною родючістю. Найбільш оптимальні умови живлення для рослин складаються при високій гумусованості ґрунту, нейтральній реакції і достатній забезпеченості елементами живлення та вологою.

1.2 . Роль органічних добрив у підвищенні родючості ґрунтів.

Найбільш швидкодіючим фактором, який змінює продуктивність сівозміни і родючість ґрунту із агротехнічних прийомів є добрива. Дія органічних добрив на вміст гумусу чіткіше проявляється на слабогуміфікованих ґрунтах, на високогуміфікованих чорноземах вплив органічних добрив на родючість ґрунту виражається менш чітко [24].

Важливе джерело поповнення гумусу в ґрунті – посіви багаторічних трав, кожний гектар яких дає органічної маси рівної 30 – 40 т. гною [25].

Застосування органічних добрив в інтенсивному землеробстві повинно бути спрямоване на підвищення родючості ґрунту, на регулювання вмісту гумусу – основи стійкого землеробства. В результаті періодичного (1 раз в 4 – 5 років) обороту орного шару і концентрації органічних добрив формується глибокий окультурений кореневмісний шар, стримуються процеси диференціації його по родючості, створюються умови для застосування під послідуючі культури сівозміни менш енергостійких ґрунтозахисних, мінімальних обробітків ґрунту [26].

За даними Л.А. Барштейна, В.Н. Якименка, І.С. Шкаредного [27], на чорноземах потужних мало гумусних середньо суглинкових центральної частини Лісостепу України при виключенні добрив в другій ротації 10 – пільних сівозмін продовжувалось зниження родючості ґрунту і продуктивності сільськогосподарських культур, особливо цукрових буряків. Виключення із оптимальної дози добрив гною призводить до зниження продуктивності культур. Органічні добрива не зменшують вплив сівозмінних факторів.

За даними вчених [28], заробка високих доз органічних добрив двохярусним плугом ПЯ-3-35 на глибину 22-27 см. позитивно впливала на агрохімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту: підвищувався вміст гумусової речовини в порівнянні із звичайною оранкою і дисковим обробітком; знижувалась щільність ґрунту; підвищувались загальна пористість і вологозабезпеченість; вміст рухомого фосфору, обмінного калію і нітратного азоту; реакція ґрунтового розчину і ступінь насиченості основами

ГВК ґрунту. Цієї думки також притримується інші науковці [29].

Чим багатший елементами живлення корм тварин, тим більше поживних речовин містить гній. Поряд із збагаченням ґрунту елементами живлення внесення гною покращує його структуру: легкі піщані ґрунти під впливом гною стають більш зв'язними, а важкі глинисті – більш пухкими. Внесення гною підвищує здатність ґрунту утримувати вологу і збільшує його теплоємність [30].

Тараріко Ю.О. [31] встановлено, що застосування гною в сівозміні сприяло значному підвищенню загальної біологічної активності ґрунту. Під картоплею її рівень, визначений за Ликовим: був в 2,8 разів вищий, ніж на контролі. У наступному році під ячменем цей показник був у 2,2 разів вищий, ніж у варіанті без добрив.

Підвищенню родючості ґрунтів сприяє заорювання зеленої маси рослин, особливо бобових. Велику кількість органічної речовини залишають у ґрунті багаторічні трави. Заорювання в ґрунт рослинної маси спеціально висіяних для цього рослин – сидератів, сприяє підтриманню бездефіцитного балансу гумусу. Ефект від заорювання в ґрунт 150 – 200ц. зеленої маси пожнивної бобової культури рівноцінний внесенню 20 т/га гною [32].

Важливим джерелом органічної речовини для покращення балансу гумусу є солома, так як валовий вміст органічної речовини в ній не набагато менший, ніж в гною, органічна речовина соломи зменшує негативний вплив надлишку вапна, гербіцидів і є джерелом ресурсів вуглекислого газу, який споживають рослини [33].

За даними Г.М. Господаренка, Л.В. Чорної [34], головною умовою водостійкості агрегатів є гумус і його здатність в процесі взаємодії з гуматами глинистих мінералів та півтораоксидами переходити в нерозчинний стан. Тому внесення гною, який сприяє гумусоутворенню (1 т гною дає 42-59 кг гумусу) позитивно впливає на водостійкість агрегатів. Одержані ними дані узгоджуються з результатами досліджень В.В. Медвєдєва [35], Т.Н. Лактіонової [36] та інших авторів.

В багатофакторному стаціонарному досліді на чорноземі вилугуваному,

за даними вчених [37], в польових бурякових сівозмінах для регулювання режиму органічної речовини необхідно вносити більше 10 т/га гною.

Результати досліджень О.М. Матвієць [38] показують, що при застосуванні органічної системи удобрення в сівозміні (10 т гною на 1 га сівозмінної площі) продуктивність ріллі зростає в 1,2— 1,6 раза, при окупності 1 т гною — 1—2 ц к. од. Особливо висока ефективність гною спостерігається на посівах кукурудзи на зерно і силос, картоплі та сої.

При застосуванні органічної системи удобрення вміст гумусу в ґрунті зріс завдяки гуміфікації органічних решток порівняно з контролем без добрив, за одинарної норми поживних речовин на 2,8 т/га, за подвійної – на 5,1 т/га, і потрійної – на 7,3 т/га. Різниця між кількістю мінералізованого гумусу і синтезованого завдяки кореневим і поверхневим решткам свідчить, що без внесення органічних добрив його вміст у ґрунті стабілізувати неможливо [39].

Відомо, що органічні речовини дерново-підзолистого ґрунту відрізняються високою рухомістю. Найвищий запас загального гумусу в орному шарі ґрунту (0—20 см) спостерігається при внесенні гною — 31—37 т/га та соломи — 29,0—29,6 т/га, а найнижчий — на варіантах із сидеральною та мінеральною системами удобрення [40].

На піщаних ґрунтах швидкість розкладання органічних добрив при однаковому рівні інших факторів вища, ніж на суглинкових і глинистих [41].

Результати одержані науковцями [42] свідчать, що після проходження трьох ротацій сівозміни баланс поживних речовин складався нерівномірно і значною мірою залежав від рівня надходження його з мінеральними та органічними добривами і виносу з урожаями.

Кравець І. С.[43] установила що, застосування добрив у польовій сівозміні дозволяє зберегти вміст валового азоту в чорноземі опідзоленому на більш високому рівні порівняно з ділянками без удобрення та при використанні його під беззмінним чорним паром і посівами кукурудзи.

Зміна вмісту гумусу і азоту при тривалому застосуванні добрив іде паралельно, тому агрономічно важливим показником, який характеризує ефективну родючість ґрунту, є вміст легкогідролізованих сполук азоту. Він

підвищується при використанні органічних добрив [44].

Геркіял О.М. [45] встановив, що внесення в ґрунт різних видів добрив підвищувало рухомість важкодоступних форм фосфатів і створювало передумови покращання фосфорного живлення рослин. Так**,** у варіантах з внесенням органічного добрива вміст рухомих фосфатів перед сівбою цукрових буряків був більший, ніж на контролі на 2-11; на 1-12 — в період змикання листя в міжряддях і на 2-8 мг/кг ґрунту — перед збиранням урожаю.

У результаті тривалого виносу елементів живлення з врожаєм культур на контрольному варіанті, а також при внесенні мінеральних добрив і гною збільшилися обмінна і гідролітична кислотність, зменшилися сума увібраних основ і ступінь насиченості ними ґрунту [46].

Черно О. Д. [47] було встановлено, що вміст водорозчинного калію в ґрунті істотно змінюється залежно від норм добрив, проте на його зміну майже не впливає система удобрення. На ділянках, де добрив не вносили протягом 3О років, вміст водорозчинного калію в орному шарі становив 14 мг/кг фунту. В порівнянні з перелогом вміст цієї форми тут знизився майже в 1,4 рази і навіть одинарні норми добрив не сприяли істотному збільшенню водорозчинного калію.

Вміст потенційного й актуального запасу цинку в ґрунті, під впливом тривалого систематичного внесення гною, збільшився. При внесенні гною для цих елементів складався позитивний господарський баланс [48].

Тривале внесення гною припиняло зростання кислотності ґрунту, хоч і тут вона порівняно з перелогом дещо збільшувалась, але здебільшого, залежно від культури та норми внесення добрив, була найсприятливішою, що позитивно позначалось на зміні ефективної родючості ґрунту [49].

В умовах інтенсивного сільськогосподарського використання підвищився ступінь забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором і обмінним калієм. Збільшилася площа ґрунтів з нейтральною, близькою до нейтральної і сильно кислою реакцією [50].

З внесення 1т доброякісного підстилкового гною ґрунт одержує не менше 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору, близько 6 кг калію, а з сухих речовин, в ґрунт

поступає, цих елементів живлення відповідно, 4,2; 2,2; 5,5кг. В результаті біологічного розкладу кожна тонна гною нагромаджує в ґрунті 50 – 60 кг гумусу [51].

На основі опрацьованої літератури можна зробити висновок, що органічні добрива позитивно впливають на родючість ґрунту, зокрема, його органічну частину – гумус, наявність якого і його якість є показником як родючості, так і окультуреності ґрунтів.

Крім вмісту гумусу при застосуванні органічних добрив можуть змінюватись і інші агрохімічні та агрофізичні показники, причому в кращу сторону.

1.3. Вплив органічних добрив на урожайність сільськогосподарських культур

Вміст і якісний склад органічної речовини ґрунту є важливим показником його родючості. Вивчення форм азотних сполук ґрунту необхідне для з'ясування їх хімічної природи, біохімії процесу утворення, швидкості мобілізації азоту, органічних речовин мікроорганізмами і перетворення його в легкозасвоювані рослинами форми [52].

Підвищення врожаю і покращення його якості залежить від впливу добрив на процеси, що проходять в ґрунті і рослинах. Звідси систему удобрення необхідно будувати таким чином, щоб не тільки підвищувати позитивну дію на урожайність сільськогосподарських культур, але і забезпечити розширене відтворення родючості ґрунтів [53].

Дія гною багатогранна. Він є джерелом азоту і елементів зольного живлення, збагачує ґрунт перегноєм, бактеріями, підвищує концентрацію вуглекислоти в ґрунтовому і надґрунтовому повітрі [54].

При правильному використанні гній значно впливає на урожай сільськогосподарських культур по всіх природних зонах і на всіх типах ґрунтів. Дія гною на першу культуру залежить від грунтово-кліматичних умов: в північних і північно-західних районах в достатньо зволоженій зоні дерново-

підзолистих ґрунтів він дає найвищий ефект; по мірі просування від північних і північно-західних районів на південь і південний-схід в посушливу зону дія гною поступово слабне [55].

В дослідах з цукровими буряками додаткова кількість вуглекислоти, яка утворюється при розкладанні гною, підвищила урожай коренеплодів на 24%, а збір цукру – на 25%. При потужному розвитку рослин і густому стеблестої вуглекислота, яка утворюється при розкладанні гною, майже повністю засвоюється рослинами [56].

Характерно також, що на чорноземах і окультурених ґрунтах, не дивлячись на деяку перевагу мінеральних добрив в порівнянні з гноєм в перші роки застосування, в подальшому вона не спостерігається [57].

Сільськогосподарські культури по різному реагують на дію гною. Найбільші прибавки урожаю він забезпечує у просапних культур. Із зернових найбільш відгукаються на удобрення гноєм озиме жито і пшениця, ячмінь і яра пшениця [58].

В Україні в прямій дії добрив, за даними С.А. Логачьова [59], в богарних умовах найбільш високу окупність 1т гною прибавкою урожаю отримують на Поліссі – 0,69 ц, в лісостепу – 0,44 ц, степу – 0,26 ц, в середньому по країні – 0,46 ц зернових одиниць. При зрошенні в південному степу окупність гною збільшилась в 2 рази в порівнянні з богарним землеробством в цій зоні і становила 0,52 ц зернових одиниць.

За узагальненими даними вчених [60], приріст урожаю від гною по відношенню до сумарної за сівозміну, становить у цукрових буряків 68%, картоплі – 49, озимого жита 40, у пшениці - 19%.

Встановлено, що найбільш позитивно реагують на внесення підстилкового гною коренеплоди, кукурудза на силос, овочі і картопля, проте кожна зона країни в зв’язку з різними грунтово-кліматичними умовами має свої особливості у використанні органічних добрив [61].

За даними науковців [62], найвище зростання продуктивності сівозміни спостерігалося за всіх систем удобрення (органічна, мінеральна, органо-мінеральна) при потрійному рівні удобрення, а окупність приростами 1 кг NPK

була вищою при органічній системі. При насиченні гектара сівозмінної площі 9т гною продуктивність зростала на 11,7, а при подвоєнні норми гною – на 25,3ц к.о.. Високу окупність добрив забезпечило внесення на 1 га ріллі 13,5т гною (10,8 к.о.), а найвищою вона була при насиченні ріллі гноєм в межах від 9 до 13,5т, де окупність 1 кг д.р. досягала 13,2 к.о..

За даними вчених [63], дія гною на цукристість буряків проявляється по різному. Встановлено, що на ґрунтах, які в минулому не отримували ніяких добрив, гній підвищує урожай і підвищується цукристість.

На чорноземах реградованих правобережного Лісостепу України, при внесенні гною 25т/га урожай в середньому за 8 років виріс із 160ц/га до 299ц/га, а вміст цукру збільшився з 18,2 до 18,7%.

Гній підвищує урожай зерна пшениці у всіх зонах країни, проте не завжди виявляє позитивний вплив на його якість. Дія органічних добрив посилюється при сумісному застосуванні їх з мінеральними добривами, так як при цьому другі забезпечують добрий розвиток і ріст вегетативної маси, а перші, які ті що повільно розкладаються потрібним живленням рослини в період наливу зерна [64].

Приріст врожаю зерна ячменю за рахунок післядії добрив досягає 17-74%. У міру збільшення доз від 5 до 10 т/га ріллі роль гною зростає. Частка його участі у формуванні врожаю зерна ячменю становить у 1-й ротації 14%, 2-й - 22% у 3-й - 32%. У результаті систематичної накладки добрив у сівозміні їхня післядія визначає підвищення вмісту білка і позитивні зміни його фракційного складу в зерні ячменю [65].

За даними вчених [66] на дослідних полях кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС, де органічні добрива вносились безпосередньо під цукрові буряки в ланці з багаторічними травами і кукурудзою на зелений корм та під кукурудзу на зелений корм, при подвійних і потрійних нормах добрив, що застосовувалися, відбувалося деяке зниження вмісту цукру в коренеплодах за виключенням варіантів з органічною системою удобрення в ланці з багаторічними травами.

Горох позитивно реагував на безпосереднє внесення невисоких норм

мінеральних добрив, що застосовуються в сівозміні, а також на післядію органічних добрив [67].

Результати досліджень [68] показали, що в середньому за 2 роки застосування мінеральних і органічних добрив позитивно впливало на врожайність сої.

Збільшення виробництва органічних добрив і раціональне їх використання є одним з основних заходів підвищення врожайності сільськогосподарських культур і розширеного відтворення родючості ґрунтів.

Найефективніше використання органічних добрив при внесенні під просапні культури, а інші культури сівозміни будуть використовувати їх післядію. При розкладанні органічних добрив, зокрема гною, відбувається виділення CO_2, що є важливим при отриманні високих врожаїв.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика добрив, що застосовуються в досліді

Органічна система удобрення передбачає застосування органічних добрив, зокрема напівпідстилкового гною.

Гній є повним добривом, оскільки містить усі поживні речовини. З гноєм у ґрунт повертається 50% органічних речовин, 90 азоту, 80 фосфору , 96-98 кальцію, а також мікроелементи, що входили до складу кормів. Гній найкраще сприяє нагромадженню запасів гумусу: 1 т внесеного гною забезпечує нагромадження такої кількості гумусу в ґрунті, кг/га: на Поліссі – 42, в Лісостепу – 54, в Степу – 59.

Під впливом гною поліпшуються умови азотного живлення рослин і одночасно підвищується коефіцієнт використання азотних добрив, на кислих ґрунтах гній поряд з поліпшенням живлення рослин також зменшує їх кислотність. Угноєні ґрунти краще засвоюють вологу атмосферних опадів і більш повно віддають її рослинам.

Від внесення 50 т/га підстилкового гною у ґрунт надходить 250 кг азоту, 125 фосфору, 300 калію, 185 кальцію, 50 кг магнію, 160 г бору, 120 марганцю, 95 міді, 18 молібдену, 10 г кобальту та інші елементи. Оскільки гній надмірної концентрації поживних речовин у ґрунті не створює, то вони уже в перший рік ефективно використовуються рослинами для підвищення врожайності та поліпшення якості сільськогосподарських культур.

Окупність гною залежить від зони застосування 1 т гною, внесеного в сівозмінах Полісся, забезпечує приріст врожаю 1,2 ц/га, в Лісостепу – 0,8, в Степу - 0,6 ц/га зернових одиниць.

Із внесеного в ґрунт гною в перший рік рослини використовують 20-30% азоту, 30–40 фосфору, 60–70% калію загального їх вмісту. Використання азоту, фосфору і калію іншою культурою на другий рік відповідно становить 15–20, 10–15, 10–15, на третій рік – 10–15, 15–10, 0–10%.

2.2. Характеристика сорту ярого ячменю Квенч

Сорт ярого ячменю пройшов державне сортовипробування і занесений до Реєстру сортів рослин України з 2017 року і рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся для цілей пивоваріння.

Сорт створений методом добору.

Апробаційні ознаки. Різновидність сорту – нутанс. Екотип лісостеповий. Колос дворядний, солом'яно-жовтий, середньої довжини, не щільний (12,7 члеників на 4 см.). Солома коротка, еластична та міцна. Колоскові луски короткі, вузькі. Остюки сильно зазублені, довгі, притиснуті, солом'яно-жовті. Квіткові луски зморшкуваті, зі слабо вираженими нервами, слабкою загубленістю першої пари нервів, з наступним переходом в остюк. Зерно еліптичне, плівчасте, жовте. Маса 1000 зерен – 46 грам.

Біологічні особливості. Сорт середньостиглий (90 днів), низькорослий (61-66 см.), дуже стійкий до вилягання (9 балів). Посухостійкий (6 балів), стійкий до ураження основними хворобами. Має високу кущистість. Придатний для вирощування за інтенсивними технологіями.

Урожай та якість. Сорт у конкурсному випробуванні перевершив урожайність зерна стандарту на 14% (7,6 ц/га) при середній – 63,2 ц/га і максимальній 77,4 ц/га.

Сорт має хороші пивоварні якості зерна: екстрактивність зерна 79%, вміст крохмалю 58%, білка – близько 11%.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика ґрунту в досліді

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесі, що характеризується такими гранулометричними показниками, наведеними в таблиці 1.

Таблиця 1

Гранулометричний склад чорнозему опідзоленого дослідного поля

Індекс горизонту	Глибина відбору проб, см	Солі, %	Розміри частинок (мм) і їх вміст (%)					
			1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менше 0,001
Не	10-15	–	1,01	1,60	46,18	8,24	12,39	30,58
Не	30-35	0.03	0,32	3,26	45,60	7,10	12,27	31,42
Нрі	55-60	0.03	1,00	3,16	46,27	7,18	10,23	32,12
Phik	95-100	1.30	0,23	2, 57	45,40	7,25	12,10	31,14
Рк	145-150	4.32	1,06	2,10	42,40	8,73	10,80	30,52

Наявність в орному шарі 48,8% фізичного піску (частинки > 0,01 мм) і 51,2% фізичної глини (частинки < 0,01 мм) свідчить про те , що чорнозем дослідної ділянки за гранулометричним складом відноситься до важкосуглинкового, характерною особливістю якого є глибоке залягання карбонатів (100–150 см). Весь профіль горизонтів помірно щільний. Орний шар ґрунту під дослідом відзначається значним порушенням структури [69].

На час закладання досліду (1964 рік) чорнозем опідзолений дослідної ділянки характеризувався такими показниками: загальна ємність вбирання – 31,5 ммоль на 100 г ґрунту, сума увібраних основ – 28,8, гідролітична кислотність – 2,5 ммоль на 100 г ґрунту; pH – 6,2, ступінь насиченості основами – 92%. В орному шарі містилося гумусу (за Тюріним) – 3,31%, легкогідролізованого азоту (за Тюріним і Кононовою) – 4,8 мг/100 г, фосфору

і калію (за Чиріковим) – відповідно 13,1 і 10 мг/100 г

Виходячи з лімітів забезпечення ґрунту поживними речовинами, чорнозем опідзолений дослідної ділянки слабо забезпечений рухомими формами азоту і середньо фосфором і калієм (Агрономічний зошит).

Тому з метою створення найбільш сприятливих умов для росту і розвитку рослин та забезпечення їх високої продуктивності необхідно постійно дбати про поновлення вмісту поживних речовин, тобто створювати бездефіцитний баланс, шляхом оптимізації норм добрив і зокрема, поєднанням органічної системи удобрення з мінеральними.

3.2 Кліматичні та погодні умови

Погодні умови в роки досліджень різнилися від середньобагаторічних показників і тому не в однаковій мірі були сприятливими для росту і розвитку рослин польової сівозміни, що в подальшому вплинуло на величину врожаю всіх культур. В 2023–2024 сільськогосподарському році випало 603,8 мм опадів, що трішки переважає за середньобагаторічну норму, проте розподіл їх впродовж року був не рівномірний. Весна 2024 видалася дуже ранньою, затяжною, найбільш теплою за весь період спостережень та з достатньою кількістю опадів. При цьому, березень та квітень видалися не тільки дуже теплими, а й з кількістю опадів в 1,5-3 рази більше норми. Травень відзначився тривалим періодом холодної із заморозками погоди та був практично сухим. Останні весняні заморозки в повітрі відмічалися 20 квітня, на поверхні грунту - 14 травня, на висоті 2 см від поверхні грунту - 17 травня. Максимальна температура повітря не перевищувала 28-29° і відмічалася в кінці травня.

Незважаючи на підвищений температурний фон у березні – квітні (середньомісячна температура повітря перевищувала норму на 2-3°), завдяки частим дощам та оптимальним вологозапасам ґрунту, у рослин активно розвивалася коренева система, вони продовжували кущитися. Період весняного кущіння тривав до середини квітня – 50-60 днів, при середніх

багаторічних значеннях 46 днів.

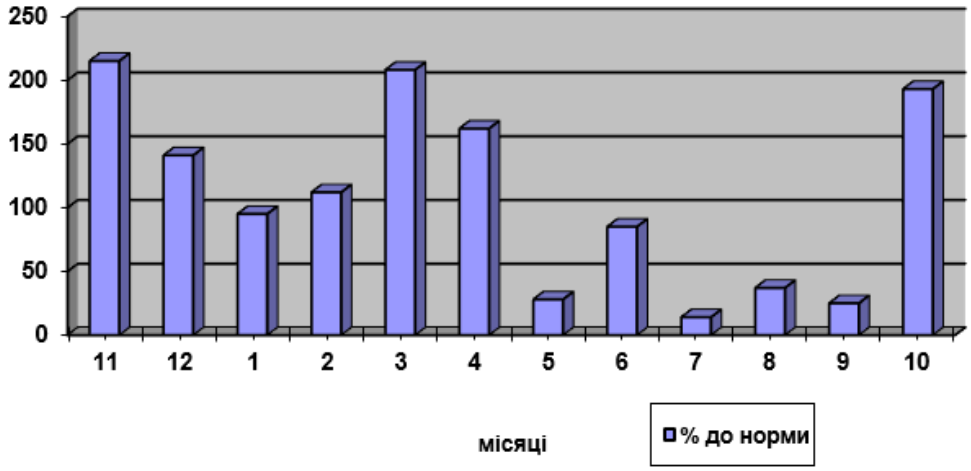


Рис. 1. Кількість опадів (% до норми) по місяцях за період листопад 2023- жовтень 2024 рр, за даними метеостанції м. Умань

На 30 квітня зволоження грунту утримувалося оптимальне: в орному шарі запаси продуктивної вологи грунту становили 31-40 мм і більше, в метровому 160-190 мм і більше, що значно більше середніх багаторічних значень.

В цьому році, завдяки дуже ранньому початку весняних процесів та теплій погоді, створилися умови для ранньої сівби всіх сільгоспкультур. Однак, ситуація з весняною посівною кампанією була досить напруженою. Попри швидке прогрівання грунту, його підсиханню заважала нестабільність погоди з періодами дощів, на окремих площах у березні й формування снігового покриву висотою до 13 см та підмерзання грунту. Так, за період дощової погоди у другій половині березня та квітня – а це практично 4 тижні, опадів скрізь випало багато, майже як за весняний сезон -117-163 мм.

За такої погоди, сівба ранньої ярини розпочалася з початку 3 декади березня, що на 2,5 тижні раніше середніх багаторічних строків і затягнулася до кінця квітня, що пізніше крайніх допустимих строків сівби.

У період сівби середня температура грунту на глибині 10 см знаходилася в значних межах і при оптимальних значеннях для сівби 4-5°, коливалася від 5-8° на початку періоду, до 15-17° в кінці. Запаси продуктивної вологи в

орному шарі грунту становили 30-40 мм і більше. Перезволоження верхнього шару грунту відмічалося упродовж 2-4 декад – найбільше за останні роки спостережень.

На кінець травня у ярого ячменю відмічалася фаза формування нижнього вузла соломини, а значить розпочався період найбільшої потреби у волозі - інтенсивний ріст стебла і формування колосу. Подекуди на ранніх посівах розпочалося колосіння. На фазу нижній вузол соломини налічувалося 660-1190 стебел/м^2. Тобто на 1 рослині відмічалося 2–3 стебла.

Погодні умови червня були цілком сприятливими для формування колосу та зерна, наливу та достигання зерна ранніх зернових культур. Завдяки підвищеній теплозабезпеченості, фазовий розвиток продовжувався швидкими темпами із випередженням середніх багаторічних строків на 1-3 тижні. При цьому, незважаючи на високі температури повітря –30-33°, що відмічалися упродовж 2-9 діб, залишалася досить висока відносна вологість повітря. Це значить, що не створювалися умови для виникнення суховіїв, які зумовлюють високе випаровування та пригнічують рослини. Періодичні дощі, хоч і не завжди ефективні, поповнювали вологозапаси грунту та підтримували їх на рівні достатніх значень. На кінець червня вологозапаси метрового шару нижче 60 мм не опускалися. Тобто вважалися оптимальними для кінця вегетації.

За таких агрометеорологічних умов, з початку червня у ярого ячменю відмічалося колосіння, з середини місяця відмічалася молочна, а в кінці - воскова стиглість зерна. Густота посівів на фазу колосіння становила від 660 до 1190 стебел/м^2, які практично всі були з колосом. В одному колосі налічувалося 23-26 розвинених та 1-2 недорозвинених колоски. На фазу молочна стиглість стан посівів відчутно не змінився. Довжина колосу становила 9 см. Тобто колос сформувався крупний. На 2 тижні раніше звичайного, розпочали збирання ранніх зернових культур, яке тривало до кінця місяця. Цьому сприяла спекотна та суха погода.

3.3 Схема досліду та розміщення варіантів

Вивчення впливу різної насиченості органічними добривами у сівозміні на агрохімічні показники ґрунту проводились у стаціонарному досліді кафедри агрохімії і грунтознавства Уманського НУС за схемою, яка включає чотири варіанти: І варіант – без добрив (контроль); ІІ варіант – насиченість 9 т/га гною; ІІІ варіант – 13,5 т/га гною; ІV варіант 18 т/га гною. Схема досліду за органічної системи удобрення наведена в таблиці 2.

Площа посівної ділянки становить 180 м^2, облікова площа – 100 м^2, повторність досліду триразова, розміщення варіантів послідовне. У досліді застосовували напівперепрілий підстилковий солом'яний гній великої рогатої худоби. Гній в носили вручну під основний обробіток ґрунту під буряки цукрові і кукурудзу на силос.

Таблиця 2

Схема досліду варіантів з органічною системою удобрення в сівозміні

Чергування культур у сівозміні	Варіанти			
	I	II	III	IV
Багаторічні трави	Без добрив	–	–	–
Озима пшениця	Без добрив	–	–	–
Цукрові буряки	Без добрив	гній 30 т	гній 45 т	гній 60 т
Кукурудза на зерно	Без добрив	–	–	–
Горох	Без добрив	–	–	–
Озима пшениця	Без добрив	–	–	–
Кукурудза на силос	Без добрив	гній 30 т	гній 45 т	гній 60 т
Озима пшениця	Без добрив	–	–	–
Цукрові буряки	Без добрив	гній 30 т	гній 45 т	гній 60 т
Ячмінь з підсівом б/т	Без добрив	–	–	–
Всього за ротацію сівозміни	–	гною 90 т	гною 135 т	гною180 т
На 1 га сівозмінної площі	–	гній 9 т	гній 13,5 т	гній 18 т
Всього поживних речовин	–	$N_{45}P_{22,.5}K_{54}$	$N_{67}P_{34}K_{81}$	$N_{90}P_{45}K_{108}$

Чергування культур і кількість внесених добрив наведено в табл. 2. Технологія вирощування сільськогосподарських культур в досліді була

прийнята в регіоні. В сівозміні застосовували диференційовану систему обробітку ґрунту з проведенням семи оранок (під буряки цукрові на 30 – 32 см, під кукурудзу на 25 – 27 см, горох і ячмінь ярий – на 20 – 22 см) двох поверхневих обробітків під пшеницю озиму після гороху і кукурудзи на силос. Під час збирання врожаю з поля видалялась вся нетоварна його частина.

3.4. Методика проведення досліджень

Закладання польових дослідів, відбір ґрунтових зразків, відповідні спостереження і дослідження проводили у відповідності з ГОСТ 28168 – 89 та ДСТУ ISO 11464 – 2001. Для визначення в ґрунті основних агрохімічних показників його зразки відбирали в шарі 0 – 20 і 20 – 40 см.

Для визначення основних агрохімічних показників чорнозему опідзоленого, відбір ґрунтових зразків проводили в полі з ячменем ярим.

У відібраних згідно з програмою досліджень зразках ґрунту проводили такі визначення:

– вміст загального гумусу – згідно ДСТУ 4289 : 2004 спалюванням у біхроматі калію з подальшим титруванням хромової кислоти в присутності фенілантранілової кислоти [70];

– pH сольової витяжки – згідно ДСТУ ISO 10390 : 2001 [71];

– гідролітичну кислотність – за методом Каппена в модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26212 – 91) [72];

– вміст лужногідролізованого азоту – за методом Корнфілда [73];

– вміст нітратного та амонійного азоту – згідно ДСТУ 4729 : 2007 [74];

– вміст рухомих сполук фосфору і калію – за модифікованим методом Чирикова згідно ДСТУ 4115 : 2002 [75];

– вміст білка визначали за методом Барнштейна з перерахунком білкового азоту на коефіцієнт 5,7 [76].

– клейковину визначали шляхом відмивання тіста у воді з пробою на йод [76].

– технологічні якості коренеплодів буряка цукрового розраховували за показниками, отриманими з допомогою напівавтоматичної лінії „Wenema” (Голландія) в Інституті коренеплідних культур УААН.

Агрохімічні аналізи зразків ґрунту проводили в науковій лабораторії масових аналізів (атестат акредитації за № А06 – 203) та на кафедрі агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва.

Збирання врожаю зернових культур проводили суцільним поділяночним методом – прямим комбайнуванням.

Економічну ефективність добрив визначали розрахунковим методом за нормативною технологічною картою. Енергетичну оцінку норм удобрення давали за методикою Українського філіалу ЦІНАО [77,78].

РОЗДІЛ 4
ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ПІД ВПЛИВОМ ДОБРИВ

4.1 Вміст гумусу в ґрунті за тривалого застосування органічних добрив у сівозміні

З накопиченням гумусу покращуються водно-фізичні, фізико-хімічні властивості ґрунту, а з інтенсифікацією його розкладу – поповнюються запаси елементів живлення рослин [46, 57]. Гумус як важлива форма органічних речовин є невід'ємною і найхарактернішою складовою частиною ґрунту. Формуючись в процесі виникнення і розвитку ґрунту, він істотно впливає на сам процес ґрунтоутворення. Гумусові речовини, адсорбуючись на поверхні найдрібніших мінеральних часточок ґрунтоутворюючих порід, перетворюють їх на ґрунти, що набувають цілу низку нових властивостей, у тому числі і родючість [56].

Найбільш достовірні дані із зазначених вище питань можна одержати у тривалих стаціонарних дослідах, які дають можливість виявити спрямованість і спрогнозувати зміни гумусового стану ґрунту під впливом застосування різних норм добрив і систем удобрення в польовій сівозміні, а також виявити ступінь прояву небажаних їх післядій на показники родючості ґрунту і створюють наукову основу для розробки такої системи удобрення культур, яка б забезпечувала збереження рівноваги у навколишньому природному середовищі. Важливо також виявити роль окремих культур за різного рівня удобрення у поповненні ґрунту органічними речовинами [61].

За результатами наших досліджень, проведених упродовж 2010–2012 рр., встановлено, що за різного удобрення ґрунту в польовій сівозміні переважають процеси гуміфікації органічних речовин. Порівнюючи середні показники вмісту гумусу в ґрунті досліджуваних варіантів з його показниками перед закладанням досліду (табл. 3), спостерігається незначне їх збільшення.

Таблиця 3

Вміст гумусу в чорноземі опідзоленому після тривалого застосування органічних добрив у польовій сівозміні (2024 р.), %

Варіант досліду	Шар ґрунту		
	0–20	20–40	40–60
Перед закладанням досліду у 1964 р.	3,31	3,00	2,74
Без добрив (контроль)	2,86	2,65	2,56
Гній 9 т	3,21	2,83	2,60
Гній 13,5 т	3,39	2,99	2,70
Гній 18 т	3,45	3,06	2,80

Внесення органічних добрив сприяло збереженню вмісту гумусу в шарі ґрунту 0 – 20 см на вищому рівні, порівняно з неудобреними ділянками і становило у варіанті на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 9 – 18 т гною – 3,21 – 3,45 %. Вміст гумусу в ґрунті цих варіантів зростає пропорційно до внесеної норми органічних добрив. При внесенні на 1 га сівозмінної площі 18 т гною вміст гумусу в ґрунті збільшився порівняно з варіантом без добрив на 20 %. Це вказує на те, що в ґрунт разом з органічними добривами надходить велика кількість енергетичного матеріалу, який необхідний для життєдіяльності мікроорганізмів, які відіграють важливу роль в процесах гумусоутворення [55].

З глибиною по профілю ґрунту вміст гумусу зменшувався в усіх досліджуваних варіантах. Так, вміст гумусу на ділянках без добрив у шарі ґрунту 40–60 см був у межах від 2,56 до 2,80 %. Застосування високих норм добрив (варіант Гній 18 т) дозволяє зберегти його вміст на рівні від 3,45 – 2,80 %, що на 2–4 % більше, ніж перед закладанням досліду і 9–20 % більше порівняно з неудобреними ділянками. Це пояснюється збільшенням мікробіологічної активності і збільшенням надходження в ґрунт рослинних залишків, що призводить до покращання умов процесів гумусоутворення.

Показники вмісту гумусу в ґрунті за роки досліджень істотно не змінювалися.

4.2 Вміст азоту в ґрунті за тривалого удобрення у сівозміні

Відомо, що валовий вміст азоту в ґрунті залежить від кількості в ньому гумусу, а як відомо 95–99 % його знаходиться в органічній формі. Застосування органічних добрив зумовлює збільшення вмісту мінеральних сполук азоту в ґрунті. Сполуки азоту в ґрунті знаходяться під впливом процесів акумуляції і мінералізації. Вони визначають загальний вміст азоту в складі органічних речовин та мінерального азоту в ґрунті [59].

Як показали наші дослідження (рис. 2), тривале застосування різних норм добрив в польовій сівозміні істотно впливало на вміст азоту лужногідролізованих сполук у чорноземі опідзоленому.

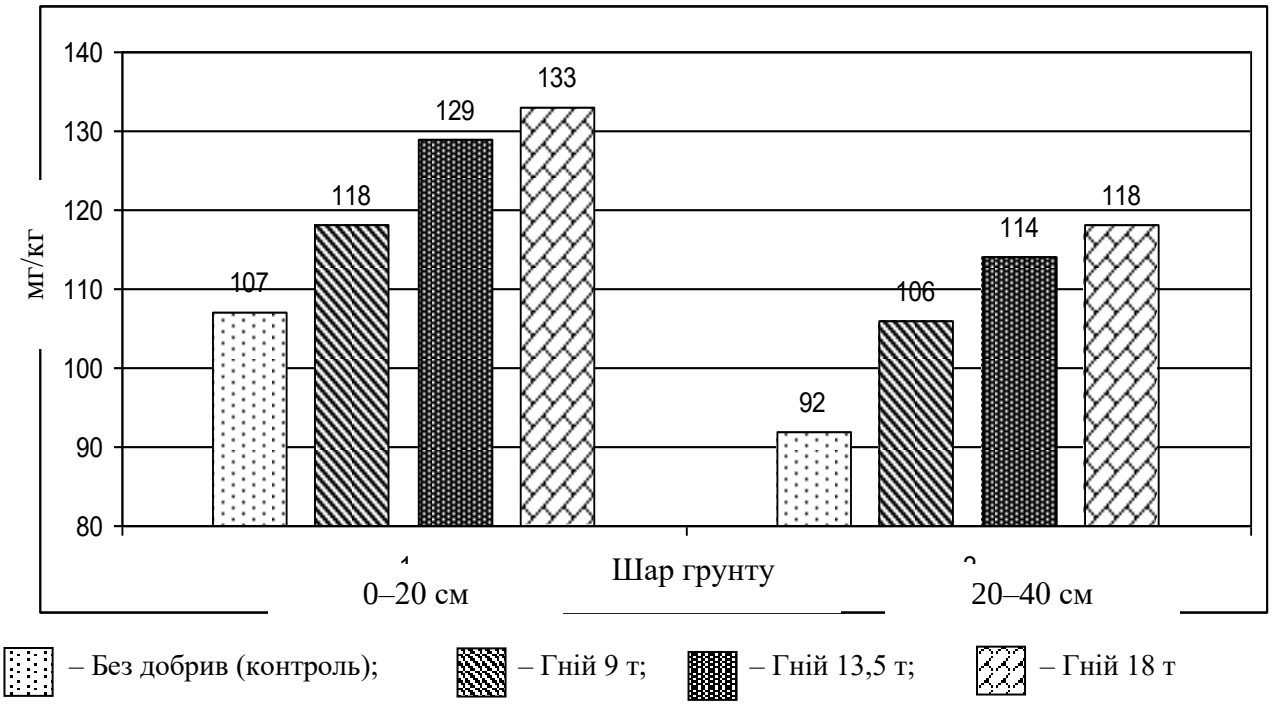


Рис. 2. Вміст у ґрунті азоту лужногідролізованих сполук після тривалого (60 років) застосування добрив у польовій сівозміні, мг/кг

Так, найменший вміст азоту лужногідролізованих сполук був у варіанті без удобрення і в шарі ґрунту 0 – 20 та 20 – 40 см становив 107 і 92 мг/кг.

Застосування органічних добрив у польовій сівозміні забезпечувало найвищий вміст азоту лужногідролізованих сполук в ґрунті у варіанті з високими їх нормами (на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 18 т гною).

В шарі ґрунту 0 – 20 і 20 – 40 см він відповідно становив 133 та 118 мг/кг, що більше порівняно з неудобреними ділянками у 1,3 раза. У варіанті на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною вміст азоту лужногідролізованих сполук зріс на 11 мг/кг порівняно з варіантом без добрив.

Застосування органічних добрив у польовій сівозміні дозволяє зберегти вміст азоту лужногідролізованих сполук у шарі ґрунту 0 – 20 і 20 – 40 см на рівні 118 – 133 та 106 – 118 мг/кг. Згідно прийнятої градації групування ґрунтів за вмістом азоту лужногідролізованих сполук [59], ґрунт усіх варіантів можна віднести до низького.

Вміст мінеральних сполук азоту в ґрунті залежить від відчуження рослинної маси під час збирання врожаю, температури і вологості ґрунту та істотно змінюється впродовж вегетаційного періоду [23].

Дослідженнями встановлено, що тривале застосування добрив у польовій сівозміні істотно впливало на поліпшення азотного режиму і створенню кращих умов для мінералізації органічних речовин чорнозему опідзоленого (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка азоту мінеральних сполук у ґрунті під ячменем ярим після тривалого (60років) застосування добрив у польовій сівозміні, мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Сходи			Вихід в трубку			Повна стиглість		
		$N-NO_3$	$N-NH_4$	N_{min}	$N-NO_3$	$N-NH_4$	N_{min}	$N-NO_3$	$N-NH_4$	N_{min}
Без добрив (контроль)	0 – 20	3,4	13,0	16,4	2,3	11,7	14,0	0,5	7,8	8,3
	20 – 40	3,0	12,7	15,7	1,7	11,1	12,8	0,3	6,7	7,0
Гній 9 т	0 – 20	2,6	13,4	16,0	2,0	12,3	14,3	0,6	8,1	8,7
	20 – 40	2,1	12,7	14,8	1,7	11,7	13,4	0,4	7,7	8,1
Гній 13,5 т	0 – 20	3,5	14,1	17,6	2,5	13,0	15,5	0,7	8,7	9,4
	20 – 40	3,0	13,8	16,8	2,2	12,5	14,7	0,5	8,3	8,8
Гній 18 т	0 – 20	4,6	15,4	20,3	2,8	13,4	16,2	0,8	10,1	10,9
	20 – 40	4,9	14,8	19,4	2,1	13,3	15,4	0,7	9,8	10,5

Вміст нітратного та амонійного азоту залежить від температурного

режиму і вологості ґрунту, а також інтенсивності протікання процесівнітрифікації [24]. Так, на період сходів при середньодобовій температурі квітня 10,1 ºС вміст нітратного і амонійного азоту в ґрунті у шарі 0 – 20 см був у межах 2,6 – 4,6 і 13,0 – 15,4 мг/кг, а у шарі ґрунту 20 – 40 см – – 2,1 – 4,9 і 12,7 – 14,8 мг/кг, залежно від удобрення.

Застосування різних норм органічних добрив у польовій сівозміні сприяє збільшенню вмісту нітратного азоту в ґрунті. Так, на ділянках з насиченістю 18 т/га гною вміст нітратного азоту в шарі ґрунту 0–20 см був вищий у 1,4 раза порівняно з неудобреними ділянками і становив 4,6 мг/кг. Вміст амонійного азоту на початок вегетації був вищим, порівняно з нітратним азотом і становив 13,0 – 15,4 мг/кг, що більше, ніж у варіанті без удобрення на 3 – 18 % залежно від норм добрив. Насиченість 1 га сівозмінної площі 18 т гною забезпечувало найвищий вміст нітратного азоту в шарі ґрунту 0 – 20 і 20 – 40 см – відповідно 4,6 і 4,9 мг/кг, що більше порівняно з неудобреними ділянками на 35 – 63 %. Це пояснюється великою кількістю нітрифікуючих мікроорганізмів та інтенсивністю їх діяльності [25]. Вміст амонійного азоту залишався відповідно на рівні 15,4 – 14,8 мг/кг і був вищим порівняно з неудобреними ділянками у 1,2 раза.

На кінець вегетації ячменю ярого в шарі ґрунту 0–20 см вміст нітратного азоту був найменшим і становив 0,5 – 0,8 мг/кг. Відповідно до насиченості органічними добривами в шарі ґрунту 0–20 см він був у таких межах – 0,6 – 0,8 мг/кг. Вміст амонійного азоту у ґрунті під ячменем ярим в динаміці також зменшувався порівняно з попередніми фазами росту і розвитку. У шарі ґрунту 0 – 40 см його вміст коливався в межах від 6,7 до 10,1 мг/кг залежно від удобрення.

Між мінеральним азотом в ґрунті та вмістом гумусу за весь період вегетації ячменю ярого, в шарі 0 – 20 см, існує сильна кореляційна залежність з коефіцієнтом кореляції відповідно 0,81 і 0,85.

4.3 Запаси рухомого фосфору в ґрунті

Рослини засвоюють фосфору у кілька разів менше ніж азоту, проте він відіграє надзвичайно важливу роль у їх житті. Вміст його в рослині становить 0,5–1% сухої речовини.

Фосфор сприяє швидкому утворенню кореневої системи рослин. При цьому рослини краще засвоюють воду і поживні речовини з ґрунту, швидше формують надземну масу. На відміну від азоту фосфор прискорює розвиток рослин, сприяє їх визріванню, він поліпшує їх водний режим і значно пом'якшує дію на них посухи завдяки нагромадженню у вузлах кущіння більшої кількості сахарів, поліпшує перезимівлю озимих культур та багаторічних трав, підвищує стійкість рослин проти хвороб.

У результаті адсорбції аніонів фосфорної кислоти частина фосфатів вбирається колоїдами ґрунту. Вона представлена як мінеральними, так і органічними формами і є резервом тривалого живлення рослин фосфором.

В наших дослідженнях ми визначали вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті під ячменем ярим (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив різної насиченості гноєм у сівозміні на вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті під ячменем ярим, мг/кг ґрунту

Варіант досліду	При закладанні досліду у 1964 р.	Шар ґрунту, см		
		0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	131	95	94	87
Гній 9 т	–	127	99	95
Гній 13,5 т	–	133	102	94
Гній 18 т	–	153	131	104

Як показали наші дослідження, в контрольному варіанті, де добрив не

вносили, вміст рухомого фосфору знизився з 131 мг/кг ґрунту, на час закладання досліду, до 95 мг/кг ґрунту на контролі. Не забезпечила бездефіцитного балансу фосфору в ґрунті лише одинарна норма органічних добрив, де рухомого фосфору було 127 мг/кг ґрунту, що на 4 мг/кг ґрунту менше його початкових запасів. При насиченні гектара сівозмінної площі 13,5 та 18 т/га гною вміст рухомого фосфору становив 133 та 153 мг/кг ґрунту, відповідно, що на 2 та 22 мг/кг ґрунту більше його вмісту на час закладання досліду в 1964 році. Порівняно з контролем на час проведення досліджень, при насиченості гектара сівозмінної площі 9, 13,5 та 18 т гною, вміст рухомого фосфору був більший, відповідно, на 32, 38 та 58 мг/кг ґрунту.

4.4 Вміст рухомих сполук калію в ґрунті

Поряд з азотом і фосфором калій є головним елементом живлення рослин. У рослинах він знаходиться в іонній формі і не входить до складу органічних сполук клітини.

Нестача калію гальмує деякі біохімічні процеси у рослині, що негативно впливає на обмін речовин.

Рухомі сполуки калію – основний показник забезпеченості ґрунту доступним для рослин калієм. Він представлений іонами калію, що знаходяться на поверхні негативно заряджених колоїдних часточок ґрунту. Вміст рухомих сполук калію характеризує генетичні особливості ґрунту, а також інтенсивність антропогенної дії. В агрохімічній практиці за його вмістом встановлюють забезпеченість ґрунту калієм.

В наших дослідженнях вміст рухомих сполук калію в ґрунті під ячменем, залежав від насиченості гноєм за тривалого застосування різних норм органічних добрив (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив різної насиченості гноєм у сівозміні на вміст рухомого калію в ґрунті під ячменем ярим, мг/кг ґрунту

Варіант досліду	При закладанні досліду у 1964 р.	Шар ґрунту, см		
		0–20	20–40	40–60
Без добрив (контроль)	101	89	73	39
Гній 9 т	–	200	183	80
Гній 13,5 т	–	216	185	79
Гній 18 т	–	201	196	76

Нашими дослідженнями встановлено, що внесені органічні добрива суттєво збільшують вміст рухомого калію в орному та підорному шарах ґрунту.

На контролі де добрива не вносились, вміст рухомого калію зменшився лише на 12 мг/кг ґрунту порівняно із вмістом на час закладання досліду і становив 89 мг/кг ґрунту.

При насиченості гектара сівозмінної площі 9, 13,5 та 18 т гною, порівняно з контролем вміст рухомого калію в ґрунті збільшився, відповідно, на 111, 127 та 112 мг/кг ґрунту, а порівняно з вихідним рівнем вміст рухомого калію в ґрунті збільшився, відповідно, на 99, 115 та 100 мг/кг ґрунту. Найбільш сприятливим фоном для поліпшення режиму рухомого калію був варіант із подвійним та потрійним рівнем удобрення. В підорному шарі спостерігалась така ж закономірність.

Згідно проведених досліджень вмісту рухомих сполук елементів живлення в чорноземі опідзоленому можна зробити такі висновки:

1. Тривале застосування різних норм органічних добрив дозволяє підтримати вміст азоту лужногідролізованих сполук у чорноземі опідзоленому на вищому рівні порівняно з варіантом без внесення добрив.

2. Нагромадження і вміст мінерального азоту в ґрунті залежить від умов

проходження процесів мінералізації органічних речовин у ґрунті, біологічних особливостей культури і норм добрив.

3. Нітратний азот є більш динамічною сполукою і його вміст у ґрунті збільшується інтенсивніше під впливом застосування добрив і змінюється по профілю ґрунту. Вміст амонійного азоту змінюється в меншій мірі.

4. У варіантах досліду із застосуванням низьких норм добрив за органічної системи удобрення в польовій сівозміні вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті знаходиться на середньому рівні. У варіантах де вносилися високі норми добрив забезпеченість ячменю ярого рухомими сполуками фосфору в ґрунті була на високому рівні.

5. Тривале застосування різних норм органічних добрив у польовій сівозміні підвищують вміст рухомих сполук калію в чорноземі опідзоленому. Ґрунт усіх удобрених ділянок на початку вегетації характеризувався підвищеним і високим ступенем забезпеченості рослин калієм.

4.5. Кислотність ґрунту в сівозмінах за різного насичення органічними добривами (обмінна та гідролітична)

Реакція ґрунтового розчину за тривалого застосування добрив є величиною динамічною, при цьому особливо значних змін зазнають обмінна та гідролітична кислотності [55]. Реакція розчину залежить не тільки від умов утворення ґрунтів, але й від хімічного і мінералогічного складу мінеральної частини ґрунту, кількості та якості органічних речовин, рівня застосування засобів хімізації, життєдіяльності мікроорганізмів [56].

Кислотність ґрунту значно впливає на розвиток рослин і ґрунтових мікроорганізмів, а також на швидкість і спрямованість хімічних та біологічних процесів, що в ньому відбуваються. Від неї залежать засвоєння рослинами поживних речовин, діяльність ґрунтових мікроорганізмів, мінералізація органічних речовин та інші фізико-хімічні процеси. Вони впливають на ефективність внесених добрив, які можуть змінювати реакцію ґрунтового розчину [57].

Як показали наші дослідження реакція ґрунтового розчину є одним із важливих показників його родючості та істотно залежить від норм добрив в польовій сівозміні (табл. 7).

Таблиця 7

Обмінна (pH_{KCl}) кислотність ґрунту після тривалого (60 років) застосування добрив у польовій сівозміні

Варіант досліду	При закладанні досліду у 1964 р.	Шар ґрунту, см		
		0 – 20	20 – 40	40 – 60
Без добрив (контроль)	6,2	5,1	5,3	5,7
Гній 9 т	–	5,4	5,7	6,3
Гній 13,5 т	–	5,2	5,4	5,9
Гній 18 т	–	5,3	5,5	6,2

Якщо при закладанні досліду в 1964 році pH сольове в орному шарі становило 6,2, то через 60 років у контролі, де ніякі добрива не вносили, вона знизилась у 0–20 см шарі ґрунту на 1,1 одиниць і становила 5,1. Це пов'язано з виносом урожаями сільськогосподарських культур з ґрунту значної кількості катіонів Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH^{+}, K^{+} і заміною їх на користь H^{+}. При насиченості сівозміни 9 т/га, 13,5 т/га та 18 т/га гною кислотність ґрунту в 0–20 см шарі збільшилась порівняно з вихідною із слабо кислої до підвищено кислої. У 20–40 см та в 40–60 см шарах грунту спостерігалась аналогічна ситуація. Отже, у варіанті без застосування добрив кислотність ґрунту значно зросла за 60 років. При застосуванні гною кислотність також зросла, але дещо повільніше. Це свідчить про необхідність періодичного проведення вапнування ґрунтів.

За тривалого застосування лише органічних добрив обмінна кислотність ґрунту вниз по профілю змінювалася від слабокислої до нейтральної і була в межах 5,2 – 6,3. У шарі ґрунту 0 – 20 см при внесенні високих норм органічних добрив (на 1 га сівозмінної площі 18 т гною) показник pH_{KCl} був на 4 % більший, ніж у варіанті без добрив. Таке ж збільшення спостерігалося у

варіанті на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною. Тривале внесення органічних добрив у сівозміні зменшувало кислотність ґрунту, порівняно до варіанту без добрив, головним чином за рахунок підвищення вмісту обмінного кальцію, який є основним елементом, що визначає здатність ґрунту протистояти підкисленню та за рахунок зниження рухомості органічних речовин [47].

Основною формою потенційної кислотності ґрунтів Лісостепу є гідролітична кислотність. Так, після тривалого застосування різних норм органічних добрив в польовій сівозміні вона зазнала значних змін (табл. 8).

Таблиця 8

Гідролітична кислотність ґрунту після тривалого (60 років) застосування добрив у польовій сівозміні, смоль/кг

Варіант досліду	При закладанні досліду у 1964 р.	Шар ґрунту, см		
		0 – 20	20 – 40	40 – 60
Без добрив (контроль)	2,5	4,2	3,7	2,5
Гній 9 т	–	3,6	2,5	1,8
Гній 13,5 т	–	3,5	3,2	2,2
Гній 18 т	–	3,4	2,7	1,6

За тривалого застосування органічних добрив у польовій сівозміні з внесенням 9 т/га, 13,5 і 18 т/га гною, гідролітична кислотність ґрунту залишалась на низькому рівні та коливалася від 3,4 до 3,6 смоль/кг. У шарі ґрунту 0–20 см варіанту з внесенням на 1 га сівозмінної площі 18 т гною гідролітична кислотність знизилась на 0,8 смоль/кг порівняно з варіантом без добрив. У варіанті на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною гідролітична кислотність була меншою на 16 %, ніж у варіанті без добрив і збільшилась порівняно з варіантом на фоні внесення 18 т/га гною на 6 %. У шарі ґрунту 0 – 60 см простежується загальна тенденція до зменшення гідролітичної кислотності з глибиною.

Гідролітична кислотність, на контролі, де добрива не вносили, зросла до

4,2 смоль/кг ґрунту, що на 1,7 смоль/кг ґрунту більше порівняно з її значенням на час закладання досліду.

Отже, найменше зростання гідролітичної кислотності спостерігалося при потрійній нормі органічних добрив, де спостерігалося лише незначне підкислення ґрунту.

4.6. Сума ввібраних основ і ступінь насиченості ґрунту основами

Склад увібраних катіонів визначається сумою ввібраних основ і ступенем насиченості ґрунту основами.

Сума ввібраних основ – це загальна кількість усіх катіонів основ Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH^{+}, K^{+}, Na^{+}, увібраних ґрунтовим вбирним комплексом, тобто це загальна сума катіонів без водню й алюмінію. Вона виражається у мілімолях на 100 г ґрунту. Увібрані катіони відіграють важливу роль як безпосереднє джерело поживних речовин для живлення рослин. Вони з ґрунту не вимиваються і водночас легко витісняються в розчин та добре засвоюються рослинами.

Суму ввібраних основ та ступінь насиченості ґрунту основами в наших дослідах визначали під ячменем ярим (табл. 9).

Сума ввібраних основ на час закладання досліду становила 29 мг.-екв/100 г ґрунту, а через 48 роки на контролі, де добрива не вносили, вона зменшилась на 6,1 мг.-екв/100 г ґрунту і становила 22,9 мг.-екв/100 г ґрунту.

При застосуванні органічних добрив у нормах 9 т/га, 13,5 т/га та 18 т/га сівозмінної площі в 0–20 см шарі сума ввібраних основ була вищою відносно контролю і відповідно становила 22,7, 24,4, 24,9 мг.-екв/100 г ґрунту, але жоден варіант з внесенням гною не забезпечив повернення до вихідного рівня суми ввібраних основ – 29,0 мг-екв/100г. ґрунту, на час закладання досліду.

Таблиця 10

Вплив різної насиченості гноєм у сівозміні на суму ввібраних основ в ґрунті під ячменем ярим (2024 р.), мг.-екв /100 г ґрунту

Варіант досліду	При закладанні досліду у 1964 р.	Шар ґрунту, см		
		0 – 20	20 – 40	40 – 60
Без добрив (контроль)	29,0	22,9	23,3	25,7
Гній 9 т	–	22,7	23,0	25,9
Гній 13,5 т	–	24,4	24,9	25,9
Гній 18 т	–	24,9	24,7	24,4

Слід відмітити, що найбільше зростання суми ввібраних основ забезпечило насичення гектара сівозмінної площі 18 т/га гною, а відповідно до цього при такій нормі органічних добрив і ступінь насиченості основами був найвищий порівняно з контролем (табл.11).

Таблиця 11

Ступінь насичення ґрунту основами після тривалого (60 років) застосування добрив у польовій сівозміні, %

Варіант досліду	При закладанні досліду у 1964 р.	Шар ґрунту, см		
		0 – 20	20 – 40	40 – 60
Без добрив (контроль)	92,0	84,5	86,3	91,1
Гній 9 т	–	86,3	90,2	93,5
Гній 13,5 т	–	87,4	88,6	92,2
Гній 18 т	–	88,0	90,1	93,8

Проте на контролі, де добрива не вносились, цей показник знизився до 84,5 % порівняно з 92 % на час закладання досліду.

При насиченості 1 га сівозмінної площі 9 т/га, 13,5 т/га та 18 т/га гною ступінь насиченості основами був вищий порівняно з контролем на час проведення досліджень, відповідно на 1,8, 2,9 та 3,5 %. Отже 60-річне вирощування сільськогосподарських культур призвело до незначного зниження суми ввібраних основ і ступеня насиченості основами. Дещо більше зниження цих показників відмічено у варіанті без добрив.

4.7.Урожайність ячменю в залежності від насиченості добривами в сівозміні

За вирощування сільськогосподарських культур без застосування добрив грунт виснажується на поживні речовини, внаслідок чого врожаї з року в рік знижуються. Наукою й передовим досвідом доведено, що не менш як 50% підвищення врожаю в XX ст. було наслідком застосування добрив, решта 50% приросту врожаю припадає на інші фактори: агротехніку; сорти; меліорацію тощо. Простежується прямий зв'язок між використанням добрив і врожайністю. Країни, які використовують малі норми добрив, мають низьку врожайність сільськогосподарських культур [7].

Оскільки зразки ґрунту для визначення агрохімічних показників в нашому досліді були відібрані у полі під ячменем, тут наведено дані врожайності ячменю ярого у сівозміні з різною насиченістю мінеральними добривами та без удобрення (табл. 12).

Ячмінь використовував післядію гною, але він розміщувався відразу після цукрових буряків під які безпосередньо вносили гній. Найвища урожайність у 2024 році була у варіанті за третього рівня органічної системи удобрення і склала 40,4 ц/га, що на 50 % перевищувало варіант без добрив.

Збільшення приросту врожаю на ячменеві була достовірним. У варіантах з насиченням 9 та 13,5 т/га підвищення врожайності ячменю складало 2,9 та 9,4 ц/га зерна.

Таблиця 12

Урожайність ячменю ярого залежно від насиченості сівозміни органічними добривами, ц/га

Насиченість добривами у сівозміні	Урожайність, ц/га	Приріст до контролю	
		ц/га	%
Без добрив (контроль)	26,8	–	–
Післядія гною 9 т/га	29,7	2,9	11
Післядія гною 13,5 т/га	36,2	9,4	35
Післядія гною 18 т/га	40,4	13,6	50
$НІР_{05}$	1,66		

Дані таблиці 12 свідчать, що на чорноземі опідзоленому в Лісостепу України без застосування добрив у сівозміні упродовж тривалого періоду можна отримувати хоч і не високу, але й не надто низьку врожайність ячменю ярого. Слід зазначити, що при збільшенні насиченості добривами у два рази – врожайність підвищилася, лише на 36 %.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

В даний час, коли економіка України переходить на ринкові відносини, економічна сторона виробництва сільськогосподарської продукції має велике значення. З ціллю усестороннього обґрунтування застосування органічних добрив проводять економічний розрахунок отримання результатів.

Економічну ефективність характеризують слідуючі показники: урожайність по варіантах, прибавка урожаю, собівартість 1 ц продукції, умовно чистий дохід, рентабельність, додаткові витрати, рентабельність додаткових витрат. Розрахунок економічної ефективності виконаний з допомогою нормативів та технологічної карти.

Застосування органічних добрив у сільськогосподарському виробництві та спрямоване на підвищення урожайності культур та рівня родючості ґрунту, але поряд з цим внесення органічних добрив пов’язане із додатковими затратами, які включають затрати на заготівлю та внесення гною, а також затрати на збирання додаткового урожаю, отриманого за рахунок їх внесення.

В нашому досліді було чотири варіанти: I – контроль (без добрив); II – насиченість 9 т/га гною; III - насиченість 13,5 т/га гною; IV - насиченість 18 т/га гною. Економічну ефективність ми визначали при насиченні органічними добривами сівозміни під ярим ячменем, показники урожайності для розрахунків брали за 2024 рік. Технологічну карту розраховували по контролю, де добрива не вносились, і до затрат по ньому додавали, відповідно по варіантах затрати пов'язані із застосуванням органічних добрив. Розрахунки технологічної карти вирощування ярого ячменю на контролі при урожайності 26,8 ц/га наведено в додатку.

Економічна ефективність застосування різних норм органічних добрив у сівозміні на урожайність ярого ячменю наведено в таблиці 13.

Таблиця 13

Економічна ефективність впливу різної насиченості органічними добривами у сівозміні на урожайність ярого ячменю

Показники	Варіанти			
	Контроль без добрив	гній 9 т/га	гній 13,5 т/га	гній 18 т/га
Урожайність, т/га	2,68	2,97	3,62	4,04
в т. ч. прибавка урожаю, т/га	–	0,29	0,94	1,36
Вартість витрат на вирощування, грн./га	16800	17891	19024	21053
в т. ч. додаткової продукції, грн./га	-	1091	2224	4253
Собівартість 1 т, грн.	6268	6023	5255	5211
Ціна реалізації 1 т ячменю, грн.	7500	7500	7500	7500
Вартість валової продукції, грн./га	20100	22275	27150	30300
Умовний чистий дохід 1 га, грн./га	3300	4384	8126	9247
Рівень рентабельності, %	19	24	42	44

Аналізуючи дані таблиці 13, можна зробити висновок, що приріст урожаю від застосування органічних добрив був найвищим при насиченні сівозміни 18 т/га гною, але в той же час і загальні витрати на вирощування продукції були найбільші по цьому варіанті. Собівартість ячменю була найвищою у варіанті без добрив, з рівенем рентабельності на даному варіанті – 19 %, що пояснюється низькою врожайністю. Умовний чистий дохід з 1 гектара сівозмінної площі був найвищий у варіанті з насиченням 18 т/га гною.

Отже можна зробити висновок, що найефективніше вирощування культури з насиченістю органічними добривами у сівозміні 18 т/га. При цій насиченості отримано найвищу врожайність 40,4 ц/га зерна ячменю та додатковий прибуток 9247 грн. з 1 гектара.

РОЗДІЛ 6
МОДЕЛЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ, УМОВ І СИТУАЦІЙ ПРИ ВНЕСЕННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ, ТА ЗАХОДИ ПО ЇХ ЗНИЖЕННЮ

У Законі України «Про охорону праці» закріплено гарантії прав громадян на охорону праці, порядок організації охорони праці на виробництві, дії державних, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці, встановлено відповідальність працівників за порушення законодавства [79].

Створення таких умов на виробництві, які б гарантували повну безпеку життєдіяльності працюючих, за яких максимальна продуктивність праці відповідала б найменшим затратам енергії, а організм людини не зазнавав би шкідливої дії різних виробничих факторів, вимагає знань багатьох галузей науки і техніки.

Ефективного запобігання виникненню аварій, виробничих травм і катастроф у сільському господарстві неможливо досягти без системного підходу і аналізу людино-машинних систем, особливо при визначенні передумов для формування і можливого виникнення в процесі їх функціонування аварійних, катастрофічних та Інших ситуацій.

Це означає, що виконати глибокий прогноз зародження і виникнення передумов для розвитку процесів формування аварійності і травматизму ще на стадіях проектування, випробування дослідних зразків машин та іншого виробничого обладнання при проектуванні найновіших технологій, неможливо без точного відтворення процесів, які зароджуються з виникненням окремих (можливо навіть непомітних або незначних) умов і відбуваються з виникненням наслідків у вигляді виробничих травм, аварій і катастроф [80].

Розглянемо виникнення можливих небезпечних і шкідливих виробничих

факторів, умов і ситуацій при внесенні органічних добрив, та заходи по їх зниженню.

Безпека механізатора при роботі з твердими органічними добривами (гній, торф, компости) залежить головним чином від дотримання техніки безпеки при експлуатації машин і від виконання вимог виробничої санітарії при роботі безпосередньо з добривами [81-83].

Не виконання правил техніки безпеки, експлуатації машин та вимог санітарії зумовлює виникнення небезпечних ситуацій (НС). Проте небезпечні ситуації не є початковою ланкою при визначенні шкідливих факторів. Передумовою виникнення (НС) є небезпечна умова (НУ) [79]. Небезпечною умовою при внесенні органічних добрив можуть бути:

$НУ_1$ - Відсутність кваліфікованих працівників при налагодженні трактора чи інших машин, а також спеціально відведених майданчиків;

$НУ_2$ - Працюючі не мають необхідної професійної підготовки з охорони праці;

$НУ_3$ - Відсутні захисні щитки рухаючих та ріжучих частин трактора чи інших машин;

$НУ_4$ - Не дотримання правил техніки експлуатації трактора або інших сільськогосподарських машин, механізмів.

Наявність на робочому місці даних небезпечних умов призводить до виникнення небезпечної дії (НД). Небезпечна дія – це ситуація, неправильний рух, або ж бездієвість у відповідній ситуації, що при наявності НУ може викликати травмонебезпечні, аварійні чи катастрофічні явища. Для кожної небезпечної умови є свої небезпечні дії:

$НД_1$ - Ремонт та налагоджування трактора та інших машин з не заглушеним двигуном та в непридатному місці;

$НД_2$ - Пересування тракториста, помічників у небезпечну або робочу зону трактора чи інших машин;

$НД_3$ - Тракторист або помічник наблизився до рухаючих та ріжучих

частин трактора чи іншої машини;

$НД_4$ - Перебільшення навантаження на трактор чи інший механізм, машину.

При поєднанні небезпечної умови і небезпечної дії наступає небезпечна ситуація (НС):

$НС_1$ - Наїзд або довільний рух трактора чи інших машин;

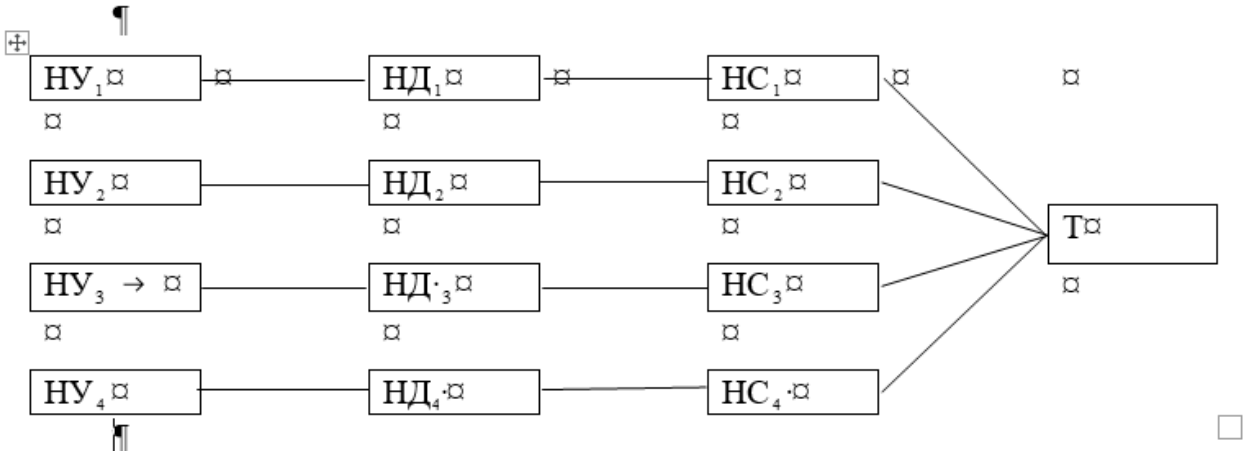
$НС_2$ - Вплив робочих органів трактора чи інших машин при виконанні роботи;

$НС_3$ - Захват одягу і частин тіла незахищеними рухаючими та ріжучими частинами трактора чи інших машин;

$НС_4$ - Обрив кріплення робочих органів, поломка валів, транспортерів, обрив пасів та цепів.

При виникненні небезпечної ситуації неминучою умовою можливих наслідків буде травма (Т).

Даний аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, умов і ситуацій при внесенні органічних добрив можна відобразити за допомогою схеми.



Отже для запобігання виникнення травм при внесенні органічних добрив слід передбачити та запобігти виникненню усіх можливих небезпечних умов, небезпечних дій та небезпечних ситуацій. Для цього необхідно:

1. Організувати та провести навчання робітників з охорони праці;

2. Забезпечити необхідний контроль при проведенні робіт;

3. Не допускати до роботи трактора та інші машини без встановлених захисних щитків та некваліфікованого налагодження;

4. Забезпечити виконання вимог виробничої санітарії при роботі безпосередньо з добривами

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

Земельним кодексом України, прийнятим Верховною Радою України 18 грудня 1990 р. передбачалося введення державного земельного кодастру, що вступив у дію 12 січня 1993 р. Він містить відомості про природне господарське та правове забезпечення різних категорій земель, їх кількості та якості, стан бонітування ґрунтів. Ці відомості необхідні для більш ефективного використання та охорони земель, пов’язаних з покращенням їх віддачі та родючості стосовно хімізації.

Окрім Земельного кодексу, у країні прийнято ще цілий пакет законодавчих актів, зокрема постанова Кабінету Міністрів України від 19 квітня 1993 р. №284 „Порядок відшкодування збитків власникам землі та землекористувачам” [86].

Завдання земельного законодавства України є регулювання земельних відносин в республіці з метою створення умов для раціонального використання й охорони земель, рівноправного розвитку всіх форм власності на землю і господарювання, збереження та відтворення родючості ґрунтів, поліпшення природного середовища, охорони прав громадян, установ і організацій на землю.

Як відомо, людське суспільство розвивається в постійній взаємодії з навколишнім середовищем, одержуючи від нього все необхідне для життя: - сировину, харчі, енергію, і ця взаємодія людини з природою змінює і перетворює її. Такі зміни у багатьох випадках необхідні людському суспільству і мають бажаний характер: розвивається промисловість і сільське господарство, будуються міста, змінюються, стаючи кращими ландшафти і т.д. Але поряд з позитивними результатами впливу на природу, людське суспільство отримує і негативні наслідки своєї діяльності, пов'язані із забрудненням природного середовища, яке в ряді районів земної кулі досягло

значних масштабів. Зокрема, щорічні викиди в атмосферу лише промисловістю США ще в 70-ті роки складали біля 200 млн. тонн газоподібних шкідливих речовин і збитки від цього природі обчислювалися 12-16 млрд. доларів на рік. Тільки у світовий океан у вигляді відходів щорічно викидається понад 2 млн. тонн свинцю, 5 тис. тонн ртуті, а заліза стільки, скільки вистачило б для виробництва всієї сталі, що виплавляється в світі.

Серед основних джерел забруднення довкілля в сільському господарстві за теперішнього часу найбільше розповсюджені мінеральні добрива, пестициди та біогенні речовини (відходи тваринництва) і ще до недавна були нафтопродукти. В умовах повсюдного застосування інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур хімізація була найбільш дійовим, результативним засобом підвищення врожайності. Але, на жаль, забули про те, що досягається це лише тоді, коли мінеральні добрива застосовуються оптимальними дозами і в період найбільшої їх необхідності для рослин, а пестициди — коли найбільш ефективно впливають на шкідників [87] .

Систематичне внесення на полях високих доз рідкого гною (150-160 т/га) призводить до різкого збільшення нітратного азоту в рослинах. Згодовування таких рослин тваринами може зашкодити їх здоров'ю. Здатність нагромаджувати нітрати властива багатьом сільськогосподарським культурам. Із польових культур цією здатністю відзначаються, зокрема, родина хрестоцвітих та гарбузових. Цією особливістю відзначаються також всі овочеві культури, що вирощуються в теплицях, при внесенні добрив.

Безпідстилочний гній доцільно застосовувати по розкиданій по полю подрібненій соломі. Після збирання зернових культур на 1 га звичайно залишається 5-7 т соломи і на неї вносять 80-100 т рідкого гною подрібнюють і розкидають солому безпосередньо при збиранні зернових комбайнами, обладнаними пристосуваннями ПУН-5 або ПУН-6. Якщо їх немає, то солому, що залишилася на полі, подрібнюють і розкидають косарками подрібнювачами. Розкидану солому після внесення гною заробляють у ґрунт

на глибину орного шару звичайними знаряддями.

Безпідстилочний гній варто вносити насамперед під кукурудзу і соняшник на силос, багаторічні злакові трави, кормові і сидеральні культури, а також під озимі і ярі зернові, однорічні трави [88].

У ВИУА розроблені екологічно безпечні дози безпідстилочного гною під основні сільськогосподарські культури. Вони зводяться до внесення річної дози гною, т/га (азоту кг/га): під озимі зернові 30-35 (120-140), картопля 38-50 (120-200), кормовий і цукровий буряк на корм худобі 50-100 (200-400), цукровий буряк фабричний 50-75 (200-300), кукурудзу на зелений корм і силос 60-100 (240-400), багаторічні злакові і злаково-бобові трави на сіно і зелений корм 60-80 (240-320), природні косовиці і пасовища 50-60 (200-240), зрошувані культурні пасовища 75-90 (300-360), однолітні трави 30-45 (120-180). Дози гною з розрахунку вмісту в ньому азоту 0,4 %. Під багаторічні трави, на природні косовиці і зрошувані культурні пасовища річну норму гною вносять дрібно рівними частинами в 2-4 терміни рано навесні і після укосів або підношення зеленої маси. Під інші культури гній використовують при осінній оранці або весняному переорюванні і передпосівному обробітку ґрунту [87] .

Причини накопичення надлишку добрив, особливо нітратів у ґрунті і вирощуваній продукції загальновідомі. Це, в основному, незбалансоване внесення мінеральних добрив та використання свіжої органіки, що містить аміак. Азот який є в ґрунті, характерний великою рухливістю. Він легко проникає в ґрунтові води, і в них утворюється підвищена концентрація нітратів, а це, в свою чергу, створює умови для підвищення його вмісту в деяких культурах до небажаного рівня. До того ж відомо, що із застосовуваних добрив рослини використовують азот десь на 40-50%, калій - 30-40, фосфор - 10-20%, а решта забруднює навколишнє середовище, особливо ґрунти, воду та накопичується частково у вирощуваній продукції рослинництва і тваринництва. Слід також мати на увазі, що забруднення ґрунтів і продукції радіонуклідами в поєднанні з нітратами має значно більший негативний ефект.

На процес нагромадження нітратів впливає характер ґрунту, погодні умови, густота посівів, сортові особливості культур, стадія розвитку рослин. Кількість нітратів, нагромаджених в рослинах, залежить від строку збирання врожаю. Вона буде значна, якщо збирання проводити раніше, ніж через 20 днів після останнього підживлення рослин. По нормах ФАО вміст нітратів у питній воді повинен бути не більше 50 мг/л, у продуктах харчування — 250 мг/кг сирої речовини. ДК (допустимі концентрації) для нитрозоамінів не вище 0,005 мг/кг. У дитячому харчуванні обмеження жорсткіше: в Угорщині 400 мг/кг, Німеччини — 250, у Франції і Бельгії — 50, у Швейцарії — 400 мг/кг (присутність нітритів не допускається). ВІЗ рекомендує 250 мг/кг. У колишньому СРСР припустима добова доза нітратів для людини була 312,5 мг/кг [88]

Під час застосування азотних добрив необхідно дотримуватися певних правил: рекомендується належний контроль за виконанням агротехнічних заходів, які попереджують втрати добрив і зменшують забруднення навколишнього середовища сполуками азоту, тобто необхідно забезпечувати повне і високоефективне використання мінеральних добрив та гною з урахуванням рекомендованих доз. термінів та способів їх внесення,

Внесення підвищених доз азотних добрив у ґрунт призводить до вилягання злакових культур, знижує урожайність та якість продукції, збільшує вміст азоту в зелених кормах та овочах, викликаючи мимовільні втрати та забруднення навколишнього середовища. Загалом, підвищення доз внесення азоту, як і зниження доз фосфору та калію в складі повного добрива, зменшує вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків та крохмалю в бульбах картоплі, погіршує якість плодів та овочів, негативно відбивається на їх терміні зберігання. Через підвищення доз азотних добрив у ґрунті зменшується доступ багатьох мікроелементів для рослин, що також негативно відбивається на урожаї та його якості.

Отже, дози добрив, що вносяться на поля, повинні бути оптимальними, їх надлишок може знизити врожай і погіршити його якість, спричинити

забруднення ґрунту, поверхневих та ґрунтових вод. Більш всього на сьогодні зловживають азотними добривами, як такими, що сприяють росту рослин. Надлишок цих добрив у ґрунті знижує цукристість, вміст крохмалю та вітамінів у рослинах. До того ж, ці добрива сприяють нагромадженню в рослинах небілкових форм азоту (нітратів).Через надмірне використання азотних мінеральних добрив (аміачної води, карбаміду, сульфату амонію, селітри) нітрати, які засвоювали рослини, не повністю синтезуються на білки та інші складні органічні сполуки. Вони накопичуються в різних органах рослин (корінні, листі, плодах) і стають небезпечними для нашого здоров'я, особливо дітей.

В умовах інтенсифікації раціональне використання ресурсно-природного потенціалу у сфері сільськогосподарського виробництва, зокрема, ґрунтів і надійний захист навколишнього середовища та вирощування екологічно безпечної якісної продукції - одна з важливих соціально-екологічних проблем виживання суспільства.

Відомі критерії щодо площ, придатних для вирощування якісної продукції. яких на жаль залишилося дуже мало. Для них характерна природна або ж поновлена чистота ґрунтів та вирощування продовольчих культур в умовах, позбавлених екологічно небезпечних технологій. Тут повністю повинно бути виключене застосування всіх видів високотоксичних і персистентних агрохімікатів.

Для одержання екологічно безпечної чистої продукції, без токсичних решток - шкідливих для здоров'я людей і тварин речовин, необхідна оптимізація режиму живлення рослин з використанням збалансованих добрив (гною, біогумусу, сидератів) та із значним обмеженням мінеральних і застосуванням біологічних, механічних і фізичних методів захисту рослин. Органічні добрива не повинні містити забруднюючих, включаючи радіоактивні, речовин і не позначатися негативно на природному балансі речовин в ґрунті.

ВИСНОВКИ

1. Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в Лісостепу України на чорноземах опідзолених важко суглинкових, як підтверджують наші дослідження , норми гною в зерно-бурякових сівозмінах повинні бути в межах 9–13,5 т/га сівозмінної площі.

2. Збільшення насиченості сівозміни органічними добривами сприяє підвищенню вмісту в ґрунті рухомих форм азоту, фосфору і калію, сприяє збільшенню суми ввібраних основ ґрунту і ступеня насичення його основами, а також знижує кислотність ґрунту, порівняно до варіанту без застосування добрив.

3. При насиченості сівозміни 18 т/га гною підвищується урожайність ячменю ярого на 50 %. Дана норма гною являється найбільш ефективною для формування якості вирощуваної продукції.

4. Найбільший додатковий умовно чистий прибуток за рахунок органічних добрив отримано при внесенні на 1 га сівозмінної площі 18 т гною, що забезпечує його на рівні 9247 грн/га з рівнем рентабельності 44 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Господарствам Правобережного Лісостепу України доцільно забезпечити насиченість органічними добривами не менше 13,5 т/га. Така насиченість органічними добривами забезпечує бездефіцитний баланс гумусу. Тому, там де виробляється недостатня кількість гною необхідно вишукувати резерви застосування інших органічних добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів / Б.С. Носко. Харків: Вид. „13 типографія”, 2010. 239 с.

2. Гумусовий стан чорноземів та шляхи його поліпшення / [О.М. Грінченко, Р.Г. Дерев’янко, О.О. Бацула та ін.] // Як зберегти і підвищити родючість чорноземів / [О.М. Грінченко, Р.Г. Дерев’янко, О.О. Бацула та ін.]. К.: Урожай, 2004. С. 38–48.

3. Александрова Л.Н. Органічна речовина ґрунту та процеси її трансформації / Л.Н. Александрова. Наука, 2005. 286 с.

4. Чесняк Г.Я. Параметри гумусного стану ґрунтів / Г.Я. Чесняк, О.О. Бацула, Р.Г. Дерев’янко // Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті / За ред. О.О. Бацули. К.: Урожай, 2007. С. 77–92.

5. Надєжкіна Є.В. Вплив реакції середовища вилуженого чорнозему на азотний режим, урожай і якість ярої пшениці / Є.В. Надєжкіна, С.М. Надєжкін, А.П. Стаценко, К.К. Лазарєв // Агрохімія. 2001. №9. С. 17–25.

6. Мироненко В.С. Щоб одержувати високі врожаї / В.С. Мироненко // Техніка АПК. 2008. №1. С. 11–12.

7. Бацула О.О. Роль активної поверхні в процесах гумусоутворення / О.О. Бацула // Агрохімія і ґрунтознавство: спец. випуск «Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України». Харків, 2002. Кн. 2. С. 12–14.

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

9. Державін Л.М. Про комплексну оцінку родючості орних земель / Л.М. Державін, А.С. Фрід // Агрохімія. 2001. №9. С. 5–12.

10. Господаренко Г.М. Агрохімія / Г.М. Господаренко, О.М. Геркіял та ін. – К.: Вища школа, 2008. 471 с.

11. Козлова М.В. Агрохімічне забезпечення високопродуктивних технологій вирощування зернових культур / М.В. Козлова, А.А. Плішко. К.: Урожай, 1991. 232 с.

12. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи / В.І. Кисель. Харків: Штрих, 2000. 162 с.

13. Карасюк І.М. Норми добрив і системи удобрення в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур при систематичному і довготривалому їх застосуванні у сівозміні / І.М. Карасюк // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету (спец. випуск). Умань: УДАУ, 2003. 1020 с.

14. Савич В.І. Ґрунтознавство як чинник деградації ґрунтів / В.І. Савич, Х.А. Амерчужин, А.В. Соловйова, О.Д. Сидоренко, У.А. Ібрахім // Агрохімія. – 2009. №1. С. 5–11.

15. Мінєєв В.Г. Агрохімія, мікробіологічні та фітотоксичні властивості ґрунту в період післядії добрив / В.Г. Мінєєв, Н.Ф. Гомонова, І.Н. Скворцова, К.А. Виноградова, Е.Т. Лемму // Агрохімія. 2009. №7. С. 19–23.

16. Недвига М.В. Ґрунти Черкаської області та шляхи їх раціонального використання / М.В. Недвига // Вісник УНУС. 2005. С. 25–27.

17. Господаренко Г.М. Зміни кислотно-основних властивостей опідзоленого чорнозему при тривалому застосуванні різних систем удобрення / Г.М. Господаренко // Збірник наукових праць. Умань, 2008. С. 24–29.

18. Геркіял О.М. Вплив різних систем і норм удобрення в сівозміні на формування врожаю основних сільськогосподарських культур / О.М. Геркіял // Збірник наукових праць. Умань, 2003. С. 51–58.

19. Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України / М.В. Недвига. К.: Сільхозосвіта, 1994. 344 с.

20. Єлькіна Г.Я. Дія високих доз органічних добрив на меліорованих підзолистих ґрунтах / Г.Я. Єлькіна, Т.П. Константінова // Агрохімія, 2008. №5. С. 68–75.

21. Зінченко О.І. Біологічне рослинництво / О.І. Зінченко, О.С. Алексєєва, П.М. Приходьмо та ін.; за ред. О.І. Зінченка. К.: Вища школа, 1996. 239 с.

22. М'язин Н.Г. Вплив застосування добрив і меліорантів на показники родючості ґрунту / Н.Г. М'язин // Агрохімія. 2007. №12. С. 26–30.

23. Квасов В.А. Органічні добрива і родючість ґрунтів / В.А. Квасов // Хімізація сільського господарства. 2010. №12. С. 17–19.

24. Єрошенко А.Н. Органічні добрива, урожайність і якість продукції / А.Н. Єрошенко, С.С. Сдобніков, В.Д. Штирхунов, Н.А. Корнійчук // Хімізація сільського господарства. 2003. №5. С. 37–40.

25. Барштейн Л.А. Вплив добрив на урожайність культур, баланс елементів живлення і родючість ґрунту в Лісостепу України / Л.А. Барштейн, В.Н. Якіменко, І.С. Шкорядной // Агрохімія. 2007. №7. С. 12–19.

26. Сдобніков С.С. Вплив органічних добрив і способів їх загортання на родючість дерново-підзолистого ґрунту та урожай культур / С.С. Сдобніков, І.Г. Мєльцаєв // Агрохімія. 2008. №2. С. 27–30.

27. Уваров Г.І. Глибоке розпушування і пошарове внесення органічних добрив на типових чорноземах північно-східної Лісостепу України / Г.І. Уваров // Агрохімія. 2005. №7. С. 71–76.

28. Лозановська І.М. Теорія і практика використання органічних добрив / І.М. Лозановська та ін. К.: Аграрна Наука, 2008. 96 с.

29. Тараріко Ю.О. Гумусний стан дерново-підзолистого ґрунту та еколого-енергетична ефективність органічних і мінеральних добрив на Поліссі / Ю.О. Тараріко // Вісник аграрної науки. 2002. №7. С. 5–9.

30. Мінєєв В.Г. Органічні добрива в інтенсивному землеробстві / під ред. В.Г. Мінєєва. К.: Колос, 2004. 303 с.

31. Цуркан М.А. Агрохімічні основи застосування органічних добрив / М.А. Цуркан. Кишинів, 2006. 287 с.

32. Галасун Ю.П. Зміна водостійкості структури ґрунту залежно від системи удобрення / Ю.П. Галасун // Збірник наукових праць. Умань: УДАУ, 2008. С. 21–24.

33. Медведєв В.В. Фізико-хімічні властивості чорноземів / В.В. Медведєв, П.Г. Адерихін, Ф.Я. Гаврилюк, Г.Я. Чесняк // Руський чорнозем 100 років після Докучаєва. К. Аграрна Наука, С. 199–214.

34. Лактіонова Т.Н. Зміна фізичних властивостей чорнозему при внесенні гною / Т.Н. Лактіонова // Ґрунтознавство. 1990. №8. С. 73–83.

35. Зезюлова Н.І. Вплив добрив на вміст органічної речовини у вилуженому чорноземі / Н.І. Зезюлова, А.В. Дєдов // Агрохімія. 2007. №12. С. 17–22.

36. Матвієць О.Г. Органічні добрива в системі удобрення сівозмін низинної зони Закарпатської області / О.Г. Матвієць // Агроекологічний журнал. 2002. №1. С. 20–24.

37. Недвига М.В. Ґрунти Черкаської області та шляхи їх раціонального використання / М.В. Недвига // Вісник аграрної науки. 2009. №9. С. 25–27.

38. Шамрій Н.М. Вплив різних систем застосування добрив на вміст гумусу в дерново-підзолистому ґрунті / Н.М. Шамрій // Агроекологічний журнал. 2002. №1. С. 39–41.

39. Геркіял О.М. Продуктивність культур і баланс поживних речовин у зерно-буряковій сівозміні на опідзоленому чорноземі після 30-річного застосування добрив / О.М. Геркіял, О.Д. Черно, І.С. Кравець // Вісник аграрної науки. 2009. Вересень. С. 17–21.

40. Кравець І.С. Фракційний склад азотного фонду опідзоленого чорнозему після тривалого удобрення / І.С. Кравець // Збірник наукових праць. Умань: УДАУ, 2008. С. 85–92.

41. Бацула А.А. Органічні добрива / А.А. Бацула, Е.Г. Дегодюк, В.І. Гамелек та ін.; під ред. А.А. Бацули. К.: Урожай, 2008. 184 с.

42. Геркіял О.М. Вплив різних видів та доз добрив на вміст рухомих фосфатів у ґрунті / О.М. Геркіял // Збірник наукових праць Уманського ДАУ (спец. випуск). Умань: УДАУ, 2003. С. 10–20.

43. Аркуша В.Є. Вплив тривалого застосування гною та мінеральних добрив на продуктивність культур польової сівозміни і родючість реградованого

чорнозему Правобережної Лісостепу України / В.Є. Аркуша, А.І. Буджерак // Агрохімія. 2004. №3. С. 31–37.

44. Черно О.Д. Калійний фонд опідзоленого чорнозему після тривалого застосування добрив / О.Д. Черно // Збірник наукових праць. Умань: УДАУ, 2006. С. 592.

45. Носовська І.І. Вплив тривалого систематичного застосування різних форм мінеральних добрив і гною на накопичення міді й цинку в ґрунті та їх господарський баланс / І.І. Носовська, Г.А. Соловйов, В.С. Єгоров // Агрохімія. 2000. №9. С. 50–56.

46. Карасюк І.М. Зміни агрохімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунту після довготривалого застосування добрив у сівозміні / І.М. Карасюк, Л.В. Чорна // Вісник аграрної науки. 2001. Вересень. С. 34–38.

47. Давлятшин І.Д. Динаміка агрохімічних властивостей орних ґрунтів та урожайність озимого жита / І.Д. Давлятшин, Ш.А. Алієв, Л.Г. Гафарова // Агрохімія. 2001. №1. С. 13–16.

48. Карасюк І.М. Відтворення родючості ґрунту на шляху до ринку / І.М. Карасюк // Збірник наукових праць Уманського ДАУ „Сучасні проблеми рослинництва і кормовиробництва” (ч. 2). Умань: УДАУ, 2004. С. 14–19.

49. Кононова М.Н. Органічна речовина ґрунту: її природа, властивості та методи поліпшення / М.Н. Кононова. М.: Вид-во ААН, 1963. 314 с.

50. Панников В.Д. Ґрунт, клімат, добриво і урожай / В.Д. Панников, В.Г. Мінєєв; 2-ге перероб. і доп. вид, 2007. –406 с.

51. Бука А.Я. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування / за ред. А.Я. Буки, Г.Г. Дуди. К.: Урожай, 2000. 208 с.

52. Васильєв В.А. Довідник з органічних добрив / В.А. Васильєв, Н.В. Філімонова. К.:Урожай, 2008. 255 с.

53. Жемела Г.П. Добрива, урожай і якість зерна / Г.П. Жемела. К.: Урожай, 2001. 136 с.

54. Попов П.Д. Органічні добрива / П.Д. Попов, В.І. Хохлов, А.А. Єгоров та ін. : Довідник К.: Урожай, 2006. 207 с.

55. Кулаковська Т.Н. Оптимізація агрохімічної системи ґрунтового живлення рослин / Т.Н. Кулаковська. К.: Колос, 2010. 280 с.

56. Логачев С.А. Досвід застосування органічних добрив / С.А. Логачев // Механізація та електрифікація сільського господарства. 2002. №2. С. 8–9.

57. Новіков М.Н. Правильне застосування безпідстилкового гною / М.Н. Новіков // Землеробство. 2007. №3. С. 25–26.

58. Лісовал А.П. Система застосування добрив / А.П. Лісовал, В.М. Макаренко, С.Н. Кравченко. К.: Вища школа, Головне видавництво, 2009. 319 с.

59. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив / Г.М. Господаренко. К.: Нічлава, 2002. 344 с.

60. Аркуша В.Є., Буджерак А.І. Вплив тривалого застосування гною та мінеральних добрив на продуктивність культур польової сівозміни і родючість реградованого чорнозему Правобережної Лісостепу України // Агрохімія. 2008. №3. С. 31–34.

61. Буджерак А.І. Реакція ячменю на післядію різних систем удобрення // Вісник аграрної науки. 2001. №6. С. 11–13.

62. Артюшин А.М. Добрива в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур / А.М. Артюшин. К.: Нічлава, 2001. 223 с.

63. Геркіял О.М., Черно О.Д. Продуктивність культур зерно-бурякової сівозміни залежно від норм і систем удобрення // Збірник наукових праць. УНУС, 2010. С. 65–74.

64. Геркіял О.М., Черно О.Д. Продуктивність культур і баланс поживних речовин у зерно-буряковій сівозміні на опідзоленому чорноземі після 30-річного застосування добрив // Вісник аграрної науки. 2009. С. 17–21.

65. Чуонг Занг Вплив органічних і мінеральних добрив на якість зерна сої в Лісостепу України // Вісник аграрної науки. 2010. №9. С. 75–77.

66. Недвига М.В., Хомчак М.Ю., Осадчий О.С., Бойко Л.О. Лабораторний і польовий практикум з ґрунтознавства. К.: Агропромвидав України, 1999. 240 с.

67. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289 : 2004. – [Чинний від 2004-05-30]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с.

68. Якість ґрунту. Визначення pH (ISO 10390 : 1994, IDT): ДСТУ ISO 10390 : 2001. – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. 12 с.

69. Ґрунти. Визначення гідролітичної кислотності за методом Каппена у модифікації ЦІАНО: ГОСТ 26212–91. [Чинний від 1993-07-01]. 7 с.

70. Арінушкіна Є.В. Керівництво з хімічного аналізу ґрунтів / Є.В. Арінушкіна. С. 130–136.

71. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту у модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 4729 : 2007. – [Чинний від 2008-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 17 с.

72. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирікова: ДСТУ 4115 : 2002. [Чинний від 2003-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2002. 10 с.

73. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімічної хімії: Навч. посібник / І.М. Карасюк, О.М. Геркіял, М.В. Недвига та ін.; за ред. І.М. Карасюка. К.: ЗАТ "Нічлава", 2001.192 с.

74. Тудель М.І. Економіко-енергетичний аналіз інтенсивних технологій / М.І. Тудель, А.М. Огінський // Наукові основи ведення господарства / за ред. В.Ф. Сайка. К.: Урожай, 1994. С. 320–325.

75. Попович І.В. Методика економічних досліджень у сільському господарстві: Навч. посібник для студентів с.-г. вузів екон. спец. / І.В. Попович. К.: Економіка, 1982. – 216 с.

76. Бутко Д.А. Практикум з охорони праці / Д.А. Бутко, В.Л. Лущенко, С.Д. Лехман. К.: Урожай, 2005. 144 с.

77. Винокурова Л.Є. Основи охорони праці / Л.Є. Винокурова, М.В. Васильчук, М.В. Гаман. Підручник. К., 2001. 265 с.

78. Піскун І.П. Працездатність та здоров’я людини / І.П. Піскун, М.К. Хобзей, Т.В. Сілін. Навч. посібник; за ред. к.т.н., доц. І.П. Піскуна. Львів: Афіша, 2023. 298 с.

79. Гандзюк М.П. Основи охорони праці / М.П. Гандзюк, Є.П. Жалібо, М.О. Халімовський. К.: Каравелла, Львів: Новий світ 2000, 2004. 298 с.

80. Івах Р.М. Основи охорони праці / Р.М. Івах, Я.І. Бедрій, Б.О. Білінський, М.М. Козяр. Навч. посібник. 4-е вид., пер. і доп.; під ред. Р.М. Іваха. К.: Кондор, 2011. 245 с.

81. Бойчук Ю.Д. Екологія і охорона навколишнього середовища / Ю.Д. Бойчук, Е.М. Солошенко, О.В. Бугай. Навч. посібник. 3-тє вид., випр. і доп. – Університетська книга, 2005. 316 с.

82. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. К.: Вища школа, 2003. 358 с.

83. Мерзла Г.Є. Охорона навколишнього середовища при використанні безпідстилкового гною / Г.Є. Мерзла, Н.І. Володарська // Хімізація сільського господарства. 2011. №11. С. 47–51.

84. Коновал Н.Д. Екологічно безпечне використання гною / Н.Д. Коновал // Землеробство. 2010. №9. С. 49–51.

85. Варюшкіна Н.М. Нітрати в рослинах / Н.М. Варюшкіна // Хімізація сільського господарства. 2011. №11. С. 72–76.