

**МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)**

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

« ____ » _____ 2025 р.

Зав. кафедри, к. с.-г., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр**

**ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ БУРЯКА ЦУКРОВОГО ЗА
ОРГАНІЧНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

Виконав: студент 2 курсу, групи 23 м-а

спеціальності 201 Агрономія

БОЙКО Максим Сергійович

Керівник: МАРТИНЮК Андрій, к. с.-г. н, доцент

Умань – 2025

З М І С Т

	ВСТУП.....	3
Розділ 1.	ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА ОРГАНІЧНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ (огляд літератури).....	5
	1.1. Гумусний стан ґрунту як показник його родючості.....	5
	1.2. Формування врожайності буряка цукрового за органічної системи удобрення в сівозміні.....	10
Розділ 2	БУРЯК ЦУКРОВИЙ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	16
	Характеристика гібриду Концертіна.....	16
Розділ 3.	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
	3.1. Характеристика ґрунту під дослідом.....	17
	3.2. Погодні умови.....	18
	3.3. Схема досліду.....	20
	3.4. Агротехніка вирощування буряка цукрового в досліді.....	21
	3.5. Методика проведення досліджень.....	22
Розділ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
	4.1. Вплив органічної системи удобрення в сівозміні на вміст і запаси гумусу в чорноземі опідзоленому.....	24
	4.2. Вплив органічної системи удобрення в сівозміні на поживний режим чорнозему опідзоленого.....	27
	4.3. Формування врожайності буряка цукрового за органічної системи удобрення в сівозміні.....	31
	4.4. Вміст цукру в коренеплодах буряка цукрового і його розрахунковий збір з одиниці площі за органічної системи удобрення в сівозміні.....	34
	4.5. Окупність гною додатковим збором цукру за органічної системи удобрення в сівозміні.....	36
Розділ 5.	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ	39
Розділ 6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	42
	6.1. Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх зниженню за вирощування буряка цукрового в НВВ Уманського НУ.....	42
	6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні органічних добрив під буряк цукровий.....	44
	ВИСНОВКИ.....	48
	ПРОПОЗИЦІЇ ..ВИРОБНИЦТВУ.....	49
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
	ДОДАТКИ.....	56

ВСТУП

Буряк цукровий є однією з основних технічних культур, що вирощується в Україні. Ґрунтові та агрокліматичні умови більшості бурякосіючих районів України в цілому забезпечують ефективне застосування сучасних технологій виробництва буряку цукрового і майже у 70-80 % років дозволяють отримувати високі врожаї коренеплодів з достатнім рівнем цукристості та технологічних якостей. Проте, навіть у межах окремих господарств є значні відмінності потенційних умов формування якісного врожаю, насамперед через об'єктивні відхилення показників родючості ґрунту та незбалансованого живлення.

Для формування врожаю рослини буряку цукрового використовують значну кількість поживних речовин. При цьому більше третини його формується за рахунок внесення добрив. Проте застосування добрив, особливо органічних, в країні за останні роки зменшилася в 8-9 разів. Це негативно впливає на родючість ґрунтів та рівень врожайності сільськогосподарських культур найбільш вибагливих до наявності рухомих сполук елементів живлення в ґрунті, зокрема і буряку цукрового. Тому виникає необхідність у проведенні тривалих досліджень з удобренням буряку цукрового у різних агроєкологічних умовах.

Актуальність теми полягає у вивченні оптимальних доз органічних добрив під буряк цукровий гібриду Концертіна на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України.

Мета і задачі досліджень. Дослідженнями, які проводилися в польовому стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства передбачали:

1. Вивчити вплив органічних добрив за систематичного їх внесення в польовій сівозміні на вміст і запаси гумусу в чорноземі опідзоленому.
2. Встановити вплив різних доз органічних добрив на поживний режим чорнозему опідзоленого.
3. Визначити вплив різних доз органічних добрив на ріст, розвиток і формування врожайності буряку цукрового гібриду Концертіна.

4. Обґрунтувати оптимальні дози органічних добрив під буряк цукровий на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу.

Наукова новизна. В умовах Правобережного Лісостепу встановлено вплив різних доз органічних добрив на вміст гумусу, поживний режим чорнозему опідзоленого та формування врожайності коренеплодів буряку цукрового гібриду Концертіна.

Практичне значення. Дослідження дають підстави рекомендувати виробництву оптимальні дози органічних добрив, за внесення яких можна забезпечити збереження родючості чорнозему опідзоленого й високу продуктивність буряку цукрового в Правобережному Лісостепу України.

Особистий внесок дипломника полягає в опрацюванні наукової літератури, закладанні досліду, відбиранні ґрунтових і рослинних зразків, проведенні їх аналізів, узагальненні отриманих результатів та формуванні висновків і пропозицій виробництву.

Апробація результатів досліджень. Основні положення та результати досліджень висвітлювалися на засіданні наукового студентського гуртка кафедри агрохімії і ґрунтознавства (Умань, 2024 р.), а також на Всеукраїнській студентській науковій конференції, приуроченій 125-річчю від дня народження видатного вченого і педагога у галузі землеробства професора С. С. Рубіна (Умань, 2025 рік), за матеріалами якої опубліковано статтю (Додаток Б).

РОЗДІЛ І

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ БУРЯКА ЦУКРОВОГО ЗА ОРГАНІЧНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ

(огляд літератури)

1.1. Гумусний стан ґрунту як показник його родючості

Ґрунт є основною складовою будь-якого агроценозу, основою його існування й ключовою ланкою аграрного виробництва. Важливим показником ґрунту, який впливає на продуктивність сільськогосподарських культур, є його родючість [1].

В Україні є багато високопродуктивних, потенційно родючих земель, основу яких складають генетично родючі чорноземні ґрунти. Згідно структури сільськогосподарських угідь чорноземи і близькі за генезисом ґрунти займають в державі біля 22 млн га, що становить близько 68 % площі земель сільськогосподарського призначення [2].

Здатність ґрунту створити необхідні умови для розвитку сільськогосподарських культур та формування врожаю тісно пов'язана із вмістом у ньому органічних речовин. Гумус є джерелом необхідних рослинам макро- і мікроелементів, а в чорноземах вміст загального азоту складає 98% та більше 50% валового фосфору [3]. Ряд науковців вважають, що гумус є індикатором якості ґрунту, який визначає його здатність функціонувати всередині екосистем, підтримувати біологічну продуктивність і якість довкілля [4–5].

За даними науковців [6–7] між вмістом гумусу та родючістю чорноземів типових існує тісний зв'язок. Проте в сучасних умовах мало знати кількість гумусу в ґрунті, необхідно розуміти, які основні механізми та закономірності забезпечують отримання максимальних стабільних врожаїв. Вважається, що оптимальним є такий вміст гумусу, коли забезпечується стійке отримання високого врожаю, а головним критерієм є визначення нижньої межі його вмісту, за якого нестача в ґрунті органічної речовини гальмує формування

цього високого врожаю. При визначенні верхньої межі необхідно керуватися чисто економічними категоріями [8].

Зміни вмісту і складу гумусу внаслідок інтенсивної сільськогосподарської експлуатації чорноземів негативно позначаються на ефективній родючості ґрунту і, як наслідок, призводить до зниження продуктивності посівів [4].

Встановлено, що основними причинами втрат гумусу при освоєнні ґрунтів є зменшення кількості рослинних решток і лабільних гумусових речовин, збільшення біогенності, порівняно з природним ценозом, що в подальшому спричиняє порушення структури поверхневого шару, зміни водного режиму й посилення мінералізаційних процесів [9–10].

До найпоширеніших чинників деградації ґрунтів та зниження їх родючості потрібно віднести невиконання землеробського «закону повернення», тобто внесення в ґрунт з добривами значно меншої кількості елементів живлення, ніж було винесено з урожаєм [11].

На думку Я. П. Цвея [12], за сучасного сільськогосподарського виробництва важливою проблемою є зниження темпів деградації та стабілізації ґрунтової родючості, яке відбувається за рахунок порушення сівозмін, ігнорування законів землеробства, зокрема повернення органічних речовин та елементів живлення. Важливим чинником підвищення родючості ґрунту є застосування органічних добрив, які не тільки підвищують урожай, а й мають значний вплив на його агрохімічні властивості.

За даними численних досліджень у ґрунтах України спостерігаються значні втрати гумусу і елементів живлення [13–15].

За різними оцінками, щорічні втрати гумусу у ґрунтах становлять: на Поліссі – 0,7–0,8 т/га; у Лісостепу – 0,6–0,7; Степу – 0,5–0,6; загалом в Україні – 0,6–0,7 т/га [16]. Особливо інтенсивно ці процеси відбуваються на ґрунтах, де культури вирощують без внесення добрив.

За даними науковців [17] вміст гумусу в шарі 0–20 см темно-сірого опідзоленого ґрунту за використання впродовж 19 років без удобрення зменшився до вихідного рівня на 0,33 %, або на 8,9 т/га.

В інших дослідках, що проводилися на темно-сірому опідзоленому ґрунті, вміст гумусу після 40 років використання на ділянках без добрив зменшився, порівняно з органо-мінеральною системою удобрення, на 0,18 %. А за даними науковців відділу агрохімії ННЦ «Інститут землеробства НААН» в сірому лісовому ґрунті на контролі без добрив за 50-річного ведення сівозміни вміст гумусу зменшився на 0,22 % [18].

На Верхняцькій дослідно-селекційній станції абсолютні втрати гумусу в чорноземі опідзоленому після 50 років використання без внесення добрив становили 1,06 % (37,94 т/га) [19].

Вважають, що стабілізацію та підвищення вмісту гумусу в ґрунті можна досягти застосуванням органічних і мінеральних добрив. При цьому важливе значення має насиченість сівозміни органічними добривами [20].

За даними [21] 1 т внесеного гною в середньому забезпечує утворення такої кількості гумусу в ґрунті, кг: на Поліссі –42, в Лісостепу – 54, в Степу – 59. Вони поповнюють ґрунт органічною речовиною, покращують водний режим, агрохімічні і біологічні властивості ґрунту та забезпечують рослини елементами живлення.

В дослідках [22] довготривале (6 років) застосування органічної системи удобрення сприяло покращенню гумусового стану чорнозему реградованого, за якої вміст гумусу в 0–20 см шарі ґрунту зріс на 0,31 %, а в 30–40 см – на 0,07 %.

На думку [23] для підтримання в дерново-підзолистому ґрунті стабільного рівня вмісту гумусу необхідно вносити 10-17 т/га підстилкового гною.

Дослідженнями науковців Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків встановлено, що для підтримання вмісту гумусу в ґрунті на попередньому рівні на 1 га ріллі в польовій сівозміні з буряками цукровими

за 20 % насичення просапними культурами потрібно вносити не менше 6 т гною, за 30 % – до 9, а 50 % – до 12 тонн [24].

За даними [25] для підтримання бездефіцитного балансу гумусу на різних типах ґрунтів необхідна така насиченість сівозміни органічними добривами у перерахунку на підстилковий гній, т/га: на дерново-підзолистих середньо- і важкосуглинкових 10–12; супіщаних – 12–15; чорноземах типових і звичайних у сівозмінах без трав 6–8, з травами (20 %) – 4–5, вилужених – 7–12, карбонатних – 5–10; каштанових – 4–5; на зрошуваних землях – 13. У сівозмінах без багаторічних трав ці дози гною потрібно збільшити на 20–30 %.

Вітчизняна наука накопичила значний обсяг експериментальних даних щодо впливу добрив за різних систем удобрення на органічну речовину ґрунту. При порівнянні систем удобрення встановлено, що їх застосування не завжди позитивно впливає на стан органічної речовини ґрунтів. За даними науковців [26] за мінеральної системи удобрення з вилученням основної й особливо нетоварної продукції відбувається зниження вмісту гумусу. Залишення на полі нетоварної продукції є важливою складовою відтворення органічної частини ґрунту.

Інші науковці [27] вважають, що основним джерелом поповнення органічної речовини у ґрунті є кореневі рештки рослин. З підвищенням врожаю сільськогосподарських культур унаслідок поліпшення агротехнологічних прийомів збільшується частка корневих решток. Суттєвим фактором збільшення надходжень корневих решток є застосування добрив, частка впливу яких складає 30–50 %. Органічні добрива при цьому мають як прямий, так і опосередкований вплив на поповнення органічної речовини в ґрунті. Систематичне застосування органічних і мінеральних добрив дає можливість не тільки призупинити втрати гумусу, а й підвищити його вміст у ґрунті. Активне надходження органічної речовини з добривами і біомасою рослин створюють позитивний резерв для процесу мобілізації й гуміфікації.

Вміст органічних речовин у ґрунті тісно пов'язаний з вмістом азоту . За узагальненими даними валовий вміст азоту в чорноземних ґрунтах України становить 0,2–0,5 % . Азотний режим ґрунту тісно корелює зі ступенем його окультуреності та вмістом органічних речовин у ґрунті, але за цими показниками все ж таки важко оцінити конкретний рівень забезпечення азотного живлення рослин [28].

На відміну від азоту, сполуки фосфору мають низьку лабільність у ґрунті, що унеможлиблює їх втрати шляхом вимивання або вивітрювання. Це створює умови для зростання запасів валового та рухомих сполук фосфору в ґрунті за внесення органічних і мінеральних добрив. Зміни у фосфатному фонді ґрунту також залежать від величини вилучення фосфору сільськогосподарськими культурами та внесених з добривами [29].

Дослідженнями науковців [30] встановлено, що як органічна, так і мінеральна системи удобрення на чорноземі типовому рівнозначно впливали на вміст валового фосфору. Його помітне збільшення спостерігалось в орному та підорному шарах до глибини 0–50 см. За мінеральної системи удобрення інтенсивніше проходило накопичення мінеральних сполук фосфатів. Достовірне збільшення запасів органічних сполук фосфору було за органічної системи удобрення.

За даними досліджень учених [31] за сумісного внесення мінеральних і органічних добрив відбувається стабілізація валових і рухомих запасів калію в ґрунті та покращення умов калійного живлення рослин. Але вирощування сільськогосподарських культур без внесення добрив, особливо на ґрунтах легкого гранулометричного складу, впродовж тривалого часу може призвести до зменшення запасів рухомих сполук калію у ґрунті.

Останнім часом як органічне добриво в буряківництві широко використовують соломку пшениці озимої, яка залишається на полі після її збирання комбайном (4–6 т/га). При цьому в ґрунт повертається 18–27 кг азоту, 3–4,5 фосфору, 26–39 кг калію і відповідна кількість мікроелементів [32].

Отже, за даними різних досліджень ґрунти унаслідок сільськогосподарського використання змінюють свої агрохімічні властивості. Найбільш інтенсивно ці процеси відбуваються за тривалого застосування мінеральних добрив у сівозмінах. Органічна система удобрення не лише забезпечує оптимальні умови живлення рослин, а й сприяє збереженню та підвищенню родючості ґрунтів.

1.2. Формування врожайності буряка цукрового за органічної системи удобрення в сівозміні

Впродовж багатьох років у системі удобрення буряку цукрового вирішальну роль у регулюванні ґрунтової родючості та формуванні високих врожаїв коренеплодів відігравали органічні добрива.

За даними вчених [33] буряк цукровий добре реагує на безпосереднє внесення і післядію гною та інших органічних добрив. Ефективність гною залежить від ґрунтово-кліматичних умов, доз, місця його внесення в сівозміні. Якщо планується виростити врожай 50 т/га і більше в умовах достатнього зволоження, то під буряк цукровий гній вносять у дозі 40–50 т/га, а у районах нестійкого зволоження – 30–40 т/га.

Встановлено, що гній можна вносити як безпосередньо під буряк цукровий, так і під попередник. Але він має бути напівперепрілим, оскільки свіжий гній унаслідок інтенсивного розкладання посилює живлення буряку цукрового азотом і спричиняє сильну забур'яненість посівів [34].

Ефективність гною в різних ґрунтово-кліматичних зонах є неоднаковою. Так, в умовах достатнього зволоження приріст врожаю коренеплодів у розрахунку на 1 га гною становить 100–250 кг, в умовах нестійкого 150–200, а в умовах недостатнього зволоження – 100–150 кг [35].

Із 10 тонн стандартного підстилкового гною буряк цукровий для формування врожаю використовує в середньому по 10 кг азоту і фосфору та 35 кг калію. Окрім макроелементів, у гною є ще мікроелементи та стимулюючі речовини. Так, кожна тонна сухої речовини гною ВРХ містить

близько 20 кг азоту, 8–10 – фосфору (P_2O_5), 24–28 кг калію (K_2O), 28 – кальцію (CaO), 6 – магнію (MgO), 4 кг сірки (SO_3), 20–40 бору, 200–400 – марганцю (MnO), 20–30 – міді, 125–300 – цинку, 2–3 – кобальту та 2–2,5 г молібдену [36].

В дослідженнях, що проводилися в стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУ на чорноземі опідзоленому, вивчали продуктивність буряку цукрового після тривалого застосування органічної системи удобрення в польовій сівозміні. За результатами тривалих досліджень встановлено, що чорнозем опідзолений має високу природну родючість, який здатний забезпечувати врожайність буряку цукрового на ділянках, де впродовж 50 років не вносили добрив на рівні 29,4–31,2 т/га. Систематичне застосування органічних добрив у сівозміні та внесення під буряк цукровий 60 т/га гною забезпечило одержання 50 т/га коренеплодів та 8,7 т/га цукру [37].

У дослідях Верхняцької ДСС врожайність коренеплодів на чорноземі опідзоленому була практично на одному рівні і становила 42,6 та 43,8 т/га у варіантах, де вносився гній 40 т/га у поєднанні із $N_{120}P_{120}K_{140}$ та 80 т/га чистого гною. Але цукристість була найвищою (15,3 %) за використання під буряк цукровий 80 т/га гною [38].

Дослідженнями, які проводилися на Веселоподільській дослідно-селекційній станції на чорноземі малогумусному слабосолонцюватому середньо суглинковому встановлено, що від внесення 25 т/га гною порівняно з неудобреним контролем, врожайність буряку цукрового у ланці з чорним паром підвищилась на 8,4 т/га, багаторічними травами – на 10,1; з кукурудзою на силос – на 13,5 т/га або на 25, 33 та 56 %. Внесення на фоні 25 т/га гною $N_{45}P_{60}K_{45}$ мінеральних добрив сприяло подальшому підвищенню врожайності культури, особливо в ланках сівозміни з непаровими попередниками. Збільшення добрив у два і три рази проти вказаної дози, було неефективним у всіх ланках сівозміни [40].

На темно-сірих опідзолених середньо суглинкових ґрунтах найвищий приріст урожаю коренеплодів (5,9 т/га) буряку цукрового одержали за удобрення гноєм (60 т/га), тоді як за використання редьки олійної як післяжнивного сидерату і соломи як органічних добрив забезпечило зростання врожайності культури на 0,5–1,7 т/га [41].

За даними досліджень, що проводилися на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції, за внесення органічних добрив спостерігалася тенденція до збільшення врожайності коренеплодів буряку цукрового та збору цукру, порівняно з внесенням оптимальних доз мінеральних добрив. На фоні органічних добрив рівень врожайності становив 41 т/га, збір цукру – 7,9 т/га, за цукристості – 12,3 % [42].

На Білоцерківській дослідній станції солому озимої пшениці в кількості 5 т/га + N₈₀P₁₀₀K₁₀₀ застосовували під буряк цукровий замість 20–30 т/га гною. Дослідження показали, що при цьому збільшується мікробіологічна активність ґрунту та вміст у ньому елементів живлення, хоча кількісні значення їх були менші, ніж при застосуванні гною [43].

На Вінницькій державній сільськогосподарській дослідній станції врожайність буряку цукрового при заорюванні врожаю соломи і 28 т/га гною в середньому за чотири роки становила 36,5 т/га, тоді як при заорюванні соломи і гірчиці білої – 33,4 т/га, однієї соломи – 32,5 т/га, а у варіанті без добрив – 31,4 т/га. Цукристість же коренеплодів була найвищою при заорюванні соломи – 17,6 %, проти 17,0–17,3 % в інших варіантах досліду [44].

За результатами досліджень [45], отримання врожайності коренеплодів буряку цукрового понад 50 т/га потребує внесення за різних умов від 30 до 40 т/га гною в поєднанні з мінеральними добривами, доза NPK яких становить 90–120 кг /га д.р.

Науковцями Львівського НАУ [46] встановлено, що поєднання органічних добрив з мінеральними сприяє зростанню врожайності коренеплодів. Гній, внесений у дозі 60 т/га, забезпечив зростання

врожайності коренеплодів буряку цукрового на 8,7 т/га, або на 29,8 %, тоді як за поєднання його з мінеральними добривами приріст до контролю становив 18,4 т/га. Найвища цукристість у досліді в середньому за три роки досліджень була на контрольному варіанті й становила 17,0 %. За внесення під буряк цукровий гною знижувало вміст цукру в коренеплодах до 16,8 %. За результатами інших досліджень, проведених у Львівському НАУ [47] пропонується під буряк цукровий на темно-сірих опідзолених середньо суглинкових ґрунтах Західного Лісостепу вносити мінеральні добрива у дозі $N_{150}P_{140}K_{160}$ на фоні 40 т/га змішаного гною. За такого поєднання добрив можна одержати високу врожайність коренів буряку цукрового – 49,6 т/га, за виходу цукру – 8,23 т/га.

За даними [48] в умовах сучасного виробництва, за різкого скорочення внесення органічних добрив, ефективним заходом підвищення продуктивності буряку цукрового можуть бути альтернативні джерела органічної речовини – побічна продукція та пожнивні сидеральні культури .

В зерно-буряковій сівозміні вивчали вплив підстилкового та безпідстилкового гною, соломи пшениці озимої та подрібнених стебел кукурудзи на родючість ґрунту і продуктивність буряку цукрового. В дослідях під глибоку оранку вносили 40 т/га підстилкового гною та безпідстилковий гній (100, 150 кг/га N), мінеральні добрива в дозі $N_{150}P_{150}K_{150}$, а також в окремих варіантах солону пшениці озимої та подрібнені стебла кукурудзи. Результати досліджень показали ефективність використання підстилкового та безпідстилкового гною і мінеральних добрив за вирощування буряку цукрового: врожайність збільшувалась до 43,3–48,9 т/га за 35,5 т/га на контролі. Внесення безпідстилкового гною підвищувало врожайність коренеплодів до 43,3–44,2 т/га з приростом 7,8–8,7 т та збором цукру – 7,4–7,6 т/га, а його поєднання з мінеральними добривами до 10,6–11,9 т/га та до 1,2–1,7 т/га – збір цукру, порівняно з контролем. За внесення 5 т/га соломи урожайність коренеплодів склала 45 т/га, приріст – 10,8 т/га, цукристість – 17,3 %, збір цукру – 7,8 т/га. На ділянках, де використовували

подрібнені стебла кукурудзи (5 т/га), врожайність коренеплодів становила 47,6 т/га, приріст – 13,4 т/га, цукристість – 16,9 % і збір цукру – 7,9 т/га. Дещо менші прирости врожайності (11,8–13,4 т/га) були за поєднання соломи, подрібнених стебел кукурудзи з безпідстилковим гноєм. Внесення 5 т/га соломи разом з мінеральними ($N_{150}P_{150}K_{150}$) добривами забезпечило одержання 49,5 т/га коренеплодів буряку цукрового за збору 8,2 т/га цукру[49].

За даними [32] від внесення на чорноземі опідзоленому важко суглинковому мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{100}K_{140}$ врожайність коренеплодів у ланці з конюшиною становила 41,5–45,0 т/га, вико-вівсом – 43,7; збір цукру – відповідно 6,18–7,41 та 7,21 т/га. Вища продуктивність буряку цукрового у ланці з вико-вівсом була у другій ротації за рахунок сприятливого водного режиму, який в умовах нестійкого зволоження зазвичай створюється в ланках з однорічними травами. У третій ротації продуктивність буряку цукрового у ланці з конюшиною зростала за рахунок підвищення родючості ґрунту. В ланці з конюшиною внесення мінеральних добрив і гною поступалось за ефективністю введенню елементів біологізації у систему удобрення ($N_{120}P_{100}K_{140}$ + солома пшениці озимої), що у другій ротації пов'язано зі зниженням цукристості коренеплодів на 0,6 %, а у третій – зменшенням урожайності коренеплодів на 1,1 т/га. Запровадження чистого пару і багаторічних бобових трав у складі сівозмін в умовах недостатнього зволоження та внесення органічних і мінеральних добрив у дозі 25 т/га гною + $N_{90}P_{120}K_{90}$ або $N_{130}P_{180}K_{135}$ забезпечувало збереження родючості чорнозему типового та отримання врожаю буряку цукрового у межах 29,3–31,3 т/га, а в сприятливі роки понад 40 т/га.

І. С. Шкаредний, Л. А. Барштейн встановили, що з підвищенням норм добрив окупність їх приростом врожаю і цукром знижується. Упродовж двох ротацій найвищою була окупність добрив цукром за внесення одинарної норми добрив і становила 7,34 кг на 1 кг діючої речовини, при подвоєнні норми – 3,93, а за потрібної норми – 1,92 кг [50] .

Окупність гною за органічної системи удобрення врожаєм буряку цукрового на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу України залежно від доз і перед попередників складала 220–248 кг. Як у ланці з конюшиною, так і в ланці з кукурудзою на силос найвища окупність гною була за одинарної (30 т/га) – 240 і 248 кг та полуторної (45 т/га) – 240–246 кг, а найнижча – за подвійної (60т/га) доз – 220 і 225 кг[51].

Отже, з наведених у літературному огляді даних видно, що застосування добрив у сівозміні по різному впливає на родючість ґрунтів і формування продуктивності буряку цукрового. Це залежить як від доз добрив і систем удобрення, так і тривалості проведення досліджень у різних агроекологічних умовах.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом наших досліджень були чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий та буряк цукровий гібриду Концертіна.

Характеристика гібриду буряка цукрового Концертіна

Концертіна – це диплоїдний гібрид, що поєднує високу врожайність із цукристістю. Виробник КВС, внесений у Державний реєстр сортів рослин України з 2019 року. Урожайно-цукристий, високо-цукристий (БТС 665), (NZ-тип), формує високу врожайність та цукристість, незалежно від зон вирощування.

Гібрид Концертіна має інтенсивний стартовий ріст. Придатний для ранніх строків збирання. Рекомендований для вирощування в Лісостепу та на Поліссі.

Стійкий до основних збудників корневих гнилей (афаноміцес і фузаріум), ризоманії, церкоспорозу, борошнистої роси та парші. Відзначається високою продуктивністю і стабільністю, Придатний до машинного збирання [52].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Дослідження з вивчення формування врожайності буряку цукрового за органічної системи удобрення в польовій сівозміні проводили в польовому стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету. Дослід був закладений у 1964 році на дослідному полі, яке розміщене в Правобережному Лісостепу України.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений малогумусний важкого гранулометричного складу, що сформувався на карбонатному лесі. Глибина залягання карбонатів 100 – 120 см. Агрохімічна характеристика чорнозему опідзоленого на час закладання дослідів характеризується такими показниками (таблиця 1).

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика чорнозему опідзоленого

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	рН сольового	Смоль на 1 кг ґрунту		Ступінь насичення основами, %	Вміст рухомих поживних речовин, мг/кг ґрунту		
			Нг	S		Нл.г.	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-30	3,31	6,2	2,5	28,8	92	106	110	130

З даних таблиці 1 видно, що 0–30 см шар чорнозему опідзоленого характеризується низьким умістом гумусу 3,31 % (за Тюрінім), слабокислою реакцією сольового розчину (рН_{KCl} = 6.2%). Сума увібраних основ є великою і складає 28,8смоль/кг, а ступінь насичення основами високий – 92%. Вміст азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) низький 106 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова), відповідно середній (110 мг/кг) і підвищений (130 мг/кг ґрунту) [53] .

3.2. Погодні умови

Клімат в Правобережному Лісостепу, де розташоване дослідне поле, помірно-континентальний і характерний для зони нестійкого зволоження.

За даними метеостанції м. Умань середньо-багаторічна температура повітря складає 8,8 °С, з середньо-багаторічною кількістю опадів 588 мм.

У період проведення досліджень погодні умови відрізнялися від середніх багаторічних даних. Насамперед, це стосується кількості опадів, від яких в умовах нестійкого зволоження рівень вологозабезпечення чорноземів є одним з вирішальних чинників формування продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема й буряка цукрового [54]

Кількість атмосферних опадів у роки проведення досліджень наведено в (табл.2).

Таблиця 2

Кількість опадів у роки проведення досліджень, мм (за даними метеостанції м. Умань)

Рік	Місяць												Сума за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
СБ	38	34	36	41	52	81	68	49	61	43	43	40	586
2024	29,8	14,9	89,6	56,2	41,8	56,5	17,9	17,7	12,1	99,4	45,1	61,0	541,9
2025	12,4	7,8	12,5	26,9	101,8	11,2	112,3	23,0	51,8	91,3			

Примітка: СБ – середній багаторічний показник.

У 2024 році випало 541,9 мм опадів, що на 44,2 мм менше середньо багаторічного показника. За вегетацію буряку цукрового у цьому році випало 301,6 мм. Сприятливі за вологою були квітень, травень і червень, за які випало, відповідно 56,2; 41,8 і 56,5 мм опадів, а посушливими – липень (17,9 мм), серпень (17,7 мм) і вересень (12,1 мм). У жовтні кількість опадів у двічі перевищила середньо багаторічну норму.

Кількість опадів та їх розподіл у період вегетації буряку цукрового в 2025 році був нерівномірний. У цьому році з шести з половиною місяців,

на які припадає вегетація рослин буряку цукрового, найбільше опадів випало в травні (101,8 мм) та липні (112,3 мм). У червні, серпні та вересні кількість опадів, порівняно з середньобаторічними даними, була меншою, відповідно на 70,8; 26,0; 9,2 мм. За жовтень кількість опадів склала 91,3 мм, що більше норми на 43 мм.

Всього за вегетацію буряку цукрового у 2025 році випало 391 мм опадів.

Температурний фон повітря в період проведення досліджень також відрізнявся від середніх багаторічних даних (табл. 3).

Таблиця 3

**Температура повітря в роки проведення досліджень, °С
(за даними метеостанції м. Умань)**

Рік	Місяць												Середнє за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
СБ	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,3	2,8	-1,8	8,8
2024	-1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	23,1	19,7	10,8	2,6	0,4	11,5
2025	2,1	-3,9	6,7	10,3	13,1	19,3	22,4	19,7	16,2	8,4			

Примітка: СБ – середній багаторічний показник.

2024 рік був тепліший за середньобаторічний показник на 2,7 °С. Температура повітря у січні становила мінус 1,6 °С, у лютому та березні, відповідно 4,2 та 4,5 °С, за норми – 3,4; – 2,3 та 2,5 °С. У квітні вона збільшилась до 13,0 °С, а в травні відповідала нормі й становила 15,3 °С. Червень, липень, серпень і вересень були теплішими за середньобаторічний показник на 2,2; 3,4; 3,0 та 5,2 °С, а жовтень – на 2,5°С.

2025 рік за показниками температури повітря відрізнявся від середніх багаторічних даних. Теплішим у цьому році був січень, в якому температура повітря склала 2,1°С тепла, за норми мінус 3,4°С.

Температура в лютому опускалась до позначки $-3,9^{\circ}\text{C}$. Березень був теплішим від середньобогаторічного показника $4,2^{\circ}\text{C}$, а квітень мало чим відрізнявся від норми.. У травні температура була нижчою від норми на $2,3^{\circ}\text{C}$, а в червні мало чим відрізнялася від неї і становила $19,3^{\circ}\text{C}$.

В період вегетації буряку цукрового посушливими були липень і вересень, в які температура повітря була вищою від середньобогаторічного показника на $1,5$ та $1,7^{\circ}\text{C}$. У жовтні температура склала $8,4^{\circ}\text{C}$, за норми $8,3^{\circ}\text{C}$.

Погодні умови, що склалися в роки проведення наших досліджень, мали значний вплив на ефективність органічних добрив та формування врожайності буряку цукрового.

3.3. Схема досліду

Досліди з вивчення формування врожайності буряку цукрового за органічної системи удобрення проводили в 10-ти пільній польовій сівоzmіні тривалого стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУ, закладеного в 1964 році доктором сільськогосподарських наук, професором, завідувачем кафедри І.М. Карасюком.

Схема досліду включала чотири варіанти (табл.4).

Таблица 4

Схема досліду

№ з/п варіанту	Насиченість сівоzmіни органічними добривами	Дози гною під буряк цукровий
1.	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)
2.	9 т/га	30 т/га
3.	13,5 т/га	45 т/га
4.	18 т/га	60 т/га

Для закладання досліду використовували напівперепрілий гній ВРХ на солом'яній підстилці, який вносили під основний обробіток ґрунту.

Оптимальною кількістю повторень (п) для чотирьох варіантів у польовому досліді вважається трикратна повторність. Ґрунтові умови дослідного поля є досить однорідні, тому в досліді застосовували послідовне розміщення варіантів.

Розмір ділянок: посівної – 180 м², облікової – 100 м².

Схема розміщення варіантів у досліді наведені нижче на рисунку 1.

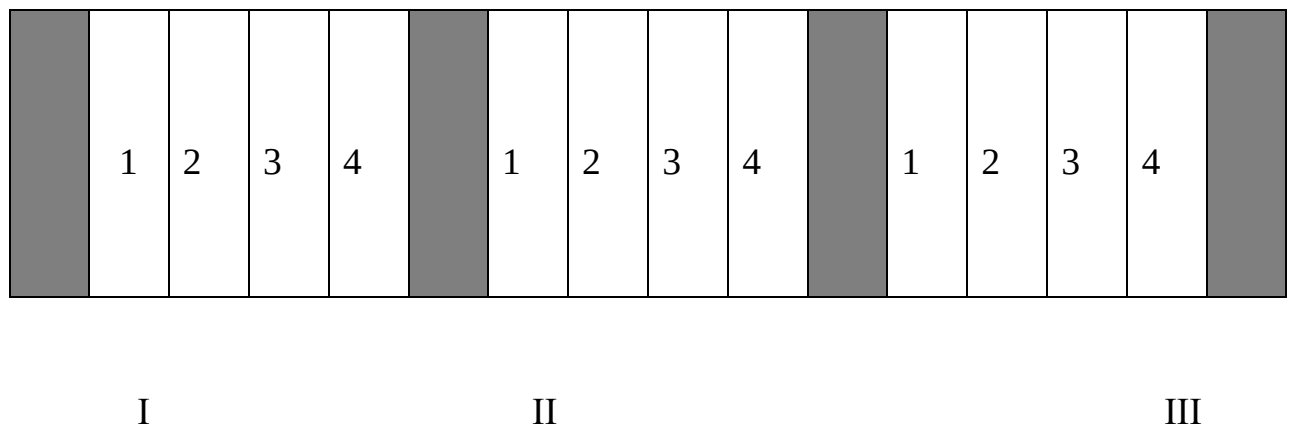


Рис.1. Схема розміщення варіантів у досліді

1,2,3,4 – варіанти досліді, I, II, III – повторення досліді.

3.4. Агротехніка вирощування буряку цукрового у досліді

У досліді буряк цукровий вирощували в ланці з конюшиною після пшениці озимої за загальноприйнятою технологією для підзони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу.

Зразу ж, після збирання пшениці озимої, виконували дворазове дискування на глибину відповідно 5–6 та 12–14 см, а після внесення згідно схеми досліді органічних добрив (гною), проводили зяблеву оранку плугом ПОПМ – 3+1 на глибину 30–32 см.

Навесні обробіток ґрунту розпочинали з вирівнювання його поверхні бородами одночасно з шлейф-бородами.

За сприятливих погодних умов в квітні, після передпосівної культивуації, сіяли гібрид буряку цукрового Концертіна на глибину 3–4 см.

Проти бур'янів застосовували комбіновану систему захисту, яка включала внесення гербіцидів: ґрунтових Дуал Голд 960, к. е. нормою 2,5 л/га та після сходове триразове з використанням Бетанал Експерт, к. е. – 1,5 л/га; Лонтрел 300, р. к. – 0,6 л/га; Карібу 50, з. п. – 60 г/га + ПАР Тренд – 90 мл/га, Бетапур, к. е. – 1,5 л/га, та Штеферіб, в. п. – 30 г/га, а проти шкідників – Децис – 30 г/га.

Збирання врожаю з дослідних ділянок здійснювали після підкопування рослин бурякокопачем. З кожної ділянки для аналізу технологічних якостей відбирали по 30 коренеплодів.

3.5. Методика проведення досліджень

Відбір і підготування ґрунтових зразків до аналізів проводили відповідно до ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 11464:2007 за загальноприйнятими методиками [55].

У ґрунтових зразках визначали такі показники:

вологість ґрунту – термогравіметричним методом за ДСТУ ISO 11465:2001; вміст загального вуглецю за методом Тюрина в модифікації Симакова за ДСТУ 4289:2004; кислотність ґрунту рН_{KCl} – на іономірії згідно з ДСТУ ISO 10390-2007; гідролітичну кислотність – за методом Каппена згідно з ДСТУ 7537:2014; суму ввібраних основ – за методом Каппенна-Гільковиця згідно ГОСТ 27821-88; вміст сполук нітратного азоту потенціометрично з використанням іонселективного електроду за ДСТУ 7863 : 015; амонійного азоту – у витяжці 1,0 М розчину KCl з додаванням реактиву Неслера за ДСТУ 7863 : 2015; рухомі сполуки

фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова згідно з ДСТУ 4115-2002.

Масу 100 рослин, відібраних по діагоналі з кожної ділянки в трьох повтореннях перед формуванням їх густоти, зважуванням на аналітичній вазі; облік урожаю буряку цукрового суцільним поділянковим методом; вміст цукру в коренеплодах визначали кондуктометричним методом на Дослідній станції Київського аграрного університету НААН України; статистичну обробку даних урожайності буряку цукрового – методом дисперсійного аналізу [56] (Додаток А).

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив органічної системи удобрення в сівозміні на вміст і запаси гумусу в чорноземі опідзоленому

Основна властивість ґрунтів – їхня родючість, яка залежить від багатьох чинників: складу ґрунту, його фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей. Ці властивості значно змінюються під впливом різних антропогенних чинників, що істотно впливає на умови живлення рослин, величину та якість врожаю [3,28].

Роль гумусу у створенні ґрунтової родючості надзвичайно важлива й різнобічна. Він є джерелом практично всіх елементів мінерального живлення рослин, які вивільняються в процесі мінералізації гумусових речовин. Крім того, процеси розкладання й мінералізації, які здійснюються мікроорганізмами, супроводжуються продукуванням вуглекислого газу, необхідного рослинам для фотосинтезу, а також різних біологічно активних речовин (ферментів), які стимулюють процеси життєдіяльності рослинних організмів[7, 23].

Застосування органічних добрив у польовій сівозміні стаціонарного досліджу кафедри агрохімії і ґрунтознавства по різному впливало на вміст гумусу в чорноземі опідзоленому (табл.5).

Аналізуючи результати наших досліджень, проведених у 2024 році видно, що сільськогосподарське використання ґрунту без внесення добрив веде до зменшення вмісту гумусу. Так, якщо вміст гумусу на час закладання досліджу в 1964 році становив 3,31 %, то за 60 років цей показник на контролі без внесення добрив, зменшився до 2,79 %. За насичення сівозміни гноєм у дозі 9 т/га та систематичного його внесення під буряк цукровий в дозі 30 т/га спостерігається також зниження його родючості, проте воно є менш виражене. У цьому варіанті вміст гумусу зменшився до 3,19 %, тобто,

порівняно з початковим значенням всього на 0,12 %. Зі збільшенням насичення сівозміни гноєм до 13,5 т/га та внесення його під буряк цукровий в дозі 45 т/га відбувається стабілізація вмісту гумусу в ґрунті до 3,32 %. Підвищення вмісту гумусу в ґрунті відбулося за систематичного щорічного внесення під буряк цукровий 60 т/га гною за насичення ним у сівозміні в дозі 18 т/га. У четвертому варіанті вміст гумусу становив 3,37 % при 2,76 % на контролі.

Таблиця 5

**Вміст гумусу в чорноземі опідзоленому
за органічної системи удобрення в сівозміні, %**

% з/п	Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки
1	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	2,76	2,81	2,79
2	9 т/га гною	30 т/га гною	3,19	3,23	3,21
3	13,5 т/га гною	45 т/га гною	3,32	3,35	3,34
4	18 т/га гною	60 т/га гною	3,37	3,41	3,39

У 2025 році вміст гумусу на контролі без добрив становив 2,81 %. За внесення гною під цукровий буряк у дозі 30 т/га його вміст збільшився до 3,23 %, а за 45 т/га гною – до 3,35 %. Як у 2024, так і в 2025 році спостерігалось підвищення вмісту гумусу до 3,41 % за щорічного внесення під буряк цукровий 60 т/га гною.

В середньому за два роки досліджень найбільш помітним зниження вмісту гумусу в ґрунті до 2,79 % було на контрольному варіанті, де протягом 60 років не вносили добрив. За насичення сівозміни гноєм в дозі 9 т/га та щорічного внесення під буряк цукровий 30 т/га гною вміст гумусу зменшувався до 3,21 %. Насичення сівозміни органічними добривами в дозі 13,5 т/га, за безпосереднього внесення під буряк цукровий 45 т/га гною, забезпечило не істотне підвищення родючості ґрунту до його початкового

рівня. У третьому варіанті вміст гумусу в ґрунті за його сільськогосподарського використання склав 3,34 %.

Підвищення вмісту гумусу в чорноземі опідзоленому та збереження його родючості можливе за внесення під буряк цукровий 60 т/га гною (насичення сівозміни 18 т/га). За такого удобрення вдалося не лише стабілізувати вміст гумусу в ґранті, але й підвищити на 0,08 % , порівняно з вмістом на час закладання дослідів (3,31 %).

За ефективного і раціонального використання ґрунту його вміст і запаси в ґрунті зростають. Тому для кількісної характеристики гумусу використовують показник його запасів у ґрунті (табл.6)

Таблиця 6

**Запаси гумусу в чорноземі опідзоленому
за органічної системи удобрення в сівозміні, т/га**

% з/п	Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки
1	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	82,8	84,3	83,6
2	9 т/га гною	30 т/га гною	95,7	96,9	96,3
3	13,5 т/га гною	45 т/га гною	99,3	100,8	100,2
4	18 т/га гною	60 т/га гною	101,1	102,3	101,7

Як видно з даних таблиці 6, найменші запаси гумусу в чорноземі опідзоленому були в контрольному варіанті, де впродовж 60 років не вносили добрив. Запаси гумусу в цьому варіанті в середньому за два роки склали 83,6 т/га.

Насичення сівозміни органічними добривами в дозі 9т/га менш істотно впливає на збереження гумусу в ґрунті та його запаси. За систематичного внесення під буряк цукровий 30 т/га гною запаси гумусу в чорноземі опідзоленому збільшилися до 96,3 т/га, що на 15 % більше, ніж на контролі без добрив.

За насичення сівозміни органічними добривами в дозі 13,5 т/га та систематичного внесення під буряк цукровий 45 т/га гною запаси гумусу в ґрунті збільшилися до 100,2 т/га, що на 20 % більше від контролю.

У четвертому варіанті за насичення сівозміни органічними добривами в дозі 18 т/га запаси гумусу в чорноземі опідзоленому були найбільшими і становили 101,1 т/га.

Органічні добрива є джерелом не лише органічної речовини ґрунту, а й елементів мінерального живлення рослин: азоту, фосфору і калію.

4.2. Вплив органічної системи удобрення в сівозміні на поживний режим чорнозему опідзоленого

Азот – один з основних біогенних елементів, який міститься у всіх складових частинах гною. Проте лише азот рідких виділень безпосередньо доступний рослинам. За недостатнього азотного живлення гальмується ріст і розвиток рослин, унаслідок чого знижується їх продуктивність.

За надмірного живлення азотом у буряку цукрового знижується цукристість коренеплодів, підвищується вміст небілкового азоту, що зменшує вихід цукру, а за оптимального – забезпечується висока продуктивність цієї культури [34].

Як показали наші дослідження, внесення органічних добрив у сівозміні позитивно впливало на підвищення вмісту мінерального азоту в чорноземі опідзоленому (табл. 7).

За даними таблиці 8, в 2024 році вміст мінерального азоту на контролі без застосування добрив становив 15,7 мг/кг. За внесення 30 і 45 т/га гною під буряк цукровий (насичення сівозміни гноєм 9 та 13,5 т/га) міст азоту збільшився до 22,3 мг/кг у другому та до 26,9 мг/кг – у третьому варіантах. Найбільший вміст мінерального азоту в ґрунті 30,1 мг/кг був у четвертому варіанті дослідів за внесення під буряк цукровий 60 т/га гною (насичення ним у сівозміні 18 т/га).

Таблиця 7

**Вміст мінерального азоту в чорноземі опідзоленому
за органічної системи удобрення в сівозміні, мг/кг**

№ з/П	Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за два роки
1	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	15,7	17,3	16,5
2	9 т/га гною	30 т/га гною	22,3	25,6	23,9
3	13,5 т/га гною	45 т/га гною	26,9	28,7	27,8
4	18 т/га гною	60 т/га гною	30,1	32,4	31,2

У 2025 році вміст мінерального азоту в чорноземі опідзоленому без внесення органічних добрив (контроль) становив 17,3 мг/кг. Насичення сівозміни гноєм у дозі 9 т/га за внесення його під буряк цукровий у дозі 30 т/га збільшувало вміст мінерального азоту в ґрунті до 25,6 мг/кг, а за дози гною 45 т/га (насичення сівозміни гноєм 13,5 т/га) – до 28,7 мг/кг. За внесення під буряк цукровий 60 т/га гною та насичення ним сівозміни в дозі 18 т/га вміст мінерального азоту склав 32,4 мг/кг ґрунту.

В середньому за два роки досліджень найменший вміст мінерального азоту в ґрунті (16,5 мг/кг) був в контрольному варіанті, де 60 років не вносили добрив. За насичення польової сівозміни гноєм у дозі 9 т/га його вміст у чорноземі опідзоленому збільшився, порівняно з контролем на 7,4 мг/кг. Істотне збільшення мінерального азоту в ґрунті на 11,3 і 14,7 мг/кг, порівняно з контролем, було за насичення сівозміни гноєм у дозах 13,5 та 18 т/га.

Отже, за систематичного внесення органічних добрив під буряк цукровий в польовій сівозміні, вміст мінерального азоту в чорноземі опідзоленому збільшується.

Органічні добрива поповнюють вміст у ґрунті не лише азоту, а й фосфору – елементу, який сприяє швидкому утворенню кореневої системи рослин. А достатня забезпеченість ґрунту фосфором покращує всі процеси,

пов'язані з ростом і розвитком рослин та підвищенням врожайності буряку цукрового [34].

Внесення органічних добрив позитивно впливало на збільшення вмісту рухомого фосфору в чорноземі опідзоленому, на якому вирощували буряк цукровий у досліді (табл. 8).

Таблиця 8

**Вміст рухомого фосфору в чорноземі опідзоленому
за органічної системи удобрення в сівозміні, мг/кг**

№ з/П	Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за два роки
1	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	93	97	95
2	9 т/га гною	30 т/га гною	113	119	116
3	13,5 т/га гною	45 т/га гною	127	135	131
4	18 т/га гною	60 т/га гною	139	147	143

Так, у 2024 році вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті контрольного варіанту становив 93 мг/кг. У другому варіанті, за насичення сівозміни гноєм 9 т/га та внесенням його в дозі 30 т/га під буряк цукровий, вміст рухомого фосфору збільшувався до 113 мг/кг або на 22 %. В третьому варіанті за насичення гноєм 13,5 т/га та внесення під буряк у дозі 45 т/га збільшувало вміст фосфору до 127 мг/кг або на 37 %. Однак серед варіантів, що вивчалися у досліді, найбільшим вмістом рухомих сполук фосфору характеризувався четвертий варіант за насичення сівозміни гноєм у дозі 18 т/га та внесенням 60 т/га під буряк цукровий, де збільшення до контролю склало 46 мг/кг або 49 %.

У 2025 році вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті контрольного варіанту становив 97 мг/кг. Застосування гною у сівозміні та безпосередньо під буряк цукровий сприяло збільшенню вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті до 119 мг/кг у другому, 135 – у третьому та до 147 мг/кг – у

четвертому варіантах. У цьому році спостерігається незначне збільшення вмісту рухомих сполук фосфору порівняно з 2024 роком у всіх варіантах досліду.

В середньому за два роки дослідження систематичне внесення гною в сівозміні й безпосередньо під буряк цукровий забезпечувало збільшення вмісту рухомого фосфору в ґрунті на 21 – 48 мг/кг або на 22 – 51 %. Найбільший вміст рухомого фосфору (143 мг/кг) був за внесення під буряк цукровий 60 т/га гною та насичення ним сівозміні в дозі 18 т/га.

Калій, як і фосфор, належить до найважливіших макроелементів, необхідних в живленні буряку цукрового. За недостатнього калійного живлення затримується синтез білків, накопичується небілковий азот та збільшуються втрати цукру в мелясі під час переробляння цукрової сировини[35]. Оптимальне забезпечення буряку цукрового калієм підвищує цукристість коренеплодів.

Важливим джерелом поповнення калію у ґрунті – є органічні добрива (табл. 9

Таблиця 9

**Вміст рухомого калію в чорноземі опідзоленому
за органічної системи удобрення в сівозміні, мг/кг**

№ п/п	Насиченість сівозміні добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за два роки
1	Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	107	109	106
2	9 т/га гною	30 т/га гною	125	137	131
3	13,5 т/га гною	45 т/га гною	143	151	147
4	18 т/га гною	60 т/га гною	156	162	159

Дослідженнями встановлено, що найменший вміст калію в чорноземі опідзоленому був на ділянках, де не вносили добрив, який в середньому за

два роки становив 106 мг/кг, а найбільший – на ділянках з внесенням гною – 131–159 мг/кг.

Що стосується насичення сівозміни гноєм, то його вплив на вміст рухомого калію був не однаковий. За насичення сівозміни гноєм у дозі 9 т/га та його внесення під буряк цукровий у дозі 30 т/га вміст рухомого калію збільшився, порівняно з контролем на 25 мг/кг ґрунту. У третьому (за насичення сівозміни гноєм 13,5 т/га та 45 т/га під буряк) і четвертому (за насичення сівозміни гноєм 18 т/га та 60 т/га під буряк) варіантах вміст рухомого калію збільшився до 147 і 159 мг/кг відповідно, що на 41 і 53 мг/кг ґрунту більше контрольного варіанту.

Залежно від погодних умов років дослідження, вміст обмінного калію у чорноземі опідзоленому коливався від 107 до 162 мг/кг ґрунту. Кращим за погодними умовами для поповнення вмісту рухомих сполук калію в ґрунті був 2025 рік. У цьому році за рахунок внесення гною вміст рухомого калію, порівняно з 2024 роком, був більшим на 2–12 мг/кг ґрунту.

4.3. Формування врожайності буряка цукрового за органічної системи удобрення в сівозміні

Для буряка цукрового важливе значення має ріст і розвиток рослин на початку їх вегетації. Застосування добрив не змінює загальної закономірності надходження поживних речовин у рослини, проте значно посилює ці процеси, що у кінцевому результаті впливає на формування врожаю буряку цукрового [21].

Проведені нами дослідження показали, що насиченість сівозміни органічними добривами та їх дози неоднаково впливають на інтенсивність росту і розвитку буряку цукрового, про що свідчить маса 100 рослин (таблиця 10).

З даних таблиці 10 видно, що як окремо в роки дослідження, так і в середньому за два роки найменшою маса 100 рослин буряку цукрового у фазу першої пари листків була на контролі – 44,6 г. Поліпшення поживного

режиму чорнозему опідзоленого за органічної системи удобрення збільшувало масу 100 рослин на 6,1 – 11,2 г.

Таблиця 10

**Маса 100 рослин буряку цукрового
за органічної системи удобрення в сівозміні, г**

Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	43,9	45,2	44,6
9 т/га гною	30 т/га гною	49,8	51,5	50,7
13,5 т/га гною	45 т/га гною	53,5	54,7	54,1
18 т/га гною	60 т/га гною	55,2	56,4	55,8

На початковий ріст і розвиток рослин буряка цукрового впливали погодні умови, що склалися на початку вегетації рослин у роки проведення досліджень, та дози органічних добрив.

Так, за погодних умов 2024 року маса 100 рослин буряку цукрового становила на контролі 43,9 г, а за внесення гною вона збільшувалась, залежно від його доз від 49,8 до 55,2 г. У 2025 році маса 100 рослин на контролі становила 45,2 г, а на удобрених органічними добривами варіантах вона збільшувалась на 6,3–11,2 г.

В середньому за два роки досліджень більшою маса 100 рослин, відібраних у фазу першої пари листків, була за внесення під буряк цукрових гною у дозах 45 т/га – 54,1 та 60 т/га – 55,8 г, за насичення ними у сівозміні 9 т/га та 13,5 т/га.

Поліпшення поживного режиму чорнозему опідзоленого за органічної системи удобрення позитивно впливало на врожайність буряку цукрового.

Залежність врожайності буряку цукрового від доз органічних добрив показано в таблиці 11.

За даними таблиці 11 можна прослідкувати як впливали погодні умови на ефективність органічних добрив і формування врожаю буряку цукрового.

Таблиця 11

**Врожайність буряку цукрового
за органічної системи удобрення в сівозміні, т/га**

Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за два роки	Приріст до контролю	
					т/га	%
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	35,7	36,9	36,3	—	
9 т/га гною	30 т/га гною	41,4	45,3	43,4	7,1	19,6
13,5 т/га гною	45 т/га гною	45,2	49,5	47,4	11,1	30,6
18 т/га гною	60 т/га гною	46,9	52,7	49,8	13,5	37,1
НІР ₀₅		2,34	2,47			

Так, за більшої кількості опадів, як це було протягом вегетаційного періоду в 2025 році, врожайність коренеплодів за варіантами дослідів становила 36,9 – 52,7, тоді як у 2024 році – 35,7 – 46,9 т/га.

Дози внесення гною за органічної системи удобрення також по різному впливали на формування врожаю буряку цукрового. Якщо в середньому за два роки досліджень на контрольному варіанті без внесення гною, лише за рахунок природної родючості чорнозему опідзоленого одержали врожайність 36,3 т/га, то на удобрених ділянках приріст до контролю складав 7,1 – 13,5 т/га або 19,6–37,1 %.

Насичення сівозміни органічними добривами в дозі 9 т/га за безпосереднього внесення під буряк цукровий гною у дозі 30 т/га підвищувало врожайність коренеплодів у 2024 році на 5,7 т/га, а в 2025 році – на 8,4 т/га. За внесення під буряк цукровий 45 т/га гною (насичення 1 га сівозміни 13,5 т/га) приріст до контролю в 2024 році склав 9,5 т/га, а в 2025 році – 12,6 т/га. Найбільш високу врожайність – 52,7 т/га формували посіви

буряку цукрового за насичення польової сівозміни органічними добривами в дозі 18 т/га та безпосереднього внесення під культуру 60 т/га гною в 2025 році, та 46,9 т/га – в 2024 році.

4.4. Вміст цукру в коренеплодах буряку цукрового та його розрахунковий збір за органічної системи удобрення в сівозміні

Один із важливих показників буряку цукрового, є цукристість коренеплодів. Цей показник залежить від генетичних особливостей сучасних гібридів вітчизняної та закордонної селекції, агротехнологічних чинників і погодних умов. Серед агроекологічних чинників важливе значення має система удобрення [21,34].

У наших дослідках дози гною за органічної системи удобрення в сівозміні неоднаково впливали на вміст цукру в коренеплодах буряку цукрового (табл. 12).

Таблиця 12

Цукристість коренеплодів буряку цукрового за органічної системи удобрення у сівозміні, %

Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки	+, - до контролю
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	21,1	18,8	19,9	—
9 т/га гною	30 т/га гною	21,2	18,5	19,8	–0,1
13,5 т/га гною	45 т/га гною	21,1	18,3	19,7	–0,2
18 т/га гною	60 т/га гною	21,0	18,2	19,6	–0,3

Як окремо в роки досліджень, так і в середньому за два роки найвища цукристість коренеплодів була на контролі без внесення добрив – 19,9 %. За внесення під буряк цукровий різних доз гною за органічної системи удобрення в сівозміні, вміст цукру в коренеплодах не істотно знижувався. Так, у другому варіанті за внесення 30 т/га гною (насичення сівозміни гноєм

9 т/га), вміст цукру склав 19,8 %, тобто це зниження склало лише 0,1 %, порівняно з контролем. З підвищенням дози внесення гною до 45 та 60 т/га за насичення ним сівозміни 13,5 та 18 т/га вміст цукру в коренеплодах знижувався до 19,7 та 19,6 %, відповідно.

Щодо впливу погодних умов на накопичення цукру в коренеплодах, то більш сприятливими вони були у 2024 році. У цьому році за посушливих погодних умов у липні, серпні та вересні вміст цукру в коренеплодах коливався від 21,0 % до 21,2 % і був дещо вищим ніж у 2025 році. За погодних умов 2025 року вміст цукру був у межах 18,2 – 18,8 %. Зменшення цукристості у 2025 році можна пояснити випаданням значної кількості опадів у травні (101,8 мм) та липні (112,3 мм), за яких відбулося часткове відростання листкової поверхні й активне наростання маси коренеплоду та незначне зменшення у них цукру.

Важливим показником за вирощування фабричних буряків є збір цукру, в якому поєднується дія всіх агротехнологічних чинників, зокрема і системи удобрення та погодних умов. На цей показник впливають, як урожайність, так і цукристість коренеплодів буряку цукрового.

У наших дослідях розрахунковий збір цукру як за варіантами дослідів, так і за роками досліджень був неоднаковим (таблиця 13).

Таблиця 13

**Розрахунковий збір цукру
за органічної системи удобрення в сівозміні, т/га**

Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2 роки	Приріст до контролю	
					т/га	%
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	7,41	6,94	7,18	—	
9 т/га гною	30 т/га гною	8,78	8,38	8,58	1,40	19,5
13,5 т/га гною	45 т/га гною	9,54	9,06	9,30	2,12	29,5
18 т/га гною	60 т/га гною	9,84	9,59	9,71	2,53	35,2

З даних таблиці 13 видно, що за вирощування буряку цукрового на ділянках без внесення добрив розрахунковий збір цукру поступався іншим варіантам досліду. Так у 2024 році він склав 7,41 т/га, а в 2025 році – 6,94 т/га. Органічні добрива, що вносилися в сівозміні й безпосередньо під буряк цукровий не лише позитивно впливали на формування врожаю коренеплодів, але й сприяли збільшенню збору цукру з одиниці площі. В середньому за два роки застосування органічних добрив у сівозміні розрахунковий збір цукру збільшився на 19,5–35,2 %.

Насичення сівозміні гноєм у дозі 9 т/га за безпосереднього його внесення під буряк цукровий у дозі 30 т/га збільшувало збір цукру в 2024 році на 1,37 т/га, а в 2025 – на 1,44 т/га. Зі збільшенням насичення сівозміні гноєм до 13,5 т/га та його внесення під буряк в дозі 45 т/га збір цукру становив у 2024 році 9,54 т/га, а в 2025 – 9,06 т/га.

Найбільший розрахунковий збір цукру 9,84 та 9,59 т/га, відповідно в 2024 та 2025 роках забезпечувало внесення під буряк цукровий 60 т/га гною, за його насичення в польовій сівозміні 18 т/га.

Що стосується погодних, то більш сприятливими вони були в 2024 році, за яких розрахунковий збір цукру, залежно від варіантів досліду складав 7,41–9,84, тоді як у 2025 році – 6,94–9,59 т/га.

4.5. Окупність гною додатковим збором цукру за органічної системи удобрення в сівозміні

Для раціонального використання добрив важливо знати їх окупність приростом цукру. За даними досліджень із збільшенням доз добрив, їх окупність приростом врожаю та збором цукру знижується [37,50].

Проведені нами розрахунки показали, що окупність органічних добрив збором цукру залежить від їх доз та погодних умов (таблиця 14).

Так, за погодних умов, що склалися у 2024 році, окупність 1 тонни гною додатковим збором цукру була найвищою і становила 47,3 кг за насичення ним сівозміні в дозі 13,5 т/га та безпосереднього його внесення

під буряк цукровий у дозі 45 т/га. За насичення сівозміни гноєм у дозі 9 т/га та його внесення під буряк у дозі 30 т/га окупність 1 тонни гною була меншою й становила 45,7 кг. Найнижчою окупність гною додатковим збором цукру в цьому році була за насичення сівозміни гноєм у дозі 18 т/га та безпосереднього його внесення буряк цукровий у дозі 60 т/га – 40,5 т/га.

Таблиця 14

Окупність 1 тонни гною додатковим збором цукру, кг

Насиченість сівозміни добривами	Дози добрив під буряк цукровий	2024 р.	2025 р.	Середнє за два роки
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	—	—	—
9 т/га гною	30 т/га гною	45,7	48,0	46,9
13,5 т/га гною	45 т/га гною	47,3	47,1	47,2
18 т/га гною	60 т/га гною	40,5	44,2	42,4

В 2025 році окупність органічних добрив додатковим збором цукру була вищою і коливалась від 44,2 до 48,0 кг/т. Що стосується доз органічних добрив та насичення ними сівозміни, то в цьому році найвища окупність 1 тонни гною додатковим збором цукру була за безпосереднього внесення під буряк цукровий 30 т/га гною та насичення ним в сівозміні в дозі 9 т/га і становила 48,0 кг. За насичення сівозміни гноєм в дозі 13,5 т/га та його внесення під буряк цукровий у дозі 45 т/га, окупність 1 тонни гною знижувалась до 47,1 кг, а за насичення сівозміни гноєм у дозі 18 т/га та його внесення під буряк у дозі 60 т/га – до 44,2 кг.

В середньому за два роки досліджень окупність 1 т органічних добрив додатковим збором цукру була найвищою за безпосереднього внесення гною під буряк цукровий у дозі 45 т/га та насичення ним в сівозміні у дозі 13,5 т/га – 47,2 кг, а найнижчою за насичення сівозміни гноєм у дозі 18 т/га та внесення його під буряк у дозі 60 т/га – 42,4 кг/т.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ

Буряково-цукровий комплекс України відіграє надзвичайно важливу роль в економіці держави. Дотримання технології вирощування буряку цукрового – завжди було запорукою успіху аграрного бізнесу. Ця стратегія є виправданою, якщо технологія, яку практикують на підприємстві, не лише апробована, а й постійно удосконалюється до різних умов: кліматичних, сортових, технологічних тощо. Виважені зміни до технології, що базуються на системній роботі з дотримання родючості ґрунтів, сівозмін, фізіології рослин, системи удобрення буряку цукрового значно впливають на ефективність виробництва [57].

Вирощування буряку цукрового в польових сівозмінах Лісостепу України є трудо-і матеріально місткою галуззю рослинництва, яка забезпечує значні прибутки сільськогосподарським підприємствам. Разом з тим ця культура є найбільш вибагливою до умов вирощування, потребує високого рівня родючості ґрунтів і достатнього забезпечення добривами.

Зазвичай, серед низки витрат за вирощування буряку цукрового значний відсоток складають добрива, зокрема й органічні. Тому застосування їх в оптимальних дозах та в оптимальні строки сприятиме підвищенню не лише врожайності, але й рентабельності вирощування культури.

До економічних показників, які характеризують ефективність застосування органічних добрив під буряк цукровий можна віднести:

- врожайність за варіантами досліду;
- вартість валової продукції;
- матеріально-грошові витрати;
- собівартість продукції;
- умовно-чистий прибуток;
- рівень рентабельності.

Для розрахунку економічної ефективності до витрат, пов'язаних із застосуванням органічних добрив, врахували їх вартість та витрати на навантаження, транспортування і внесення [58]. Вартість 1 т коренеплодів у IV кварталі складного за погодними умовами 2025 року коливалась від 2000 до 2200 грн.

Величину витрат на внесення добрив, збирання і транспортування додаткового врожаю розраховували за фактично діючими у 2025 році нормативами та розцінками на технологічні операції (табл. 15).

Таблиця 15

Економічна ефективність застосування різних доз органічних добрив під буряк цукровий (середнє за 2024–2025 рр.)

Показник	Варіант досліджу			
	Без добрив (контроль)	30 т/га гною	45 т/га гною	60 т/га гною
Урожайність, т/га	36,3	43,4	47,4	49,8
Приріст врожаю, т/га	–	7,1	11,1	13,5
Ціна 1 т продукції, грн	2100	2100	2100	2100
Вартість продукції за ціною реалізації, грн / га	76230	91140	99540	104580
Матеріально-грошові витрати, грн /га	41840	54800	61280	67760
Собівартість 1 т продукції, грн	1152	1263	1293	1361
Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн	34390	36340	38260	36818
Рівень рентабельності, %	82	66	62	54

Як показали розрахунки, наведені в таблиці 15, застосування органічних добрив під буряк цукровий підвищує врожайність коренеплодів та збільшує вартість валової продукції за рахунок приросту врожаю з 91140 до 104580 гривень.

За варіантами дослідів матеріально-грошові витрати на вирощування буряку цукрового зростали із збільшенням доз органічних добрив. Якщо на контролі без удобрення матеріально-грошові витрати на 1 га складали 41840 грн, то за внесення 30 т гною вони збільшувались до 54800 грн/га. Зі збільшенням застосування гною під буряк цукровий до 45 т/га зростали матеріально-грошові витрати, порівняно з контролем, на 19442 грн/га. Найбільш високими матеріально-грошові витрати були у четвертому варіанті за насичення сівозміни гноєм у дозі 18 т/га та безпосереднього його внесення під буряк цукровий в дозі 60 т/га, які в середньому за два роки дослідження склали 67760 грн/га.

Собівартість коренеплодів мала тенденцію до зростання на всіх варіантах з удобренням, порівняно з контролем, з 1263 до 1361 грн/т.

Величина умовно-чистого прибутку на контрольному варіанті була найменшою і становила 34390 грн. Застосування органічних добрив у сівозміні та безпосередньо під буряк цукровий у дозах 30 і 45 т/га гною збільшувало цей показник відповідно до 36340 і 38240 гривень з одного гектара. За збільшення дози гною до 60 т/га умовно-чистий прибуток був меншим, порівняно з третім (45 т/га гною) варіантом на 1142 грн/га.

Рівень рентабельності був найвищим і склав 82 % за вирощування буряку цукрового на ділянках без добрив. Застосування органічних добрив у сівозміні та безпосередньо під буряк цукровий знижувало рівень рентабельності з 66 до 54 %. З удобрених варіантів дещо вищий рівень рентабельності був у другому варіанті за внесення під буряк цукровий 30 т/га гною – 66 %, а умовно-чистий прибуток – у третьому варіанті за внесення 45 т/га гною – 38240 грн/га.

Зважаючи, що внесення під буряк цукровий 45 т/га гною за його насичення в сівозміні 13,5 т/га забезпечило високий приріст урожайності коренеплодів (11,1 т/га), умовно-чистий прибуток (38240 грн/га) та рівень рентабельності (62 %), з досліджуваних варіантів цей варіант є оптимальним.

Отже, за розрахунками економічної ефективності доза гною під буряк цукровий на чорноземі опідзоленому повинна складати 45 т/га, за насичення ним сівозміни в дозі 13,5 т/га.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх зниженню за вирощування буряка цукрового у НВВ Уманського НУ

В сучасних умовах, коли широко впроваджуються нові технології та сучасні технічні засоби механізації виробничих процесів в аграрній галузі АПК України, особливого значення набула проблема охорони праці. Поліпшення умов праці є одним з основних чинників підвищення продуктивності й економічної ефективності виробництва, а також подальшого розвитку самої людини [59].

До основних завдань охорони праці належать створення і постійне підтримування здорових і безпечних умов праці, зменшення травматизму, професійних захворювань, передбачених Конституцією України та іншими нормативними документами.

Відповідальність за дотримання законодавчих та нормативних актів з охорони праці покладається на керівників навчальних та наукових установ, сільськогосподарських підприємств та інших галузей і установ, у яких здійснюється виробництво чи навчання.

Під час вирощування сільськогосподарських культур, відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 всі працівники навчально-виробничого відділу Уманського НУ, проходять навчання, інструктажі, перевірку знань з питань охорони праці в порядку та у строки, які встановлені для певних видів робіт, професій та посад, і на цій основі здійснюється допуск їх до роботи.

Залежно від характеру праці на людину можуть впливати різні небезпеки, шкідливі та небезпечні виробничі фактори й ситуації.

Одним з небезпечних і шкідливих факторів за вирощування буряку цукрового може бути порушення техніки безпеки працюючими під час внесення органічних добрив на дослідному полі.

Змодельюємо можливе отримання травми при внесенні гною під буряк цукровий.

Низьким рівнем організації виробництва, а також низьким рівнем професійності працюючих можуть визначатися небезпечні умови (НУ).

Небезпечна дія – це така дія працюючого, яка не відповідає науково обґрунтованим нормам професійної поведінки при виконанні конкретного виробничого завдання. Вона виникає внаслідок порушення регламентованого режиму роботи обладнання, нормативних вимог охорони праці тощо [60].

Небезпечна ситуація – це наслідок небезпечної дії працівників у небезпечних умовах, які як правило, приводять до травми або захворювання (аварія чи катастрофа).

НУ1 – внесення органічних добрив під буряк цукровий;

НУ2 – проведення ремонту чи очищення розкидача;

При проведенні даних технологічних процесів можуть виникати небезпечні дії (НД) як з боку спеціалістів, так і самих працюючих.

НД1 – не проведення інструктажу з охорони праці керівником робіт .

НД2 – знаходження персоналу в зоні роботи розкидача органічних добрив;

НС – наїзд на працюючих;

Т – травма.

Логічна модель процесу під час внесення добрив під буряк цукровий має такий вигляд:

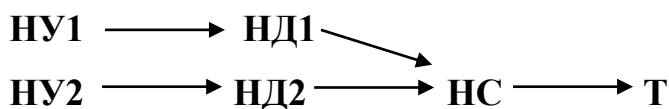


Рис. 2. Логічна модель процесу під час внесення органічних добрив під буряк цукровий.

На основі аналізу організації умов і безпеки праці в Уманському національному університеті варто відмітити, що в навчально-виробничому відділі створені належні умови для дотримання всіх норм і положень з охорони праці, проте не завжди вони дотримуються працівниками. Є

випадки, коли трактори й машини при виконанні робіт можуть, за непередбачуваних обставин, вийти з ладу.

З метою недопущення порушень з охорони праці необхідно:

1. Відповідно до існуючого законодавства про охорону праці здійснювати навчання механізаторів з послідуною перевіркою знань.
2. Механізатор повинен обов'язково перевіряти відсутність людей у зоні роботи агрегату.
3. Використовувати сучасну техніку та впроваджувати інноваційні технології, які б покращували умови праці.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні органічних добрив під буряк цукровий

В останні роки, для підвищення родючості ґрунту і врожайності сільськогосподарських культур, широко застосовують мінеральні добрива, а в господарствах з розвиненим тваринництвом – органічні. З органічних добрив, гній є одним із найпоширеніших видів. Це субстрат тваринного походження, який складається з твердих і рідких виділень різних тварин та підстилки. Його утилізація є значним потенціалом повернення в господарський колообіг відходів тваринництва, а в ґрунт – поживних речовин [61].

Відомо, що органічні добрива позитивно впливають на вміст гумусу в ґрунті, поповнюють його органічною речовиною, елементами живлення, поліпшують агрофізичні властивості, але на жаль і в органічних добрив є негативні сторони їх застосування.

Гній є одним із джерел забур'янення полів. У 1 кг свіжого гною міститься від 50 тис. до 5 млн насіння бур'янів, значна частина яких життєздатна. За неправильного зберігання гною в буртах, насіння може прорости й повторно засмічувати органічні добрива, збільшуючи у 10–50 разів життєздатних насінин.

До складу гною, крім поживних речовин, входять віруси, бактерії, личинки і яйця гельмінтів та інших мікроорганізмів, у тому числі збудників інфекційних хвороб людини і тварин. Ці збудники зберігаються в органічних добривах влітку від 7 до 20 діб, в осінньо-зимовий період – від 20 до 60 діб. Яйця гельмінтів у рідкому гною, який складають у відстійниках відкритого типу, зберігають життєздатність від 4 до 12 і більше місяців залежно від пори року. Тому безсистемне використання безпідстилкового гною, гноївки чи інших відходів тваринництва може завдати значної шкоди навколишньому природному середовищу [35].

Неправильне зберігання і використання безпідстилкового гною здебільшого негативно впливає на атмосферу. Так, під час його зберігання відкритим способом виділяються і надходять в атмосферу аміак, молекулярний азот та інші сполуки. Органічні речовини розкладаються, з них виділяються газоподібні продукти з неприємним запахом, що погіршує навколишнє природне середовище. Продукти розкладання гною і пташиного посліду викликають алергічні й серцеві захворювання, запалення слизових оболонок у людей і тварин.

Розкидний спосіб внесення рідких органічних добрив і загортання їх у ґрунт лише через кілька діб може призводити до втрати більш як 50 % загальної кількості амонійного азоту. Тому в багатьох західноєвропейських країнах введено законодавчі вимоги, згідно з якими рідкий гній потрібно загортати відразу ж після внесення або впродовж кількох годин після цього. Це зменшує втрати аміаку до 10 % й поширення неприємного запаху. За великого розриву між внесенням і зароблянням органічних добрив у ґрунт в атмосферу виділяються також сірководень, органічний пил, які через повітря поширюються в радіусі більш як 3-4 км.

Внесення безпідстилкового гною і гноївки спричиняє інтенсивне бактеріальне зараження. Патогенні бактерії зберігаються в ґрунті полів зрошення впродовж 4–5 місяців. Після внесення стоків у ґрунт методом дощування з потоками повітря яйця глистів поширюються на відстань до 400

м. Найістотнішими порушеннями технології застосування органічних добрив є:

- 1) порушення співвідношення між поголів'ям тварин, які утримуються на комплексах, та удобрюваною площею, що призводить до внесення надмірної кількості добрив;
- 2) недостатнє використання чи неякісна підстилка й недосконала система гноєвидалення приводять до втрат рідкої фракції;
- 3) нерівномірне внесення гною та інших органічних добрив унаслідок недосконалості конструкцій гноєрозкидачів;
- 4) недостатнє забезпечення тваринницьких комплексів спорудами та обладнанням для заготівлі, зберігання і транспортування гною;
- 5) недооцінювання ефективності застосування безпідстилкового гною в поєднанні з подрібненою соломою і сидерацією полів.

З погляду екології, важливим є питання дози внесення органічних добрив. За систематичного застосування рідкого гною великої рогатої худоби вона не повинна перевищувати 30-40 м³/га, свинячого – 20-30, пташиного посліду – 15-20 м³/га. Норма азоту, що вноситься з рідким гноєм, має бути не більшою за 150 кг/га. Легко рухомі форми азоту рідкого гною можуть вимиватися і звітруватися з ґрунту, забруднювати атмосферу і ґрунтові води. Іноді в ґрунті накопичується надмірна кількість амонію, хлору, сульфат-іонів, значно зростає концентрація одновалентних катіонів, що може спричинити його засолення. Надмірна кількість фосфатів призводить до переходу сполук заліза в ґрунті в недоступний для рослин стан. Надмірне надходження калію блокує засвоєння рослинами магнію.

Для запобігання втратам біогенних елементів, зокрема азоту, при застосуванні органічних добрив у сівозмінах навколо тваринницьких комплексів потрібно вводити проміжні посіви на корм худобі, широко застосовувати сидерацію полів. Більший термін зайнятості землі сільськогосподарськими культурами сприятиме інтенсивному засвоєнню нітратів рослинами, запобігатиме їх втратам унаслідок вимивання.

Відомо, що безпідстилковий гній (ВРХ, свиней) та послід характеризується низьким вмістом органічної речовини, біогенних елементів, незбалансованим співвідношенням N:P:K, високим інфекційним, інвазійним потенціалом, значним вмістом токсичних сполук (метану, скатолу, меркаптану, фенолів, крезолу, аміаку, сірководню, тощо), які пригнічують ріст та розвиток рослин[62], а за великих норм внесення накопичуються в ґрунті, що ще більше погіршує екологічну ситуацію.

Для уникнення таких ситуацій, необхідно впроваджувати на тваринницьких комплексах безвідходне виробництво, коли органічна частина утилізується безпосередньо для удобрення в оптимальних дозах або переробляється на орґано-мінеральні добрива, що переходять на споживчий ринок. Що стосується галузі рослинництва, то у випадку внесення безпідстилкового гною, краще вносити його разом з соломою або іншими післяжнивними рештками. Це допоможе не лише знизити обсяг накопичення шкідливих речовин, а й значно покращити агрофізичні властивості ґрунту.

ВИСНОВКИ

Проведені впродовж 2024–2025 рр. дослідження з вивчення формування врожайності буряку цукрового на чорноземі опідзоленому за органічної системи удобрення в польовій сівозміні дають підстави зробити наступні висновки:

1. Інтенсивне використання чорнозему опідзоленого впродовж 60 років без внесення добрив у сівозміні веде до зниження на 0,52 абсолютних відсотка вмісту гумусу в ґрунті

2. За насичення сівозміні гноєм у дозі 13,5 т/га спостерігається стабілізація вмісту гумусу в чорноземі опідзоленому до 3,34 %, а за 18 т/га збільшення його вмісту та запасів, відповідно на 0,08 % та 18,1 т/га.

3. За тривалого застосування органічної системи удобрення в сівозміні вміст мінерального азоту збільшується на 7,4–16,5 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію, відповідно на 21–48 та 25–53 мг/кг ґрунту.

4. Високу врожайність коренеплодів 47,4 та 49,8 т/га за органічної системи удобрення в сівозміні забезпечує внесення під буряк цукровий 45 та 60 т/га гною, відповідно

5. Цукристість коренеплодів знижується на 0,1–0,3 % із збільшенням доз внесення гною з 30 до 60 т/га.

6. Високий розрахунковий збір цукру 9,59 т/га за органічної системи удобрення в сівозміні забезпечує внесення під буряк цукровий 60 т/га гною

7. Найвища окупність 1 тонни гною збором цукру 47,1 кг була за його внесення під буряк цукровий у дозі 45 т/га .

8. З досліджуваних варіантів органічної системи удобрення, економічно доцільним є внесення під буряк цукровий 45 т/га гною з умовно чистим прибутком 38260 грн/га та рівнем рентабельності 62 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для збереження родючості чорнозему опідзоленого малогумусного та забезпечення високої врожайності буряку цукрового, пропонуємо господарствам, які займаються тваринництвом, вносити в Правобережному Лісостепу під цю культуру 45 т/га гною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грунтові ресурси України: Збалансоване використання, прогноз та управління / за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка, Р. С. Трусковецького. Харків: ФОП Бровкін О. В., 2020. 452 с.
2. Греков В. О., Дацько Л. В. Охорона і відтворення родючості ґрунтів у зональних агроєкосистемах. *Агроєкологічний журнал*. 2009. № 1. 4. С. 43–45.
3. Демиденко О. В. Відтворення чорнозему в агроценозі. Чорнобай: Чорнобаївське КПП, 2020. 108 с.
4. Дегтярьов В. В. Гумус чорноземів лівобережного Лісостепу і Степу України / за ред. д. с.-г. н., проф. Д. Г. Тихоненка. Харківський НАУ ім. В. В. Докучаєва. Харків: Майдан, 2011. 360 с.
5. Демиденко О. В., Шикуча М. К. Гумусний стан чорнозему типового в умовах лівобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 2. С. 5–11.
6. Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. Основи управління родючості ґрунтів. Харків: ФОП «Бровкін О. В.», 2016. 388 с.
7. Мазур Г. А. Гумус і родючість ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. тем. зб. (спец. вип. до УІ з'їзду УТГА), 2002. Кн. 1. С. 27–33.
8. Балаєв А. Д., Тонха О. Л. Відновлення родючості чорноземів Лісостепу в сучасному землеробстві. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2014. Вип. 195(1). С. 14–19.
9. Позняк С. П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан. *Український географічний журнал*. 2016. № 1. С. 9–13.
10. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Родючість ґрунтів, її види та оцінка. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 195–200.
11. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Кривда Ю. І. Показники родючості чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Житомирського НАЕУ. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія та землеробство*. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 3–9.

12. Цвей Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін. Київ: Компрінт, 2014. 416 с.
13. Балаєв А. Д., Тонха О. Л., Піковська О. В., Давиденко О.В. Лабільні органічні речовини як основа родючості і продуктивності агроценозів. Київ: НУБіП України. 2019. 144 с.
14. Заришняк А. С., Балюк С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 1. С. 28–32.
15. Демиденко О. В. Родючість чорнозему за органічної системи удобрення. Сміла, 2020. 231 с.
16. Цвей Я. П., Іваніна В. В., Ременюк Ю. О. та ін. Зміна агрохімічних показників чорнозему вилугуваного залежно від довготривалого застосування добрив у Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 7. С. 11–15.
17. Гамалей В. І., Шкарівська Л. І. Гумусний стан темно-сірого опідзоленого ґрунту за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 12. С. 19–22.
18. Польовий В. М. Особливості агрохімічної деградації ґрунту залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 3. С. 23–25.
19. Мартинович Л. І., Мартинович М. М. Вплив 50-річного застосування органічних і мінеральних добрив на родючість чорнозему опідзоленого в Центральному Лісостепу Правобережної України. Повідомлення 1. Вплив систематичного застосування добрив на баланс поживних речовин і органічної речовини ґрунту в зерно-буряковій сівозміні. *Агрохімія*. 1989. № 1. С. 30-39.
20. Трус О. М., Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Гумус чорнозему опідзоленого та його відтворення. Умань: Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2016. 228 с.
21. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

22. Цвей Я П., Кисилівська М. О., Горобець А. М. Зміни динаміки вмісту гумусу чорноземів у коротко ротаційних сівозмінах Лісостепу. Цукрові буряки. 2002. № 6. С. 10–11.
23. Проблемні питання землеробства АПК Черкаської області та шляхи їх вирішення. / М. А. Ткаченко, О. В. Демиденко, С. А. Дегодюк, Н. П. Коваленко, В. В. Думанецький та ін. Київ: Аграрна наука, 2025. 664 с.
24. Демиденко О. В., Величко В. А. Управління фаціальним гумусонакопичення чорноземів в агроценозах Лісостепу і Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 4. С. 54–59.
25. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Баланс азоту в ґрунті польової сівозміни за 50-річного застосування добрив. *Землеробство*. 2016. Вип. 2 (91). С. . 22–25.
26. Глущенко Л.Альтернатива гною. *Farmer*. 2022. № 2 (146). С. 26–27.
27. Цвей Я П., Кисилівська М. О., Горобець А. М. Зміни динаміки вмісту гумусу чорноземів у коротко ротаційних сівозмінах Лісостепу. *Цукрові буряки*. 2002. № 6. С. 10–11.
28. Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація а агроєкосистемах. Харків: Міськдрук, 2013. 130 с.
29. Носко Б. С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків: ФОП «Бровкін О. В.», 2017.476 с.
30. . Носко Б. С., Гладких Є. Ю. До проблеми трансформації та тривалості післядії фосфорних добрив у чорноземах. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 11–15.
31. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.
32. Іваніна В. В., Павук І. А., Мазур Г. М. Поживний режим чорнозему вилугуваного за різних систем удобрення буряків цукрових. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4 (781). С. 13–18.
33. Буряківництво : Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження / Під ред. В. Ф. Зубенка. Київ: НВП ТОВ «Альфа-Стевія ЛТД», 2007. С. 170–196.

34. Агрохімічна складова технології вирощування буряку цукрового / Г. М. Господаренко, Л. В. Вишневська, А. Т. Мартинюк, Ю. В. Новак. І. В. Прокопчук, В. С. Цигода / За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 308 с.
35. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2024. 572.
36. Примак І. Д., Войтовик М. В., Панченко О. Б., Присяжнюк Н. М., Ображій С. В., Панченко І. А., Філіпова Л. М. Вплив систем удобрення на зміну агрохімічних властивостей чорнозему типового за використання побічної продукції просапних культур сівозміни упродовж ротації як органічного добрива. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2020. № 2. С. 147–159.
37. Мартинюк А. Т., Новак Ю. В., Чередник А. Ю. Продуктивність буряку цукрового після тривалого застосування органічної системи удобрення в польовій сівозміні. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Умань: РВВ УНУС, 2017. Вип. 90. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 205–213.
38. Данилюк В. Б., Лопушняк В. І., Вослободська М. М. Продуктивність цукрових буряків залежно від рівня удобрення в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського НАУ: агрономія*. 2007. № 11. С. 491–496.
39. Заришняк А. С., Іваніна В. В., Шиманська Н. К. Продуктивність цукрових буряків залежно від систем орґано-мінерального удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2011. №10. С. 17–20.
40. Шкаредний І. С. Вакуленко М. О., Костенко С. С. Роль сівозміни та добрив у формуванні продуктивності цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2005, №5. С. 6–7.
41. Іваніна В. В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах: монографія. Київ: ЦП Компрінт, 2016. С. 282–283.
42. Балаєв А. В., Піковська О. В. Використання соломи у відновленні родючості ґрунтів. Київ: ЦП «Компрінт», 2016. 244 с.
43. Іваніна В., Стрілець О., Зацерковна Н. Цукрові буряки – високі та стабільні врожаї. *Пропозиція: Український журнал з питань агробізнесу*. 2016. № 5. С. 52–55.

44. Лопушняк В. І. Вплив різних систем удобрення на вміст гумусу в ґрунті. *Агроном*. 2014. № 4. С. 44–46.
45. Порхуць І., Порхуць І. Продуктивність буряків цукрових залежно від рівня удобрення на темно-сірих ґрунтах Галицького району Івано-Франківської області. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2009. № 13. С. 9–13.
46. Лопушняк В. І. Агрохімічні та агроекологічні аспекти систем удобрення в Західному Лісостепу України: монографія / під ред. А. І. Фатєєва. Львів: Ліга-Прес, 2015. 218 с.
47. Полухович М. Порівняльна ефективність різних систем удобрення на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного регіону. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2019. № 23. С. 261–264.
48. Заришняк А. С., Сипко А. О. Відтворення родючості ґрунту і продуктивність цукрових буряків. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 8. С. 16–17.
49. Аркуша В. Е., Буджерак А. І. Вплив тривалого вирощування на неудобреному фоні культур зерно-бурякової сівозміни на врожай і агрохімічні показники чорнозему реградованого. *Агрохімія*. 1998. № 11. С. 11–17.
50. Шкаредний І. С., Барштейн Л. А., Якименко В. М. Сівозміни, обробіток ґрунту та удобрення в зонах бурякосіяння // Наукові праці ІЦБ. Київ: ІЦБ, 2002. 48–52.
51. Мартинюк А. Т., Новак Ю. В. Продуктивність буряку цукрового за різних доз мінеральних та органічних добрив і систем удобрення в польовій сівозміні. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Ч. 1. «Сільськогосподарські науки» Вип. 96. Умань. 2020. С. 368–382.
52. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні в 2022 році. Київ, 2020. С. 267.
53. Морфологічна і фізико-хімічна діагностика ґрунтів: навчальний посібник [Гнатів П. С., Лагуш Н. І., Гаськевич О. В.] Львів: Магнолія. 2006, 2019. 2019 с.

54. Демиденко О. В., Шаповал І. С. Формування весняних волого запасів у Центральному Лівобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 10 (859). С. 5–15.
55. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2020. 148 с.
56. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / За ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс». 2014. 332 с.
57. Волкогон М. Виклики вимагають дій. *Farmer*. 2022. № 2 (146). С. 9–15.
58. Збарський В. К., Бабієнко М. Ф., Кулаєць М. М., Синявська І. М., Хоменко М. П. Економіка сільського господарства: Навчальний посібник. Київ: «Агроосвіта». 2013. 352 с.
59. Атаманчук А. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Білий Р. М. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури». 2017. 322 с.
60. Агій Я. Ю., Лях У. М. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Ужгород : ПП «АУТДОР-ШАРК». 2015. 200 с.
61. Волкогон В. В., Бердніков О. М., Лопушняк В. І. Екологічні проблеми системи удобрення сільськогосподарських культур; за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2019. 264 с.
62. Екологічні проблеми землеробства / І. Д. Примак та ін.; за ред. І.Д. Примака. Київ: Центр учбової літератури, 2010. С. 102–103, 81 с.

ДОДАТКИ