МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА (УНУС)

Факультет агрономії

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Гарант освітньої програми,

кандидат с.-г. наук, доцент

_____Ірина ДІОРДІЄВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

АГРОНОМІЧНА Й ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ В УМОВАХ НЕМИРІВСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 23 м-а

спеціальності 201 Агрономія

ДЕМ'ЯНИШЕН Олександр Володимирович

Керівник: Олена ЧЕРНО, к. с.-г. н., доцент

Умань–2024

ЗМІСТ

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	**УДОБРЕННЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУРИ (огляд літератури)**	5
1.1	*Система удобрення буряку цукрового та строки застосування добрив*	5
1.2	*1Строки внесення добрив під буряк цукровий*	8
РОЗДІЛ 2	**ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ**	14
2.1	*Ботанічна і біологічна характеристика буряку цукрового*	14
2.2	*Характеристика гібриду Балі*	15
РОЗДІЛ 3	**УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**	16
3.1	*Ґрунтові умови*	16
3.2	*Погодні умови*	17
3.3	*Схема досліду*	19
3.4	*Агротехніка вирощування цукрового буряку в досліді*	20
3.5	*Методика проведення досліджень*	20
РОЗДІЛ 4	**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**	22
4.1	*Вплив рівнів мінерального живлення на вміст нітратного азоту, рухомих сполук фосфору і калію у ґрунті*	22
4.2	*Вплив удобрення на забезпеченість буряку цукрового азотом та масу 100 рослин*	24
4.3	*Формування врожайності буряку цукрового залежно від рівнів мінерального живлення*	26
4.4	*Вплив рівнів мінерального живлення на цукристість коренеплодів і збір цукру з 1 га*	28
РОЗДІЛ 5	**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ РІВНІВ УДОБРЕННЯ**	33
РОЗДІЛ 6	**ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**	36
6.1	*Покращення умов праці, техніки безпеки й пожежної безпеки при вирощуванні буряка цукрового*	36
6.2.	*Охорона і збереження навколишнього середовища за внесення добрив*	38
	ВИСНОВКИ	41
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42
	ДОДАТКИ	48

ВСТУП

Стабільна цінова політика і досить висока рентабельність вирощування буряку цукрового спонукає аграріїв до розширення посівних площ під даною культурою. У промислових масштабах буряк цукровий переважно вирощується у 14 областях України, а більшість площ під цією культурою зосереджено у шести областях (понад 70 % посіву). Найбільші площі буряку цукрового знаходяться у Вінницькій – 44,0 тис. га, Хмельницькій, Полтавській і Тернопільській областях.

Урожайність буряку цукрового у 2022 році в середньому по країні склала 50,2 т/га. В розрізі областей, то найвищою вона була у Львівській (64,5 т/га), Тернопільській (56,3 т/га) і Хмельницькій (51 т/га) областях. У Вінницькій області у 2024 році зібрано 2,5 млн т. буряку цукрового. За цим показником вона займає перше місце серед областей, але нажаль за рахунок засіяних культурою площ (63 тис. га), адже за врожайністю (39,72 т/га) область не увійшла і в першу десятку. На Вінниччині є можливість реалізовувати буряк цукровий на заводи, що й спонукає господарства даного регіону збільшувати площі під ними [1, 2].

Серед високоефективних заходів, які мають вплив на зростання врожайності, цукристості коренеплодів і підвищення рентабельності їх виробництва є система удобрення.

Тому метою наших досліджень було вивчити в умовах нестійкого зволоження закономірності формування продуктивності та якісних показників буряку цукрового залежно від різних рівнів удобрення.

Наукова новизна результатів досліджень полягає у встановленні впливу рівнів удобрення на процеси росту і розвитку рослин буряку цукрового, формування врожаю коренеплодів та їх якісних показників. Обгрунтовано економічну доцільність застосування мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{80}K_{120}$ під буряк цукровий гібриду Балі.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами проведених досліджень встановлено науково-обгрунтовано дозу мінеральних добрив під буряк цукровий гібриду Балі, яка забезпечить одержання стабільно високих урожаїв коренеплодів з високим вмістом цукру.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи доповідались на розширених засіданнях кафедри агрохімії і грунтознавства, студентських та Всеукраїнській конференціях Уманського НУС (2024 р.).

РОЗДІЛ І
УДОБРЕННЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУРИ (огляд літератури)

1.1. Система удобрення буряку цукрового та строки застосування добрив

Внесення добрив при правильному поєднанні з іншими агротехнічними заходами є найефективнішим чинником інтенсифікації буряківництва. Підвищення врожайності гібридів буряків цукрових значною мірою залежить від впровадження елементів інтенсивної технології вирощування, адаптованої до конкретних умов. Основний підхід до оцінки ефективності використання добрив повинен базуватися на врахуванні потреб рослин у найважливіші фази їхнього росту та розвитку. Для забезпечення збалансованого живлення буряку цукрового з метою досягнення його максимальної продуктивності особливе значення має диференційоване внесення добрив. Це передбачає врахування вмісту доступних форм елементів живлення у ґрунті, біологічних особливостей культури та ґрунтово-кліматичних умов [3, 4].

Не можливо зовсім відмовитися від застосування мінеральних добрив, оскільки цей агрозахід є одним із можливих шляхів розвитку аграрного сектору України. Тому єдино правильним рішенням цієї проблеми є істотне покращення технології застосування мінеральних добрив на основі науково-обгрунтованих доз добрив та їх співвідношень [5].

Система удобрення буряку цукрового повинна враховувати біологічні особливості культури, характер використання ними елементів живлення з ґрунту і добрив та грунтово-кліматичні умови вирощування. Так, в зоні північного Степу (за умов недостатнього зволоження) приріст від мінеральних добрив не перевищує 15 %, за нестійкого зволоження – 37 %, а в підзоні достатнього зволоження – 52 % [6, 7].

Буряки цукрові вимагають наявності у ґрунті великої кількості поживних речовин. Дослідженнями встановлено, що вони для формування врожаю використовують значно більшу кількість поживних речовин, ніж інші культури **[**8**]**.

Дослідження та практика бурякосіючих господарств свідчать, що винос основних елементів живлення даною культурою залежить від екологічних умов зони вирощування культури та забезпеченості ґрунту поживними речовинами. Буряк цукровий має здатність накопичувати значну кількість сухих речовин, що зумовлює їх високу потребу в поживних елементах. За врожайності 40 т/га культура забезпечує вихід 0,50–0,55 т цукру, 15,0–25,0 т гички, 26–28 т сирого жому та більше 0,15 т меляси [9]. Через це буряк цукровий є дуже вимогливим до умов вирощування та рівня живлення.

Було встановлено нормативну потребу в елементах мінерального живлення, яка розроблена на основі градації забезпеченості грунту основними елементами живленнями: низька, середня, підвищена, висока. Наприклад, по азоту це становить – менше 100, 100-150, 150–200 та понад 200 мг/кг; по фосфору – менше 20, 50–100, 100–150 і 150–200 і по калію – < 20, 40–80, 80–120 і 120–160 мг/кг ґрунту відповідно [10–12].

Встановлено, що при застосуванні добрив урожайність буряку цукрового зростала від 24,6 т/га до 31,7 т/га [4]. В той же час іншими дослідженнями було виявлено, що на опідзолених грунтах приріст від добрив становить понад 10,0 т/га. Із збільшенням доз добрив врожайність підвищується, тож приріст в окремі роки досягав 20,0 т/га, а частка добрив у її формуванні сягала 27–79 % [3, 5].

Окремі дослідники стверджують, що система удобрення є вагомим чинником у підвищенні біологічної та енергетичної продуктивності буряків цукрових. Так, у дослідах, які проводилися на чорноземах вилугованих Білоцерківської ДСДС встановлено, що за вирощування буряку цукрового упродовж 50 років без внесення добрив, його біологічна продуктивність була досить низькою: врожайність коренеплодів сягала лише 18,8 т/га, цукристість

— 17,0 %, а збір цукру — 3,20 т/га. На думку дослідників причиною цьому є значне падіння родючості ґрунту, спричинене довготривалим екстенсивним способом вирощування сільськогосподарських культур. Застосування мінеральних добрив у зерно-буряковій сівозміні впродовж 50 років забезпечило значне підвищення біологічної продуктивності культури. За внесення N53P42K42 на 1 га сівозміни врожайність коренеплодів становила 39,3 т/га, цукристість – 16,3 %, збір цукру – 6,41 т/га. Порівняно з контролем без добрив, тривале внесення мінеральних добрив підвищило врожайність коренеплодів на 20,5 т/га або в 2,1 рази, збір цукру — на 3,21 т/га або в 2,0 рази. Разом з тим, вміст цукру в коренеплодах за внесення мінеральних добрив зменшувався на 0,7 %, порівняно з контролем [13].

Іншими дослідниками було встановлено, що за органічної системи удобрення, яка передбачала внесення 40 т/га гною, було одержано максимальний у досліді приріст врожайності на рівні 4,78 т/га, а за мінеральної (N_{120} $P_{120}K_{120}$) – 3,4 т/га. Подальше підвищення доз азотних добрив не сприяло збільшенню врожайності культури [14].

Подібні результати були одержані й іншими дослідниками. Так, за внесення N120P100K140 урожайність буряку цукрового складала 46,9 т/га, за внесення органічних добрив – 47,1, а органо-мінеральна система удобрення забезпечила максимальну у досліді врожайність – 50,4 т/га [15].

Поєднання мінеральних добрив з органічними окремі автори рекомендують здійснювати таким шляхом. В зоні достатнього зволоження – гній 30–40 т/га вносити безпосередньо під буряк цукровий в доповнення до встановленої норми мінеральних добрив. Так, за внесення органічних і мінеральних добрив у сівозміні і безпосередньо під буряк цукровий (40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{60}$) врожайність коренеплодів підвищувалася на 18,4 т/га, порівняно з контролем, де добрив не вносили [16].

Досліджено, що приріст врожайності коренеплодів буряку цукрового від гною залежить від зони їх вирощування. Так в умовах достатнього зволоження внесення 30 т/га гною забезпечило приріст врожайності з розрахунку на 1 т –

1,6–2,5 ц/га, в умовах нестійкого зволоження 1,5–2,1, а недостатнього – 0,5–1,9 ц/га [17].

На Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції встановлено, що мінеральна система удобрення за ефективністю поступалась органо-мінеральній системі удобрення. Максимальна доза мінеральних добрив N120P80K120 забезпечила врожайність коренеплодів 67,5 т/га, цукристість – 17,9 %, збір цукру – 12,1 т/га. Найвищу продуктивність буряків цукрових досягали за внесення 40 т/га гною + N90P60K90: врожайність коренеплодів – 79,6 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 14,5 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 37,0 т/га, збору цукру – на 6,7 т/га [18].

Дослідженнями А. С. Заришняка зі співавторамим втановлено, що на чорноземі вилугованому в середньому за 2021–2023 рр. врожайність буряків цукрових на контролі без добрив становила 50,6 т/га, цукристість коренеплодів – 18,4 %, збір цукру – 9,3 т/га. Застосування N90P90K90 + 5 т/га соломи підвищило врожайність коренеплодів – на 10,6 т/га, збір цукру – на 1,8 за абсолютних показників 61,4 та 11,1 т/га, відповідно. Цукристість коренеплодів за внесення добрив зменшилась порівняно з контролем без добрив на 0,3 % і становила 18,1 % [19].

1.2. Строки внесення добрив під буряк цукровий

Буряки цукрові засвоюють елементи живлення в різні періоди росту неоднаково. Так, у перші 45 днів вони їх використовують в незначній кількості, адже в цей час в насінні даної культури дуже малий запас вуглеводів, а надлишок азоту, особливо амонійного, пригнічує розвиток молодих рослин. В наступні 70–80 діб (у фазу наростання листкової поверхні) буряк цукровий використовує азот дуже інтенсивно, а ще упродовж 23–35 днів, коли поступово знижується інтенсивність всіх ростових процесів – не інтенсивно [20].

Тож в період максимального наростання листової поверхні потреба буряків цукрових в азоті значно зростає, поскільки цей період характеризується

інтенсивним синтезом білкових речовин. І нестача легкодоступних форм азоту в цей період призводить до сповільнення наростання листової поверхні, що в свою чергу, є причиною зниження врожайності культури [21]. Для одержання високої врожайності і максимального збору цукру з одиниці площі посіву буряку цукрового система удобрення повинна базуватися на чіткій регламентації азотного живлення відповідно до біологічних потреб рослин, яка забезпечує максимальне використання азотних добрив на початку та його обмеження наприкінці вегетації [16].

В кінці вегетації інтенсивно проходить процес нагромадження цукрів у коренеплодах. В цей період сповільнюється ріст листків і значна частина продуктів фотосинтезу в вигляді цукрів переходить в коренеплоди. Листкова поверхня ще довгий час залишається зеленою, здатною до фотосинтезу, проте відростання нових молодих листків є небажаним, тому що це веде до нових витрат вуглеводів. В результатів чого знижуються технологічні якості коренеплодів, а на грунтах з високим його вмістом – знижується й цукристість. Тож в цей період бажано мати помірне або понижене забезпечення рослин в азотному живленні [9, 10, 11, 22].

В зоні нестійкого зволоження на чорноземах опідзолених Правобережного Лісостепу України найвищий урожай коренеплодів одержано від азотних добрив, що вносилися у дозах 120 і 180 кг/га [5, 6, 11].

З добривами азот вноситься переважно в амідній, амонійній і нітратній формах [23]. Водночас в Україні ефективність використання азотних добрив, порівнюючи з країнами Європи, на досить низькому рівні. Це пояснюється тим, що у нас коротший, ніж у більшості Європейських країн вегетаційний період. Крім того через неправильне застосування та застарілі технології аграрії не отримують рівноцінного, бажаного приросту врожаю на одиницю мінеральних добрив. За неправильного внесення азотних добрив спрацьовує низка негативних чинників, які стають перепонами для використання можливого потенціалу азотного підживлення.

Тому оптимізація азотного живлення рослин водночас повинна бути спрямована на скорочення непродуктивних втрат азоту [23].

Фосфор засвоюється рослинами більш рівномірно протягом усієї вегетації, однак початковий період росту є критичним у його використанні. У цей час буряк цукровий потребує саме рухомих (доступних) сполук фосфору, оскільки рослини слабко засвоюють важкорозчинні фосфати. Оптимальне забезпечення фосфором на цьому етапі сприяє кращому розвитку кореневої системи: вона глибше проникає в ґрунт, краще розростається і забезпечує рослину в достатній кількості необхідними поживними речовинами й водою [4, 5, 9].

Фосфор також сприяє прискоренню дозрівання коренеплодів, підвищенню їх цукристості та зниженню вмісту шкідливого азоту. Водночас, як надлишок, так і нестача фосфору негативно впливають на продуктивність культури.

Я. П. Цвей зі співавторми [7] встановлено, що застосування як простих, так і комплексних фосфорних добрив сприяє підвищенню врожайності коренеплодів. Проте, збільшення цукристості відзначається переважно у сприятливі за погодними умовами роки. Крім того, щоб внесення фосфорних добрив було більш ефективним, потрібно їх розташувати якомога ближче до кореневої системи і в шарах, у яких волога триматиметься якнайдовше. Коренева система в цих умовах буде більш активною і краще використає наявний фосфор. Також внесення цинку разом із фосфорними добривами поліпшує його споживання навіть за низьких температур.

Ефективність фосфорних добрив також значною мірою залежить від вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті. Дослідження показують, що зі збільшенням вмісту фосфору в ґрунті віддача від фосфорних добрив знижується, а на ґрунтах із високим його вмістом спостерігається навіть зменшення цукристості. Так, внесення фосфорних добрив дозою 120 кг/га д.р. і калійних – дозою 180 кг/га д.р. на сірих лісових опідзолених ґрунтах, які добре забезпечені рухомими сполуками фосфору і задовільно калієм, практично не

відобразилося на врожайності буряку цукрового. В той же час на фосфорно-калійному фоні внесення азотних добрив дозою 120 кг/га забезпечило приріст врожайності коренеплодів на рівні 7,8 т/га, а внесення $N_{180–240}P_{180}K_{120}$ відповідно 12,0–13,0 т/га [7, 24, 25].

Калій відіграє значну роль в утворенні органічної речовини і нагромадженні цукру. Під дією цього елементу в рослинах розчинні азотні сполуки нагромаджуються в незначній кількості, при цьому збільшується цукристість і вихід цукру. Калій гальмує процес випаровування води, підвищує доступ води в клітини, а також осмотичний тиск і тургор. За оптимального калійного живлення клітини краще утримують воду, а рослини легше переносять посухи [26]. Недостатня забезпеченість рослин калієм відчутно обмежує дію азоту, особливо це стосується низькобуферних ґрунтів. Повне задоволення потреб рослин у калії сприяє підвищенню їх загальної здатності краще підлаштовуватися під стресові умови та якомога безболісніше переносити, як підвищені так і низькі температури [27].

За даними дослідних установ різних зон бурякосіяння застосування калійних добрив приводило до збільшення цукристості від 0,1 до 1 % [25]. Потреба буряку цукрового у цьому елементі проявляється протягом всієї вегетації, але особливо під час нагромадженні цукру у коренеплодах. Під впливом калію азотні сполуки в рослинах нагромаджуються в незначних кількостях, а цукристість і вихід цукру з одиниці площі значно підвищуються [6, 9, 23].

Добрива по різному впливають на якість коренеплодів. Було виявлено значне зниження цукристості коренеплодів від високих доз азотних добрив і підвищення вмісту цукру за рахунок фосфору і калію. Під впливом фосфорних добрив цукристість коренеплодів підвищувалася на 0,2–0,3 %, калійних – на 0,5– 0,6, а від сумісного їх внесення – на 0,6–0,7 % [10, 11, 27, 28–31].

Отже, створення умов оптимального азотного, фосфорного і калійного живлення буряку цукрового упродовж всього вегетаційного періоду є головною

умовою одержання стабільно високого і якісного врожаю культури [7, 9, 8, 26, 27].

Стосовно доз добрив і строків їх застосування, то, наприклад, в зоні нестійкого зволоження 80–90 % річної норми вносять під оранку, а решту – в рядки під час сівби буряку цукрового. В зоні недостатнього зволоження 90 % річної норми вносять під оранку, а решту – весною в рядки [6, 18]. В той же час, в зоні достатнього зволоження під оранку рекомендують вносити 80–90 % фосфорно-калійних і 45–50 % азотних добрив, а решту кількість – до вносять весною під культивацію, при сівбі в рядки [28].

Результатами досліджень, які проводилися на Чернівецькій ДСДС, встановлено, що врожайність буряку цукрового не залежала від строків внесення основного удобрення. Про те, застосування високих доз добрив весною під культивацію знижувало польову насіння на 6,4 %. Також було виявлено, що внесення високих доз добрив навесні під культивацію призводило до випадання рослин під час вегетації (особливо у посушливі роки), що пояснюється підвищеною концентрацією солей мінеральних добрив в орному шарі грунту [24].

Інші дослідники стверджують, що найліпший спосіб внесення повної дози азотних добрив – роздрібний: 2/3 дози під передпосівну культивацію, 1/3 – у фазі появи 2–4 пар справжніх листків, але не пізніше кінця травня – середини червня [32].

Якщо під буряк цукровий вносили гній, а ґрунт достатньо забезпечений сполуками азоту, то дозу азотних добрив знижують. Надмірне і надто пізнє внесення азотних добрив подовжує період вегетації та фізіологічне дозрівання, значно знижуючи технологічну якість коренеплодів [23, 26, 27].

В той же час фахівці British Sugar (Польща) переконують, що не варто розподіляти дози азоту на 3 частини та вносити їх у різні терміни, оскільки це забезпечує таку ж саму врожайність буряку цукрового, як і дворазове внесення. І рекомендують першу дозу азотних добрив вносити відразу після сівби дозою 30–40 кг/га, а другу – 40–80 кг/га у фазу 4-х листків [32].

Отже, в результаті опрацювання наукової літератури з досліджуваного питання, можна зробити висновок про значний вплив удобрення на продуктивність буряку цукрового у різних грунтово-кліматичних умовах. А неоднозначність і суперечливість одержаних дослідниками даних спонукало нас до дослідження продуктивності даної культури в умовах Немирівського району Вінницької області за різних доз мінерального живлення.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика буряку цукрового

Цукрові буряки (Beta vulgaris S.V. saccharifera) належать до класу дводольних родини лободових (Chenopodiaceae). Коренева система дорослої рослини складається з потовщеного конусоподібного головного кореня і густої сітки тонких кореневих розгалуджень, які відходять від головного кореня і проникають на глибину 2,5 м, а в ширину 10 – 120 см [7].

Головний корінь складається з головки (укорочене стебло), на якій протягом вегетації розміщуються від 50 до 90 листків; шийки (гіпокотиль, підсім'ядольне коліно); власне кореня, на якому утворюються бічні корінці.

Листки у цукрових буряків великі, суцільні, черешкові, які стеляться або стирчать, пластинки їх округлі або серцеподібні, гладенькі чи гофровані.

Квітки буряків розміщені у пазухах листків у вигляді волотей. Квітки буряків п'ятірного типу зеленкуваті і трьохлопатевою приймочкою. Однонасінні плоди містять один горішок.

Буряк цукровий – дворічна перехреснозапильна рослина. Тривалість вегетаційного періоду у різних зонах бурякосіяння від 120–140 до 180–200 днів. Плід-горішок з товстим навколоплідником з пористої дерев'янистої тканини. Насінина дрібна, бурого кольору, міститься у здерев'янілому квітколожі плода. Зверху насінина вкрита добре помітною оболонкою. Насіння починає проростати при температурі ґрунту 4 – 5 ^{0}С, але більш життєздатні сходи з'являються при 6 – 7 ^{0}С.

Фаза сім'ядоль триває 6–8 днів. На початку літа кожний листок з'являється через 2–3, а в середині літа через 1 – 2 дні. За вегетацію рослина утворює 50 – 60 і більше листків загальною площею в липні – серпні 3000 – 6000 м^2, або 50 – 60 тис. м^2/га.

Буряк цукровий – рослина довгого дня, вибаглива до світла, вологи, але водночас є посухостійкою [4, 7]. Транспіраційний коефіцієнт варіює в діапазоні 240–400.

Ця культура вибаглива до родючості грунту. Найкращими для неї є чорноземи та суглинкові ґрунти з нейтральною або близькою до неї реакцією розчину. Витривала до засоленості ґрунтів.

2.2. Характеристика гібриду Балі

Диплоїд N типу (урожайний). Виробник СесВандерхаве (Бельгія). Зареєстрований у Швеції, Нідерландах, Україні. Рекомендується для пізніх строків збирання. Рекомендована зона вирощування – Полісся, Лісостеп, Степ. Потенціал врожайності – 105 т/га**,** цукристості – 21,4 %. Рік реєстрації **–**2019.

Переваги гібриду:

Нематодостійкий. Дуже добра лежкість у кагатах. Толерантний до збудників кореневих гнилей. Висока стійкість до церкоспорозу, ризоманії. Середня стійкість до борошнистої роси, рамуляріозу.

Стійкість до хвороб і стресових факторів:

- Стійкість до посухи – 6 балів.
- Стійкість до нематоди – 9 балів.
- Стійкість до кореневих гнилей – 7 балів.
- Стійкість до церкоспорозу – 8 балів.

Стійкість до борошнистої роси та рамуляріозу –6 балів.

Стійкість до ризоманії – 9 балів [33].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтові умови

Польові досліди з вивчення впливу мінеральних добрив на продуктивність буряку цукрового закладалися в умовах Немирівського району Вінницької області на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових грунтах, які займають понад 12 % загальної площі області.

Щільність ґрунту дослідних ділянок становить 1,25 г/см^3, а повітроємність знаходиться в межах 5,8–8,9 %. Загалом, ґрунт можна вважати сприятливим для вирощування буряку цукрового (рис. 1).

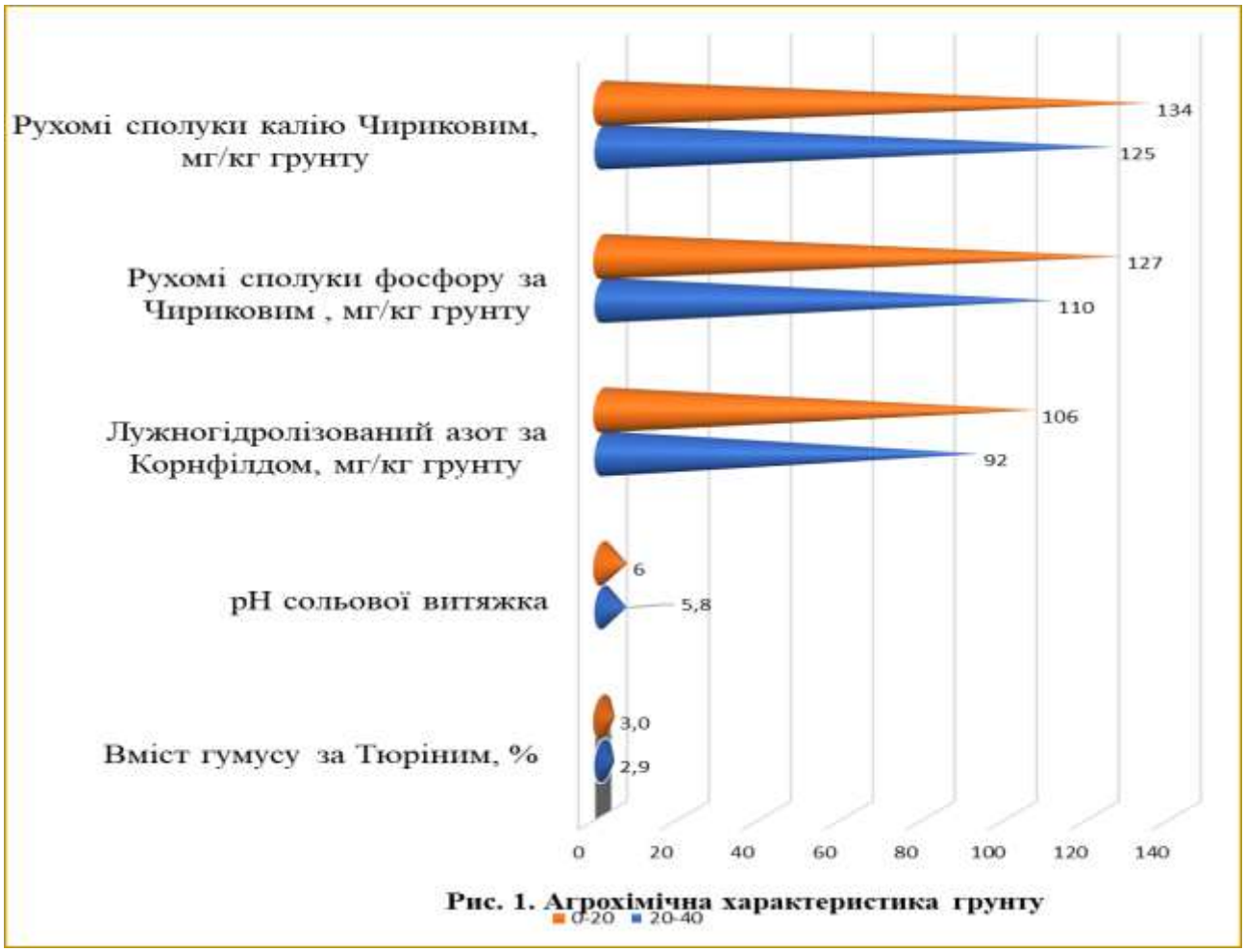


Рис. 1. Агрохімічна характеристика грунту

З агрохімічної характеристики грунту видно, що вміст калію у грунті підвищений, фосфору – середній, а азоту – низький. Реакція грунтового

розчину сприятлива для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Проте буряк цукровий є культурою, яка дуже чутлива до реакції грунтового середовища, тому для одержання високих врожаїв доцільно було б провести під цю культуру вапнування.

3.2. Погодні умови

Клімат регіону відноситься до зони нестійкого зволоження. В окремі роки за відсутності опадів і підвищеній температурі повітря, літо буває посушливим. При цьому відчувається нестача продуктивної вологи в ґрунті, що негативно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Зима переважно не сувора. Стійкий сніговий покрив утворюється в кінці грудня.

В цілому кліматичні умови району є цілком сприятливими для вирощування буряку цукрового, проте посушливі умови, які спостерігаються в окремі періоди є причиною нестабільних врожаїв, а їх втрати можуть сягати до 45–50 %.

Погодні умови в рік закладання та проведення проведення дослідів мали істотні відхилення від середньобагаторічних показників. Це стосується не лише опадів, але й температури повітря (рис. 2, 3).

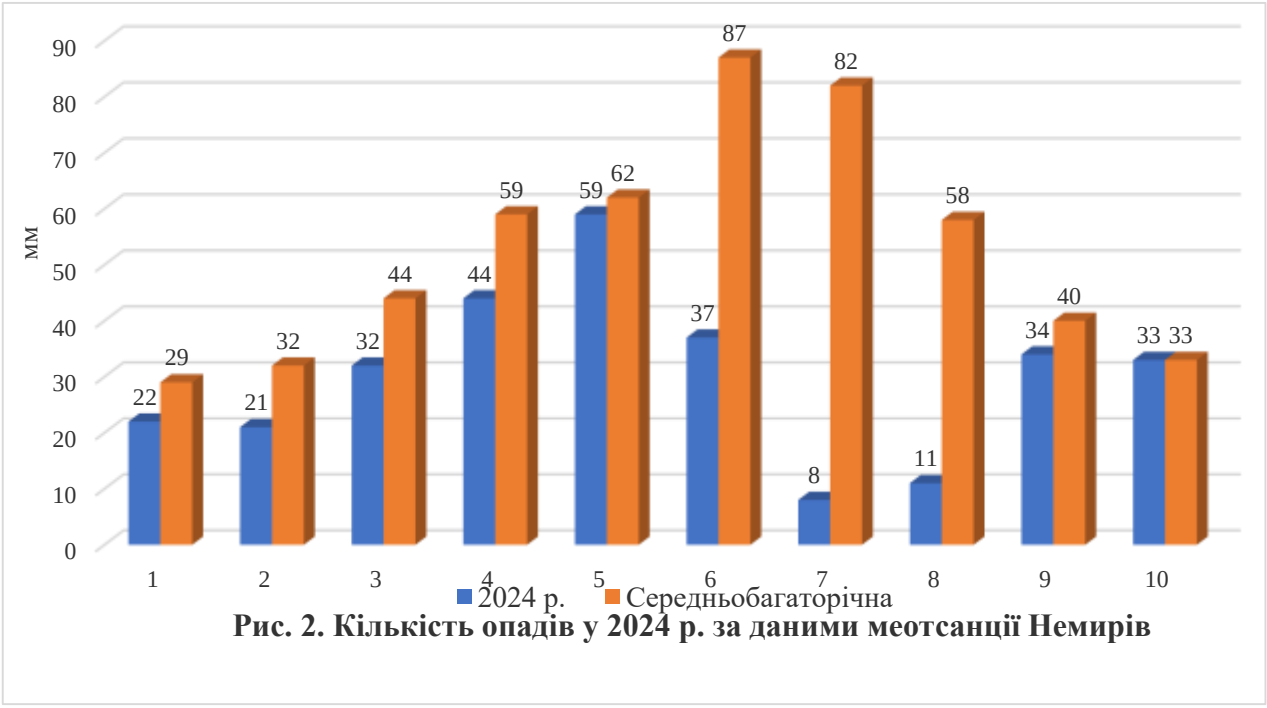


Рис. 2. Кількість опадів у 2024 р. за даними меотсанції Немирів

2024 рік за комплексом та тривалістю несприятливих умов виявився досить складним для вирощування буряку цукрового. Так дефіцит опадів спостерігався з середини лютого до кінця липня, були відсутні атмосферні опади у квітні-травні упродовж майже 60 днів, високі температури – з середини травня до кінця літа, суховійні явища, повітряна та ґрунтова весняно – літня засуха (з травня до липня). У липні також утримувалась спекотна з суховійними явищами та дефіцитом опадів погода.

Все це призвело до того, що рослини були пригнічені, втрачали тургор, посіви також були зріджені, затримувався початок росту кореня.

Температурний режим повітря у 2024 році також мав значні відхилення від багаторічних значень

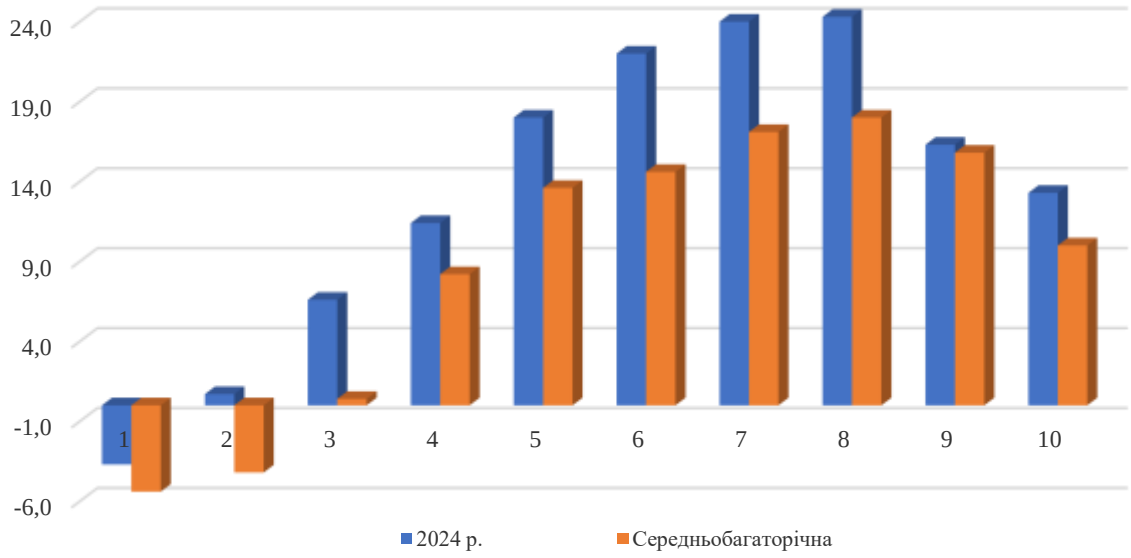


Рис. 3. Середньомісячна температура повітря за даними метеостанції Немирів

Середня температура повітря склала 13,3^{0}С, що на 3° вище звичайної.

У всіх місяцях року спостерігалася позитивна аномалія температури повітря – на 3,3–7,4 °С вище кліматичної норми. Лише у вересні температура була наближена до кліматичної норми.

Отже, погодні умови у 2024 році мали суттєві відхилення від багаторічних значень і суттєво впливали на ріст буряку цукрового.

3.3. Схема досліду

Досліди з вивчення впливу мінеральних добрив на продуктивність буряку цукрового гібриду Балі вивчали за схемою, яка наведена в табл. 1

Таблиця 1

Схема досліду з удобренням буряку цукрового

№ варіанта	Варіант досліду	Строки внесення добрив	
		Основне	Припосівне
1	Без добрив	-	-
2	$N_{60}P_{40}K_{60}$	$N_{50}P_{30}K_{50}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$
3	$N_{90}P_{60}K_{90}$	$N_{80}P_{50}K_{80}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$
4	$N_{120}P_{80}K_{120}$	$N_{110}P_{70}K_{110}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$
5	$N_{150}P_{100}K_{150}$	$N_{140}P_{90}K_{140}$	$N_{10}P_{10}K_{10}$

Варіанти закладалися у трьох повтореннях і були розміщені рендомізованим методом, а повторності – послідовно. Розмір ділянок: загальний – 81 м^2, обліковий – 54 м^2.

Схема розміщення варіантів наведені на рис. 4.

Перша повторність	Друга повторність	Третя повторність
1	3	5
3	6	4
6	1	3
5	4	2
4	2	6
2	5	1

Рис. 4. Розміщення варіантів у досліді

3.4. Агротехніка вирощування цукрового буряку в досліді

Після збирання попередника (ячменю озимого) проводили дискування стерні Кейс-210 + БДВП-4,2. Під основний обробіток ґрунту вносили фосфорно-калійні добрива у вигляді аміачної селітри, суперфосфату гранульованого та хлористого калію. Оранку проводили на глибину 30–32 см трактором Кейс-210 в агрегаті з плугом ПНО-5-40. Рано навесні було проведено закриття вологи ХТА-150+12БЗТ-1. Передпосівну культивацію здійснювали на глибину загортання насіння Кейс - 210+ Європак. Сівбу проводили сівалкою Монопіл S в агрегаті з трактором МТЗ – 80 з шириною міжрядь 45 см. Норма висіву становила 1,3 посівних одиниць на га. При сівби в рядки вносилися добрива у вигляді нітроамофоски дозою 10 кг/га д.р. Формування густоти проводи вручну, залишаючи 5–6 рослин на 1 п.м.

Догляд за посівами складався із боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками. Застосовували такі гербіциди: Пірамін Турбо (3 л/га), Дуал Голд (1 л/га), Фюзилад Форте (1 л/га). Для боротьби із шкідниками застосовували інсектицид Коннект. Для боротьби з хворобами: церкоспорозу, борошнистої роси, переноспорозу, септоріозу проводили обприскування посівів фунгіцидами Рекс Дуо, к.с, – 0,4–0,6 л/га, Абакус, к.с. – 1,2 л/га

Збирання коренеплодів проводили 10 жовтня комбайном Холмер.

3.5. Методика проведення досліджень

Програмою наших досліджень передбачалися наступні обліки і спостереження:

- агрохімічний аналіз ґрунту у шарі грунту 0–30 см проводився на наявність доступних форм лужножідролізованого та нітратного азоту, рухомих форм фосфору й калію, визначення вмісту гумусу за загальноприйнятими для агрохімічних досліджень методиками [34, 35];

- здійснювали спостереження за ростом й розвитком рослин буряку цукрового (наростання маси 100 рослин, маси листків, динаміки наростання маси коренеплодів);

- врожайність обліковували шляхом зважування коренеплодів та окремо гички;

- вміст цукру в коренеплодах визначали оптичним методом за допомогою цукрометру СУ-4, для цього відбирали по 40 коренів з облікової ділянки;

- статистична обробка результатів досліджень проводилася методом дисперсійного та кореляційного аналізів за допомогою програми Статистика.

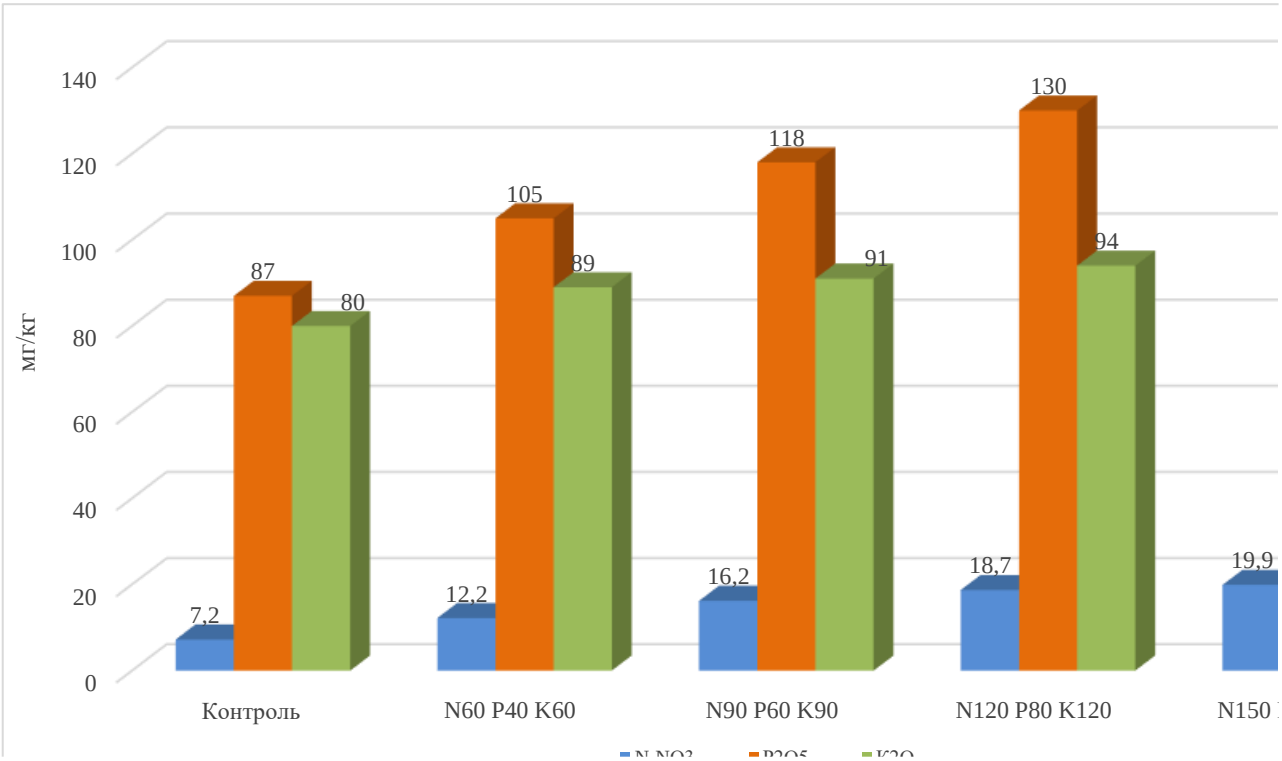
Економічну ефективність визначали за технологічною картою (додат. В).

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив рівнів мінерального живлення на вміст нітратного азоту, рухомих сполук фосфору і калію у ґрунті

Родючість ґрунту є найважливішою його властивістю, яка залежить від інтенсивності потоку речовин і енергії в системі “ґрунт – рослина”. Величина потоку обумовлюється в основному запасами доступних рослинам речовин у ґрунті і може змінюватися під впливом ґрунтових режимів та регулюватися агротехнічними заходами. Інтенсивність надходження поживних речовин у рослину буде також залежати від швидкості трансформації органічних решток і добрив, які надходять до ґрунту, динаміки вмісту й запасів гумусу протягом вегетаційного періоду та просторової доступності елементів живлення кореням рослин [36–40].

Як показав агрохімічний аналіз грунту при визначенні вмісту рухомих поживних речовин в ґрунті застосування добрив сприяло підвищенню вмісту нітратного азоту, рухомих сполук фосфору і калію (рис. 5).



Так, вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту пропорційно зростав із збільшенням доз добрив. У контрольному варіанті досліду він становив 7,2 мг/кг ґрунту, а на всіх удобрених варіантах був значно вищим. Якщо норма N_{60} P_{40} K_{60} збільшувала вміст $N–NO_3$ на 69 % проти контролю, то N_{120} P_{80} K_{120} – на 159 %, $N_{150}P_{100}K_{150}$ – на 176 % або в 2,8 рази.

Оскільки наявність нітратного азоту в грунті не проявляє токсичної дії на рослини, то він позитивно впливає на ріст і розвиток рослин буряку цукрового і буде краще засвоюватися рослинами, маючи завжди позиційну доступність. Незважаючи на рухливість нітратного азоту на важких суглинкових грунтах він не промивається у глибокі шари грунту, тому ці сполуки будуть доступні для рослин у більш пізніші етапи, коли йтиме інтенсивне наростання біомаси [23–26].

Визначення вмісту рухомих сполук фосфору показало, що їх вміст початку вегетації під буряками цукровими також залежав від доз добрив і зростав пропорційно їх підвищенню. Якщо норма добрив $N_{60}P_{40}K_{60}$ збільшувала вміст фосфору на 21 % проти контролю, то норма N_{150} P_{100} K_{150} – на 50 %.

Подібна закономірність спостерігалася і по вмісту рухомих сполук калію. На ділянках, де добрив не вносили, вміст рухомого калію в ґрунті на початку вегетації був мінімальним – 80 мг/кг ґрунту, що вказує на середній ступінь забезпечення буряку цукрового цим елементом живлення.

Зі збільшення рівнів мінерального живлення підвищується вміст обмінного калію, проте ступінь забезпеченості в удобрених варіантах досліду була середньою.

В цілому можна зробити висновок, що вміст поживних речовин у грунті на початку вегетації під буряком цукровим залежав від доз мінеральних добрив, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин.

4.2. Вплив удобрення на забезпеченість буряку цукрового азотом та масу 100 рослин

На основі тканевої діагностики нами було виявлено вплив удобрення на масу 100 рослин у фазу 2–3 пар справжніх листків (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив удобрення на забезпеченість рослин буряку цукрового азотом та масу 100 рослин у фазу трьох пар справжніх листків

Варіант досліду	Забезпеченість рослин азотом	Бал забезпеченості	Маса 100 рослин		
			г	до контрою	
				±	%
Контроль	низька	2	42,5	–	–
$N_{60}P_{40}K_{60}$	середня	4	51,3	8,8	21
$N_{90}P_{60}K_{90}$	підвищена	4	55,2	12,7	30
$N_{120}P_{80}K_{120}$	висока	5	57,8	15,3	36
$N_{150}P_{100}K_{150}$	висока	5	58,5	16,0	38

Виявлено, що забезпеченість рослин азотом підвищувалася залежно удобрення. Якщо на ділянках, де добрив не вносили, вона була низькою, то у варіанті $N_{60}P_{40}K_{60}$ – середньою, за дози $N_{90}P_{60}K_{90}$ – підвищеною, а за внесення максимальної у досліді дози – високою (5 балів). Поліпшення азотним живленням на рослинах спостерігалося й візуально (за більш інтенсивним зеленим забарвленням та величиною листків). Особливо різка відмінність спостерігалася між контрольним варіантом досліду та варіантами $N_{120}P_{80}K_{120}$ і $N_{150}P_{100}K_{150}$. На нашу думку, це мало позитивний вплив й на ростові процеси рослин та формування врожаю.

Стосовно маси 100 рослин, то незважаючи на посушливі умови у цей період, удобрення також позитивно впливало на даний показник. Було встановлено, що у контрольному варіанті досліду вона була найменшою. Внесення добрив дозою $N_{60}P_{40}K_{60}$ сприяли його підвищенню на 21 %, доза $N_{90}P_{60}K_{90}$ – на 30 %, $N_{120}P_{80}K_{120}$ – на 36 %. А максимальною у досліді (58,5 г) маса

100 рослин була за внесення $N_{150}P_{100}K_{150}$, що перевищувало контрольний варіант досліду на 38 %.

Процес формування коренеплодів буряка цукрового та нагромадження у них цукру має тісний зв'язок з інтенсивністю розвитку і наростанням листкової площі та маси рослин [9, 24, 40–42].

За результатами наших досліджень виявлено, що маса коренеплоду змінювалася залежно від фази розвитку рослин і удобрення (табл. 3).

Таблиця 3

Маса коренеплоду рослини буряка цукрового залежно від рівнів мінерального живлення, г

Варіант	Фаза змикання листя в рядках	Фаза змикання листків у міжряддях	Інтенсивний ріст	На час збирання врожаю
Контроль	10	73	198	308
$N_{60}P_{40}K_{60}$	16	90	282	598
$N_{90}P_{60}K_{90}$	21	96	341	650
$N_{120}P_{80}K_{120}$	25	104	379	762
$N_{150}P_{100}K_{150}$	29	109	490	791

Очікувано, що найменшу масу коренеплодів було одержано у контрольному варіанті досліду, оскільки й маса рослин у даному варіанті була найменшою. Тож у фазі змикання листків у рядках маса коренів під впливом удобрення варіювала від 16 до 29 г.

У фазу змикання листків у міжряддях маса коренів збільшувалася залежно від доз добрив на 17–36 г, порівняно з контрольним варіантом досліду. В період інтенсивного росту маса коренеплодів буряку цукрового підвищилася в 2,7–4,5 рази, у порівнянні з попереднім періодом. Найбільшим (490 г) даний показник був за внесення $N_{150}P_{100}K_{150}$ і він перевищував інші варіанти досліду на 113–294 г.

Аналогічна закономірність спостерігалася і на час збирання врожаю. У контрольному варіанті досліду маса коренеплодів була найменшою (308 г). за

внесення мінімальної у досліді дози маса коренеплоду збільшилася на 94 г, доза $N_{90}P_{60}K_{90}$ забезпечила приріст даного показника на 111 г, а за норми добрив $N_{120}P_{80}K_{120}$ і $N_{150}P_{100}K_{150}$ – на 147–157 г відповідно.

4.3. Формування врожайності буряку цукрового залежно від рівнів мінерального живлення

Урожай є результатом взаємодії біологічних властивостей рослин із умовами навколишнього середовища. Кількість врожаю є основою для оцінки ефективності системи удобрення, яка застосовується в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Серед агротехнічних заходів найбільший вплив на величину врожаю мають такі чинники, як родючість ґрунту й удобрення. Добрива, як важливий елемент управління біологічним кругообігом речовин, істотно впливають на продуктивність агрофітоценозів. Вони безпосередньо покращують родючість ґрунту, створюючи передумови для значного підвищення продуктивності кожного гектара землі [9, 13, 22, 43].

Нашими дослідженнями виявлено позитивний вплив удобрення на врожайність гібриду буряку цукрового Балі (табл. 4).

Таблиця 4

Урожайність буряку цукрового залежно від рівня мінерального живлення, т/га

Варіант досліду	2024 р.	+,- до контролю		Окупність 1 кг NPK приростом
		т/га	%	
Контроль	41,2	–	–	–
$N_{60}P_{40}K_{60}$	55,1	13,9	34	86,9
$N_{90}P_{60}K_{90}$	61,3	20,1	49	83,8
$N_{120}P_{80}K_{120}$	66,5	25,3	61	79,1
$N_{150}P_{100}K_{150}$	68,1	26,9	65	67,3
$НІР_{095}$	2,9	-	-	-

Незважаючи на посушливі погодні умови, врожайність буряку цукрового була все ж досить високою, проте значно нижчою генетичного потенціалу досліджуваного гібриду. У контрольному варіанті досліду вона склала 41,2 т/га. За внесення мінеральних добрив у нормі N60P40K60 врожайність зросла до 55,1 т/га, або на 34 %. Подальше збільшення норми добрив сприяло зростанню врожайності до 61,3 т/га або 49 %, за норми N120P80K120 – до 66,5 т/га або на 61 %. Максимальна доза добрив забезпечила врожайність на рівні 68,1 т/га, що на 65 % більше контрольного варіанту досліду.

Щодо окупності 1 кг NPK приростом врожайності коренеплодів, то спостерігалася обернена залежність – з підвищенням дози добрив окупність добрив зменшувалася. Найвищою (86,9 кг) вона була за внесення $N_{60}P_{40}K_{60}$, а найменшою (67,3 кг) – за дози $N_{150}\,P_{100}\,K_{150}$.

У процесі вегетації буряку цукрового формування врожаю залежить не тільки від забезпечення рослин поживними речовинами і погодних умов, але й від величини активної фотосинтезуючої поверхні посіву. Протягом вегетації рослина формує листову масу з площею від 3000 до 6000 см² (в липні-серпні), що відповідає 50–60 тисячам м² на гектар [7]. Розмір фотосинтезуючої поверхні також можна визначити за її масою. Ми визначали масу гички під час збирання коренеплодів (рис. 6).

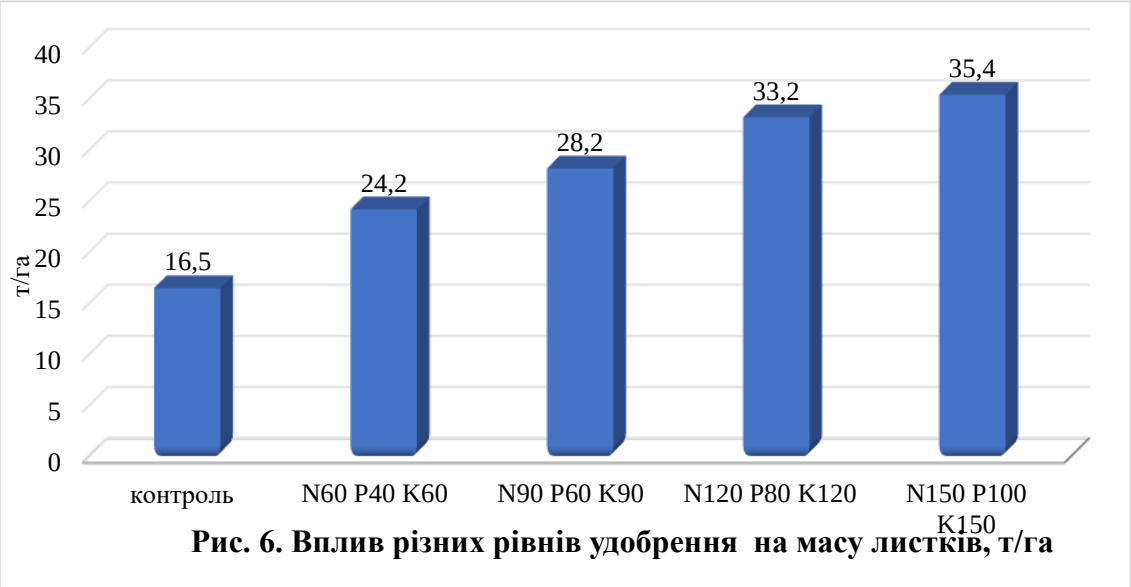


Рис. 6. Вплив різних рівнів удобрення на масу листків, т/га

Дані рис. 6 вказують, що удобрення впливало не лише на врожайність коренеплодів, а й на врожайність побічної продукції – гички. Під впливом удобрення вона підвищувалася на 7,7–18,9 т/га або на 47–114 %.

Добрива впливали й на співвідношення між врожайністю коренеплодів і гички. У контрольному варіанті досліду воно склало 1:0,40, а зі збільшенням норм добрив воно зростало і найвищим було у варіанті $N_{150}P_{100}K_{150}$, що є небажаним, бо формування великої маси гички потребує значно більшої кількості поживних речовин, які могли б використовуватися для формування коренеплодів.

Між врожайністю коренеплодів і гички (рис. 7) було виявлено прямий дуже тісний кореляційний зв'язок (r=0.97).

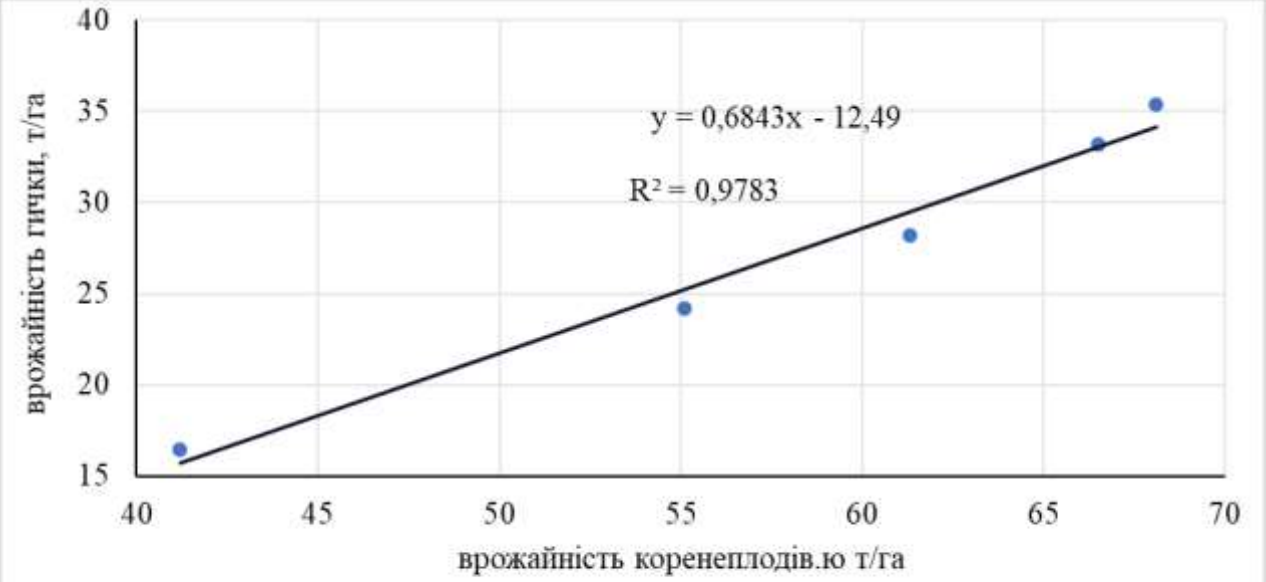


Рис. 7. Кореляційна залежність між врожайністю коренеплодів і масою листків

Отже, у рік досліджень на врожайність основної і побічної продукції істотно впливали рівні мінерального живлення.

4.4. Вплив рівнів мінерального живлення на цукристість коренеплодів і збір цукру з 1 га

Внутрішнє споживання цукру в Україні становить 1,8–2,0 млн тонн на рік. Для задоволення цієї потреби за рахунок власного виробництва необхідно

значно підвищити продуктивність та знизити витрати на вирощування буряку цукрового [2].

У світі виробництво цукру зазвичай зростає завдяки підвищенню врожайності цієї культури шляхом застосування високих норм мінеральних добрив. Проте це часто призводить до зниження технологічних якостей коренеплодів, що, на думку вчених, пов'язано із надмірним внесенням азотних добрив. Азот стимулює нагромадження "шкідливого" азоту в коренеплодах, збільшує втрати цукру в мелясі та знижує його загальний вихід під час переробки сировини. Тому використання мінеральних добрив має бути збалансованим з урахуванням потреби рослин в елементах живлення [20, 22].

Цукристість є головним показником якості коренеплодів буряку цукрового. Адже збір цукру з одиниці площі значно залежить від врожайності культури і вмісту цукру в коренях, який в свою чергу залежить від біологічних особливостей гібриду, системи живлення й умов, що складаються під час вегетації рослин [8, 23, 26].

Дані про цукристість коренеплодів залежно від рівнів застосування мінерального живлення наведені на рис. 8.

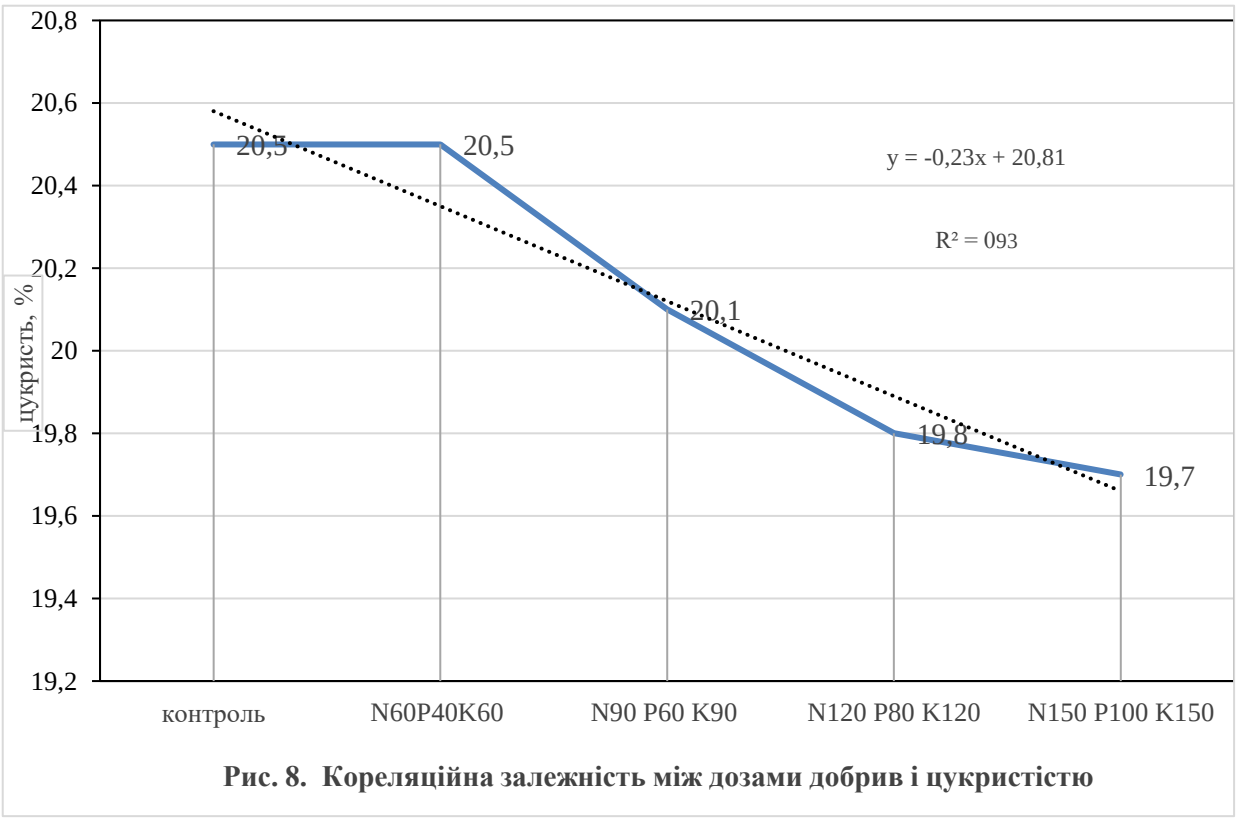


Рис. 8. Кореляційна залежність між дозами добрив і цукристістю

В рік проведення досліджень в усіх варіантах цукристість була високою і значно перевищувала базисну, яка становила 16 %. Це можна пояснити як особливостями досліджуваного гібриду, так і теплими, посушливими погодними умовами, які сприяли нагромадженню цукру в коренеплодах. В той же час була спостерігалася тенденція до зниження даного показника під впливом удобрення, особливо у варіантах з високими дозами добрив. Якщо доза $N_{60}P_{40}K_{60}$ не впливала на цукристість, то за їх підвищення, спостерігалася обернена залежність, тобто вміст цукру у коренеплодах знижувався на 0,4–0,8 абс. %, про що переконливо свідчить дані кореляційного аналізу між досліджуваними показниками. У варіанті $N_{150}P_{100}K_{150}$ вона була найменшою і становила 19,5 %.

Поскільки спостерігається зворотна кореляційна залежність між врожайністю коренеплодів і їх цукристістю, то основним показником продуктивності буряку цукрового і критерієм оцінки впливу того чи іншого агротехнічного заходу є збір цукру з 1 га. Даний показник відображає та інтегрує вплив на рослини абіотичних і біотичних чинників, зокрема погодних умов, технології вирощування у т. ч. й удобрення [7, 11], тобто він повніше характеризує продуктивність культури.

Проведені нами розрахунки збору цукру з 1 га в роки досліджень представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Біологічний збір цукру з 1 га посіву буряку цукрового залежно від удобрення, т

Варіант досліду	2024 р.	Приріст до контролю	
		т/га	%
Контроль	8,4	–	–
$N_{60}P_{40}K_{60}$	11,3	2,9	34
$N_{90}P_{60}K_{90}$	12,3	3,9	47
$N_{120}P_{80}K_{120}$	13,2	4,8	57
$N_{150}P_{100}K_{150}$	13,4	5,0	60

Встановлено, що збір цукру з 1 га посіву буряку цукрового залежав від рівня врожайності культури і рівнів мінерального живлення. Незважаючи на те, що зростаючі норми добрив сприяли зниженню цукристості, проте за рахунок приросту врожайності коренеплодів ми спостерігали закономірність до зростання біологічного збору цукру у посівах культури. Якщо на ділянках, де добрив не вносили даний показник становив 8,4 т/га, то за внесення добрив він підвищувався на 34–60 %, залежно від дози застосування добрив. Підвищення дози добрив до $N_{150}P_{100}K_{150}$ забезпечило найвищий показник збору цукру – 13,4 т/га, що на 5 т/га перевищувало контрольний варіант досліду та на 0,2–2,1 т/га інші удобрені варіанти.

Для раціонального використання добрив під буряк цукровий в конкретних умовах дуже важливо знати окупність поживних речовин добрив цукром. Проведені розрахунки окупності добрив цукром показують, що вона залежить від величини норм добрив (рис. 9).

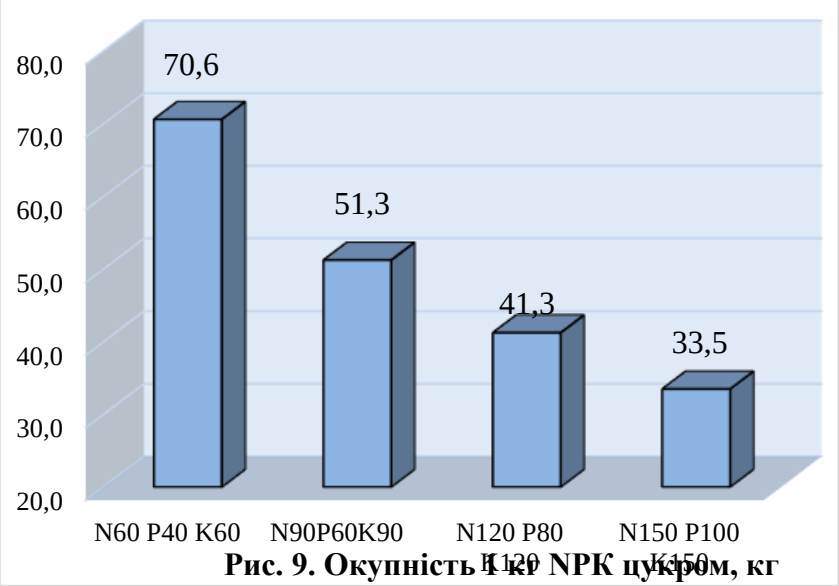


Рис. 9. Окупність 1 кг NPK цукром, кг

Окупність 1 кг добрив цукром була вищою за внесення найменшої у досліді дози добрив, проте у цьому ж варіанті ми спостерігали й найменшу врожайність і умовний збір цукру з 1 га. Встановлено, що зі збільшенням доз добрив окупність одиниці поживних речовин цукром зменшувалася. Найменшою вона була за внесення $N_{150}P_{100}K_{150}$, – 33,5 кг/га, що вказує на зниження ефективності добрив при застосуванні їх у цій нормі.

В цілому добрива справляли позитивний вплив на врожайність буряку цукрового гібриду Балі, а також умовний збір цукру з 1 га. В той же час спостерігалася тенденція до зниження цукристості коренеплодів зі збільшенням доз добрив, а також окупності 1 кг добрив цукром.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ РІВНІВ УДОБРЕННЯ

Вирощування буряку цукрового вимагає не лише технічних ресурсів, але й ретельного планування. Рентабельність залежить від численних факторів: від витрат на насіння, добрива, засоби захисту рослин до витрат на техніку для обробітку ґрунту та збирання. Фахівці підкреслюють, що для забезпечення стабільної ефективності врожайність має становити не менше 50 т/га.

Одним із ключових факторів підвищення врожайності сільськогосподарських культур є раціональне використання добрив. Однак практика показує, що добрива сприяють зростанню врожайності лише до певної межі. Надмірне підвищення їхньої норми не тільки не дає додаткового ефекту, але й може погіршити якісні показники та призвести до забруднення довкілля [44].

Питання ефективного застосування добрив залишається актуальним, особливо в умовах гострого дефіциту агрохімікатів, недостатнього забезпечення технологічних вимог і дисбалансу ціни на промислову та сільськогосподарську продукцію. У таких умовах вирощування культури потребує ще більшого прибутку для оцінки окупності й ефективності використання добрив [45].

Розробка економічно обґрунтованих систем і норм внесення добрив є одним із пріоритетних завдань сучасного землеробства. Вважається, що збільшення доз добрив є доцільним до того моменту, поки остання їхня одиниця впливає на зростання приросту врожайності. Хоча такий приріст може не приносити прибутку, адже витрати на добрива мають компенсуватися вартістю одержання додаткового врожаю [3].

Розрахунки економічної ефективності застосування різних рівнів удобрення наведені в табл. 6.

Таблиця 6

Економічна ефективність застосування різних рівнів мінерального живлення під буряк цукровий (у цінах на 1.10.2024 р.)

Показник	Контроль	$N_{60}P_{40}K_{60}$	$N_{90}P_{60}K_{90}$	$N_{120}P_{80}K_{120}$	$N_{150}P_{100}K_{150}$
Врожайність, т/га	41,2	55,1	61,3	66,5	68,1
- в т.ч. приріст до контролю	–	13,9	20,1	25,3	26,9
Ціна реалізації, грн/т за базисної цукристості	1900	1900	1900	1900	1901
Цуристість коренеплодів, %	20,5	20,5	20,1	19,8	19,7
Ціна реалізації з урахуванням цукристості, грн/т	2434	2434	2387	2351	2339
Вартість валової продукції, грн/га	100280,8	134113,4	146323,1	156341,5	159285,9
- в т.ч. додаткова	–	33832,6	38190	48070	51136,9
Матеріально-грошові витрати, грн./га	92400	102686	107819	112972	128401
- в т.ч. додаткові	–	10286	15419,0	20572,0	25715,0
Собівартість 1 т коренеплодів, грн.	2242,7	1863,6	1758,9	1698,8	1885,5
Умовно-чистий доход, грн/га	7881	31427	38504	43370	30885
- т.ч. додатковий	–	23547	22771	27498	25422
Рівень рентабельності, %	9	31	36	38	24

При розрахунках вартості валової продукції ми враховували цукристість коренеплодів. У 2024 році базисна цукристість становила 16 %, а ціна за 1 т коренеплодів – 1900 грн/га. У наших дослідах цукристість була вище базисної і варіювала від 19,7 до 20,5 %. Все це вплинуло на вартість валової продукції.

В той же час, за внесення добрив значно зростали й додаткові витрати на їх придбання і внесення. Собівартість 1 т коренеплодів була найвищою у контрольному у варіанті, де добрив не вносили. Рівень рентабельності

виробництва коренеплодів мав тенденцію до збільшення на удобрених варіантах досліду, крім ділянок, де вносилися добрива дозою $N_{150}P_{100}K_{150}$..

Чистий прибуток у т. ч. додатковий також був найбільшим на удобрених варіантах досліду. Найвищим цей показник спостерігався за внесення $N_{120}P_{80}K_{120}$ і становив 43370 грн/га і перевищував контрольний варіант на 27498 грн/га.

Отже, з економічної точки зору доза добрив $N_{120}P_{80}K_{120}$ виявилася більш ефективною.

РОЗДІЛ 6

ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

6.1. Покращення умов праці, техніки безпеки й пожежної безпеки при вирощуванні буряка цукрового

У процесі трудової діяльності людина за допомогою певних знарядь праці (машини, інструменти, пристрої) діє на предмет праці в умовах існуючого виробничого середовища. Залежно від характеру праці на людину можуть впливати різні середовища: механічні, хімічні, теплові, електричні, радіаційні, біологічні та інші. Пошкодження організму можуть виникати внаслідок як безпосередніх контактних дій (механічного, хімічного, електричного) так і дистанційних [47]

Серед різних факторів виробництва, які можуть спричиняти певні дії на людину, виділяють шкідливі і небезпечні фактори: роботи з мінеральними добривами, пов’язані з утворенням хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Найбільше хімічного типу [47].

При закладанні досліду вносили такі мінеральні добрива, як аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калійна сіль. Для внесення добрив застосовували розкидачі РУМ 8 в агрегаті з трактором Т-150 К.

Перед початком робіт спеціальна комісія до якої входять інженер з охорони праці, бригадир тракторної бригади, агрохімік і механізатор перевіряє технічний стан агрегатів у відповідності до вимог.

Машини повинні бути обладнані дистанційним керуванням з кабіни трактора та забезпечувати надійність роботи агрегату .

Всі роботи проводились після інструктажів з охорони праці відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

Роботу в полі організовують за безвітряної погоди в ранкові або післяобідні години. Поле розбивають на загінки, враховуючи рельєф, відбивають поворотні смуги, проводять лінію першого проходу агрегату і після цього приступають до внесення добрив.

В залежності від хімічних та фізичних властивостей добрив, працівників забезпечують засобами індивідуального захисту та спецодягом, видаються бавовняні костюми або комбінезони. Для захисту рук від твердих і сипучих добрив застосовують бавовняні рукавиці. Видається також спецвзуття – гумові чоботи. Для захисту органів дихання від пилу застосовують протипилові респіратори, а при роботі з сипучими добривами, якщо в повітрі створюється концентрація більше ГДК, то застосовують універсальні респіратори РУ-60М з патроном «А» або «В».

Для короткочасного відпочинку в польових умовах та для харчування обладнуються пересувні вагончики, які забезпечуються водою для миття рук, милом та рушником, для полоскання ротової порожнини є бачок з питною водою. Обов’язково є медична аптечна з набором медикаментів на випадок отруєння, якщо час роботи перевищує половину робочої зміни, працівникам видається 0,5 л молока в зміну і взагалі робітники повинні вживати багато рідини не менше 2,5 л. Робочий день складає не більше 6 годин, після закінчення роботи слід прийняти душ, або ретельно вимитися з милом.

В цілому застосування організаційних заходів з охорони праці при роботі з мінеральними добривами сприяють створенню нормальних умов праці.

Але поруч із цим слід відмітити і деякі недоліки. Основними недоліками при організації роботи з мінеральними добривами є те, що не завжди вистачає засобів індивідуального захисту. Не завжди агрегати, які працюють на внесенні мінеральних добрив очищають і промивають в кінці роботи, що сприяє корозії вузлів і поступово зменшується надійність в роботі.

Для того, щоб підвищити рівень роботи і усунути недоліки та покращити умови праці у господарстві:

1. Відновити техніку, що підвищить її надійність.

2. Після проведення первинного та повторного інструктажів організувати перевірку знань працівників.

3. Організувати знешкодження, механічне прання і зберігання спецодягу та засобів індивідуального захисту.

4. Провести атестацію умов праці з метою виявлення показника шкідливості роботи для виплати грошової компенсації за шкідливі умови.

6.2. Охорона і збереження навколишнього середовища за внесення добрив

Згідно з існуючим законодавством України вирощування екологічно чистої і якісної продукції, зокрема технічних культур і в тому числі буряку цукрового, має велике оздоровче і дієтично-лікувальне та харчове значення. Адже чиста від залишків різних хімікалій сільськогосподарська продукція є не лише енергетичним ресурсом організму людей і тварин, а й чудовим сорбентом, що виводить з організму радіонукліди та інші небажані інгредієнти.

Нині в Україні і світі помітно зросли рівень застосування мінеральних добрив і ступінь інтенсифікації сільського господарства, що значно впливає на колообіг, особливо азотовмісних, сполук у природі. Внаслідок цього відбувається забруднення води, харчових продуктів, кормів [47].

Основним джерелом нітратного забруднення є високі дози азотних мінеральних і органічних добрив, а також пестициди при систематичному насиченні ними посівів. Потрапляння в ґрунт стоку тваринницьких комплексів значно ускладнює цю проблему.

Як відомо, транспортні втрати добрив на шляху від заводу до поля становлять 10–12 %, що сприяє постійному забрудненню навколишнього середовища. Перевезення їх у тарі може суттєво зменшити втрати при траспортуванні [48].

Внесення добрив у незбалансованих співвідношеннях між елементами живлення також є причиною забруднення продукції.

При не дотриманні правил внесення агрохімікатів можливе фізичне, хімічне, біологічне, а також радіоактивне забруднення навколишнього середовища. Хімічне забруднення посилюється також внаслідок фільтрації і поверхневого змиву забруднювачів за межі кореневої системи рослин, або їх накопиченні в орному шарі грунту. До хімічних забруднювачів належать, аніони нітратної кислоти, які в сучасному землеробстві є головним індикатором забруднення навколишнього середовища.

Екологічні наслідки від застосування фосфорних добрив також пов'язані зі збільшенням надходження сполук фосфору у водні об'єкти, що може стати причиною посиленого розвитку планктону, загибелі водних організмів, заболочення водоймищ [49].

Фосфоритування ґрунтів високими дозами крім нагромадження токсичного фтору, може призвести до накопичення іонів важких металів, а саме кадмію, стронцію, ванадію, урану. Щоб уникнути забруднення ними грунту доцільно вносити знефторені фосфорні добрива.

Окремі калійні добрива у свою складі містять хлор, який негативно впливає на якість урожаю, а підвищений вміст калію в сіні або зеленому кормі є причиною отруєння тварин. Застосування високих доз калійних добрив – одна з причин забруднення водойм [47].

Проте в екологічному відношенні більш небезпечні промислові азотні добрива, які є основним джерелом нітратного забруднення підгрунтових вод, водоймищ, продуктів харчування і кормів. Тому дози азотних добрив регламентують згідно еколого-токсикологічних рекомендацій котрими під різні культури передбачена гранично-максимальна доза їх внесення: під пшеницю озиму – не більше 140 кг/га, кукурудзу – 120, гречку – 65, просо – 75, під огірки й столові буряки – 60 – 90 кг/га.

Також азотні добрива краще застосовувати роздрібно, при цьому не тільки зростає агрономічна ефективність від їх застосування, а й зменшується негативний вплив на довкілля. При роздрібному застосуванні азотних добрив їх дози можна відкоригувати за результатами ґрунтової і рослинної діагностики.

Отже, існує широкий вибір засобів для розроблення та впровадження екологічно збалансованих систем внесення добрив на рівні полів, сівозмін, господарств. При цьому необхідно обмежити обсяги використання пестицидів. Адже боротьбу з бур'янами, хворобами та шкідниками сільськогосподарських культур може ефективно проводити й за допомогою агротехнічних і біологічних методів.

Ми рекомендуємо ширше використовувати органічні добрива, зокрема солому, стебла кукурудзи, зелене добриво, соняшнику, післяжнивні, післяукісні та проміжні посіви сидератів, особливо на еродованих підставах. Однак виключати мінеральні добрива з агрохімічної практики не слід. Сучасна агрономічна наука і передовий досвід пропонує науково обґрунтовані рекомендації, які дозволяють уникнути нітратного та інших видів забруднення довкілля.

Запобігти забрудненню довкіллю за інтенсивної технології вирощування культур може впровадження контурно-меліоративного землеробства, використання високоякісних за хімічними та фізичними властивостями органічних і мінеральних добрив, застосування сучасної техніки для їх внесення, яка може забезпечити рівномірність внесення добрив.

Для запобігання посиленому потраплянню біогенних елементів у геологічний кругообіг необхідно активно впроваджувати технології, що включають вирощування післяжнивних і післяукісних посівів. Вони здатні засвоювати залишки живильних речовин, які були не використані попередніми культурами. У поєднанні з науково обґрунтованим застосуванням інших агрохімікатів такий підхід сприяє ефективному застосуванню добрив.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених у 2024 році досліджень з вивчення продуктивності буряку цукрового залежно від рівнів мінерального живлення в умовах нестійкого зволоження можна зробити наступні висновки:

1. Застосування мінеральних добрив значно поліпшує поживний режим ґрунту під культурою. При цьому вміст нітратного азоту підвищується на 69–176 %, а вміст рухомих сполук фосфору і калію – на 20–50 та 11–20 % відповідно.

2. Рослини буряку цукрового гібриду Балі ефективно реагують на рівні удобрення збільшенням маси 100 рослин на 21–38 % та врожайності гички – на 47–114 %, порівняно з контрольним варіантом досліду.

3. Врожайність буряку цукрового за різних рівнів живлення істотно зростала до норми $N_{120}P_{80}K_{120}$, яка забезпечила приріст коренеплодів на рівні 25,3 т/га. Проте окупність 1 кг діючої речовини добрив приростом врожаю була найвищою за внесення $N_{60}P_{40}K_{60}$ і становила 86,9 кг.

4. Цукристість коренеплодів мала тенденцію до зниження зі збільшенням дози добрив на 0,4–0,8 абс. %, порівняно з контрольним варіантом досліду. Було встановлено зворотну кореляційну залежність між врожайністю і цукристістю коренеплодів.

5. Збір цукру з 1 га залежав від врожайності та доз добрив. Найвищим він був у варіантах $N_{120}P_{80}K_{120}$ і $N_{150}P_{100}K_{150}$ і становив 13,2 і 13,4 т/га відповідно.

6. Застосування дози $N_{120}P_{80}K_{120}$ є більш економічно вигідним, оскільки цей варіант забезпечив одержання найвищого прибутку з 1 га – 43370 грн у т.ч. додаткового – 27498 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басанець О. На Вінничині можливість реалізовувати цукрові буряки на заводи спонукає господарства збільшувати площі під ними. Superagronom. 14 листопада 2024. https://superagronom.com/news/19855-na-vinnichini-mojlivist-realizovuvati-tsukrovi-buryaki-na-zavodi-sponukaye-gospodarstva-zbilshuvati-ploschi-pid-nimi.

2. Коротинський О. За показниками виробництва Україна зрівнялася з лідерами цукробурякової галузі ЄС. Агропортал. 25 січня 2024. https://agro-portal.ua/news/eksklyuzivy/za-pokaznikami-cukrististi-ukrajina-narivni-z-liderami-cukroburyakovoji-galuzi-yes .

3. Пастух Ю.А. Ефективна технологія виробництва цукрових буряків – основа високих врожаїв. Науковий вісник НАУ. К., 2000. № 23. С. 54–57.

4. Мазур Г.М. Вплив систем удобрення на технологічну якість цукрових буряків. Цукрові буряки. 2007. С.9–11.

5. Martyniuk S., Pikuła D., Kozieł M. Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol. Scientific Report. 2019. Vol. 9. 1878. doi: 10.1038/s41598–018–37087–4.

6. Ганженко О. М. Агроекологічні основи формування продуктивності цукроносних культур для біопалива: Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2023. 320 с.

7. Цвей Я.П., Сидоров А.О., Носко Б.С. Фосфорні та органічні добрива і продуктивність цукрових буряків на вилугуваних чорноземах Правобережжя Лісостепу України. Вісник аграрної науки. 1993. №4. С. 35–41.

8. Цвей Я. П., Шиманська Н. К. Продуктивність цукрових буряків і винесення елементів живлення залежно від системи удобрення. Вісник Львівського державного аграрного університету. 2005. № 5. С. 205–208.

9. Технічні культури: підручник / А. С. Малиновський, В. Г. Дідора, М. В. Грищак [та ін.] ; за заг. ред. А. С. Малиновського. – Житомир : ДАЕУ, 2007. – 305 с.

10. Hlisnikovsky L., Mensik L., Krizova K., Kunzova E. The Effect of Farmyard Manure and Mineral Fertilizers on Sugar Beet Beetroot and Top Yield and Soil Chemical Parameters. Agronomy. 2021. Vol. 11. Article 133. doi: 10.3390/ agronomy11010133.

11. Bagherzadeh A., Kalat S. M. N., Hajian J. Effects of Residual Wheat Straw and Nitrogen Fertilizer on Yield and Quality of Sugar Beet in a Semi-Arid Region. Sugar *Tech.* 2014. Vol. 16, Iss. 2. P. 189–194. doi: 10.1007/s12355-013- 0253-6

12. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Кравець І. С. Азотний статус ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2024. Ч. 1. Сільськогосподарські та технічні науки. Вип. 104. С. 149–160.

13. Басанець О. Урожайність цукрових буряків: фактори, що впливають на потенціал культури. superagronom 26.02.02019. https://superagronom.com/articles/238-urojaynist-tsukrovih-buryakiv-faktori-scho-vplivayut-na-potentsial-kulturi.

14. Тищенко М.В., Філонеко С. М. Вплив системи удобрення цукрових буряків на продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 3. С. 11–17.

15. Заіменко, Н. В., Борисюк В. О., Пиркін В. І., Сінченко В. М. Ефективність використання нових органо-мінеральних сумішей. Цукрові буряки. 2005. № 6. С. 8–9.

16. Тищенко М. В., Філоненко С. В., Боровик І. В., Коваль О. В., Гудименко Ж. В. Економічна ефективність короткоротаційної плодозмінної сівозміни залежно від системи удобрення цукрових буряків . Scientific Progress & Innovations. 2020. № 3. С.91–98.

17. Цвей Я.П., Тимошенко М. В.., Філоненко С. М., Ляшенко В. В. Формування поживного режиму ґрунту в полі цукрових буряків залежно від їх удобрення в короткоротаційній плодозмінній сівозміні. Вісник Полтавської державної аграрної академії 2018. № 4. С. 43–50.

18. Іваніна В. В., Гурська В. М. Вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на продуктивність буряків цукрових. Новітні агротехнології. 2024.Т. 12. № 1. https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.296414.

19. Заришняк А. С., Стрілець О. П., Саблук В. Т., Доронін В. А., Сінчук Г. А., Самаріна Н. М., Мазур Г. М., Шикирява О. В. Вплив добрив і вапнування на стан ґрунту та продуктивність буряків цукрових. Новітні агротехнології. 2024. Т. 12, № 1. https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.300583

20. Ahmad I., Ahmad B., Ali S. et al. Nutrients management strategies to improve yield and quality of sugar beet in semi-arid regions. Journal of Plant Nutrition. 2017. Vol. 40, Iss. 15. P. 2109–2115.

21. Роїк М.В., Курило В.Л,. Сінченко В.М., Пиркін В.І,. Саблук В.Т. Особливості догляду за посівами буряку цукрового. Цукрові буряки. 2012. №2-3. С. 37–40.

22. Стрілець О. П., Саблук В. Т., Доронін В. А., Сінчук Г. А., Самаріна Н. М., Сенчук С. М. Вплив довготривалого внесення добрив на врожайність та енергетичну продуктивність буряків цукрових. Біоенергетика. 2024. №1 (23). С. 26–27.

23. Hasanen G. H., Elsokkary I. H., Kamel M. Z., Abd Elsamea A. M. Influence of nitrogen and organic fertilization on growth, yield and quality of sugar beet growth in calcareous soil. Journal of Plant Production. 2013. Vol. 4(5). P. 733–743.

24. Присяжнюк О. І., Присяжнюк Л.М., Мельник С.І., Гринів С.М. Буряки цукрові – селекція, насінництво та технологія вирощування. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 310 с.

25. Вплив фосфору на врожай цукрових буряків. Yara. Електронний ресурс. https://www.yara.ua/crop-nutrition/sugar-beet/increasing-sugar-beet-yield/phospho-rus-impact-on-sugar-beet-yiel/.

26. Роль елементів живлення у вирощуванні цукрових буряків. НАЦУ УКРЦУКОР. 18 лютого 2021. Режим доступу: http://www.ukrsugar.com/uk/post/rol-elementiv-zivlenna-u-virosuvanni-cukrovih-burakiv

27. Живлення цукрових буряків. НАЦУ УКРЦУКОР. 21 травня. 2019. http://www.ukrsugar.com/uk/post/zivlenna-cukrovih-burakiv.

28. Господаренко Г.М., Мартинюк А.Т., Черно О.Д. Обґрунтування межі доцільності застосування калійних добрив. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2021. Вип. 99. Ч. 1. С. 68–80.

29. Лук'янюк М. О., Барановський О. М. , Бобер О. В. Азот для цукрових буряків. Агроном. 4.11. 2021. Елетронний ресурс. https://www.agronom.com.ua/azot-dlya-tsukrovyh-buryakiv/.

30. Гринів С.М. Удосконалення основних агротехнічних прийомів вирощування цукрових буряків сучасних гібридів у лівобережній частині Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 2010. 20 с.

31. Дубовий Ю.П., Галашевський В.Л., Ондреховський А.Ф. та ін. Продуктивність цукрових буряків при різних фонах удобрення в Правобережному Лісостепу України. Цукрові буряки. 2006. №5. С. 8–9.

32. Шульц П. Збалансоване живлення цукрових буряків. Агроном.1.11. 2024. https://www.agronom.com.ua/zbalansovane-zhyvlennya-tsukrovyh-buryakiv/.

33. Насіння буряка цукрового. Superagronom. https://superagronom.com/nasinnya-buryak-cukroviy/bali-id18488.

34. Роїк М. В., Гізбуллін Н. Г., Сінченко В. М., Присяжнюк О. І. Методики проведення досліджень у буряківництві. Київ: ФОП Корзун, 2014. 373 с.

35. Рожков А. О., Воропай Ю. В. Методи і організація досліджень в агрономії. Харків, 2023. 23 с.

36. Hospodarenko H., Cherno O., Ryabovol L., et al. Fractional Composition of Mineral Phosphates of Podzolized Chernozem after Prolonged Use of Fertilisers in Field Crop Rotation. Scientific Horizons. 2022. Vol. 25. No. 2. Pp. 28–35.

37. Балюк С.А., Даниленко А.С., Фурдичко О.І. Звернення до керівництва держави щодо подолання кризової ситуації у сфері охорони земель. Вісник с.-г. науки. 2017. № 11. С. 5–8.

38. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Мартинюк А. Т. Агроекономічні перспективи застосування азотних добрив під польові культури. Збірник наук. праць Уманського НУС. 2021. Вип. 99. Ч.1 С. 6–16.

39. 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.

40. Вплив систем основного обробітку і удобрення під культури короткоротаційної сівозміни на агрохімічні властивості грунту / І.Д. Примак та ін. Агробіологія. 2019. № 1 (146). С. 20–29.

41. Потапов А. В., Грабовський М. Б. Формування маси рослин буряків цукрових у початковий період вегетації під впливом фунгіцидного захисту. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 30 березня 2023 р. Біла Церква, 2023. С. 200–201.

42. Карпук Л. М. Формування продуктивності буряків цукрових залежно від агротехнічних прийомів вирощування. Агробіологія: зб. наук. праць. Біла Церква, 2013. Вип. 11(104). С. 60–64.

43. Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково-практичні рекомендації / Е. Г. Дегодюк, М.М. Проненко, Ю.О. Ігнатенко, Н.М. Пипчук, А.О. Мулярчук / за редакцією доктора с.-г. наук С.Е. Дегодюка. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 84 с.

44. Роїк М. В., Курило В. Л., Сінченко В. М., Пиркін В. І., Присяжнюк О. І. Визначення економічної ефективності технологій, нової техніки, винаходів та завершених наукових розробок в рослинництві: методичні рекомендації. Київ: Нілан ЛТД, 2013. 90 с.

45. Сківка Л. М., Гудзь С. О., Цвей Я. П., Присяжнюк О. І. Економічна ефективність вирощування культур агроценозу. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. № 28. С. 121–129.

46. Мінеральні добрива: загальна характеристика та заходи охорони праці при їх використанні. Охорона праці і пожежна безпека. 05. 04. 2021. Режим доступу: https://oppb.com.ua/news/mineralni-dobryva-zagalna-harakterystyka-ta-zahody -ohorony-praci-pry-yih-vykorystanni.

47. Дегодюк Е.Г., Дегодюк С.Е. Еколого-техногенна безпека України. Київ: ЕКМО, 2006. 305 с.

48. Барановський В.А. Екологічний стан України. Київ: Географіка, 2000. 41 с.

49. Агроекономічні і екологічні основи прогнозування та програмування рівня врожайності сільськогосподарських культур. /О.В. Харченко, В.І. Прасол, С.М. Кравченко, В. А. Мокрієнко; за заг. ред. О. В. Харченка. – Суми: Університетська книга, 2014. 240 с.

Д О Д А Т К И

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт цукров? буряки, 2006 р.
Единица измерения данных
Вариантов 4 ,Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	371.33	401.00	351.00	362.00
2	452.00	425.00	470.00	461.00
3	526.00	510.00	520.00	548.00
4	558.33	547.00	560.00	568.00

Средняя по опыту - 476.92

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	65934.92	11		
Повторений	408.67	2		
Вариантов	62419.58	3	20806.53	40.18
Остатка	3106.67	6	517.78	

Ошибка средней = 13.14 Ошибка разности средних = 18.58
НСР = 45.52 или 9.54%
Сила влияния фактора = 0.95
Точность опыта = 2.75% Вариация данных = 16.23%
07-13-2008

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт цукров? буряки, 2007 р.
Единица измерения данных
Вариантов 4 ,Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	310.00	280.00	331.00	319.00
2	397.00	415.00	368.00	408.00
3	441.00	440.00	454.00	429.00
4	459.00	461.00	469.00	447.00

Средняя по опыту - 401.75

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	43046.25	11		
Повторений	90.50	2		
Вариантов	39776.25	3	13258.75	25.02
Остатка	3179.50	6	529.92	

Ошибка средней = 13.29 Ошибка разности средних = 18.80
НСР = 43.01 или 11.46%
Сила влияния фактора = 0.92
Точность опыта = 3.31% Вариация данных = 15