

**А. Т. Мартинюк**

кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань, Черкаська обл., Україна)  
E-mail: martunyk\_andriy\_t@ukr.net

**Г. М. Господаренко**

доктор сільськогосподарських наук,  
професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань, Черкаська обл., Україна)  
E-mail: Hospodarenko@gmail.com

**О. Ю. Стасіневич**

кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань, Черкаська обл., Україна)  
E-mail: stasinevych@ukr.net

## ДИНАМІКА ПРОДУКТИВНОСТІ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Наведено результати досліджень впливу тривалого (з 1964 р.) застосування добрив на формування продуктивності буряку цукрового на чорноземі опідзоленому малогумусному важкосуглинковому за органічної, мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення в польовій сівозміні в Правобережному Лісостепу України. Насиченість на 1 га площі сівозміни мінеральними добривами складала  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і  $N_{135}P_{135}K_{135}$  органічними – гній 9 т, 13,5 і 18 т, а за їх поєднання – гній 4,5 т +  $N_{23}P_{34}K_{18}$ , 9 т гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$  і 13,5 т гною +  $N_{60}P_{101}K_{54}$ . Мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення вирівняні за кількістю внесеного з добривами азоту, фосфору та калію. Певні варіанти органічної системи удобрення вирівняні лише за азотом.

Встановлено, що чорнозем опідзолений має високу природну потенційну родючість, на якому без застосування добрив у польовій сівозміні впродовж 50 років можна одержати врожайність буряку цукрового на рівні 31,2 т/га. Незалежно від системи удобрення в сівозміні врожайність буряку цукрового збільшувалась від ротації до ротації зі збільшенням доз мінеральних і органічних добрив на 0,1–13,7 т/га. Цукристість коренеплодів, навпаки, із збільшенням доз органічних і особливо мінеральних добрив знижувалась у четвертій та п'ятій ротаціях відповідно на 2,0–2,5 і 0,9–1,2 абсолютних відсотка. Як окремо за кожну ротацію, так і в середньому за 50 років, найвищу врожайність коренеплодів (45,3 т/га) і розрахунковий збір цукру (7,56 т/га) забезпечувало внесення під буряк цукровий 45 т/га гною +  $N_{90}P_{202}K_{45}$  за органо-мінеральної системи удобрення з насиченням 1 га сівозмінної площі 13,5 т гною +  $N_{67}P_{101}K_{54}$ . За мінеральної системи удобрення висока врожайність (43,5 т/га) та розрахунковий збір цукру (7,10 т/га) були за внесення під культуру  $N_{180}P_{180}K_{180}$  і насиченості 1 га сівозміни  $N_{135}P_{135}K_{135}$ . Органічна система удобрення культур сівозміни за продуктивністю поступалась мінеральній і особливо органо-мінеральній системам. За тривалого внесення під буряк 60 т/га гною та насичення 1 га сівозмінної площі 18 т гною врожайність коренеплодів у середньому за п'ять ротацій сівозміни склала 41,6 т/га, а розрахунковий збір цукру – 7,09 т/га.

**Ключові слова:** чорнозем опідзолений, система удобрення, гній, мінеральні добрива, урожайність, цукристість.

**A. T. Martyniuk**

PhD of Agricultural Sciences,  
Associate Professor at the Department of Agrochemistry and Soil Science  
Uman National University of Horticulture (Uman, Cherkasy region, Ukraine)  
E-mail: martunyk\_andriy\_t@ukr.net

**H. M. Hospodarenko**

Doctor of Agricultural Sciences,  
Professor at the Department of Agrochemistry and Soil Science  
Uman National University of Horticulture (Uman, Cherkasy region, Ukraine)  
E-mail: Hospodarenko@gmail.com

**O. Yu. Stasinievych**

PhD of Agricultural Sciences,  
Associate Professor at the Department of Agrochemistry and Soil Science  
Uman National University of Horticulture (Uman, Cherkasy region, Ukraine)  
E-mail: stasinevych@ukr.net

### **DYNAMICS OF THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET DURING THE LONG-TERM USE OF FERTILIZERS IN FIELD CROP ROTATION IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE**

The results of studies of the effect of long-term (since 1964) use of fertilizers on the formation of sugar beet productivity on podzolic black low-humus heavy loam soil under organic, mineral and organomineral fertilization systems in field crop rotation are presented. The study was held in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The saturation of 1 ha of crop rotation area with mineral fertilizers was  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  and  $N_{135}P_{135}K_{135}$ , with organic fertilizers (farmyard manure) – 9 t, 13.5 and 18 t, and when combined amounted to 4.5 t of farmyard manure +  $N_{23}P_{34}K_{18}$ , 9 t of farmyard manure +  $N_{45}P_{68}K_{36}$  and 13.5 t of farmyard manure +  $N_{60}P_{101}K_{54}$ . Mineral and organomineral fertilization systems are balanced in terms of the amount of nitrogen, phosphorus and potassium introduced with fertilizers. Certain variants of the organic fertilizer system are balanced only against nitrogen.

It has been established that podzolic black soil has a high natural potential fertility, on which, without the use of fertilizers in field crop rotation, it is possible to obtain a sugar beet yield of 31.2 t/ha for 50 years. Regardless of the fertilization system in crop rotation, the yield of sugar beet rose in every crop rotation with an increase in doses of mineral and organic fertilizers by 0.1–13.7 t/ha. On the contrary, with increasing doses of organic and especially mineral fertilizers, the sugar content of root crops decreased in the fourth and fifth rotations, respectively, by 2.0–2.5 and 0.9–1.2 absolute percentage.

Both separately for each rotation, and on average over 50 years, the highest root crops yield (45.3 t/ha) and estimated sugar collection (7.56 t/ha) were ensured by applying 45 t/ha of manure under sugar beet +  $N_{90}P_{202}K_{45}$  for the organomineral fertilization system with saturation of 1 ha of crop rotation area with 13.5 tons of manure +  $N_{67}P_{101}K_{54}$ . Under the mineral fertilizer system, high yield (43.5 t/ha) and estimated sugar collection (7.10 t/ha) were due to application of  $N_{180}P_{180}K_{180}$  and saturation 1 ha of crop rotation  $N_{135}P_{135}K_{135}$ . The organic system of crop rotation fertilization was inferior in productivity to mineral and even more to organomineral systems. With long-term application of 60 t/ha of manure to beets and saturation of 1 ha of the crop rotation area with 18 t of manure, the average root crop yields over five rotation cycles was 41.6 t/ha, and the estimated sugar collection was 7.09 t/ha.

**Key words:** podzolic black soil, fertilization system, manure, mineral fertilizers, yield, sugar collection.

**Постановка проблеми.** Буряк цукровий нині залишається однією з провідних технічних культур для виробництва цукру. В Україні в останні роки площі його посівів займають близько 200 тис. га. При цьому врожайність коренеплодів у середньому складає 47,2 т/га, а валовий збір – 1052 тис. тонн. Щоб у повному обсязі забезпечити внутрішній і зовнішній ринок цукру, необхідно збільшити площу посіву культури та підвищити врожайність і якість коренеплодів. Важливим чинником підвищення продуктивності буряку цукрового є впровадження у виробництво високопродуктивних гібридів та створення оптимальних умов мінерального живлення. Система удобрення буряку цукрового в поєднанні з іншими агротехнологічними заходами має важливе значення у відновленні родючості ґрунту та підвищенні продуктивності польової сівозміни в цілому [1–3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Формування високої продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема й буряку цукрового, тісно пов'язане з ефективним використанням добрив. Мінеральні та органічні добрива – важливий чинник інтенсифікації аграрного землеробства. Їхнє застосування

повинно бути системним, тобто збалансованим за поживними речовинами, дозами, формами, строками та способами внесення й відповідати біологічним особливостям культури та ґрунтово-кліматичним умовам [4–7].

Встановлено [8–12], що з ґрунту щороку з врожаєм виноситься значна кількість поживних речовин, яку потрібно обов'язково компенсувати добривами чи з інших джерел. Якщо це не відбувається, то ґрунт виснажується на рухомі поживні речовини, що знижує його ефективну родючість та негативно впливає на формування продуктивності сільськогосподарських культур.

Обґрунтована система удобрення дає змогу не тільки підвищити продуктивність сівозміни, а й поліпшити якість рослинницької продукції та забезпечити розширене відновлення родючості ґрунту [2; 13–15]. Дослідження, проведені в мережі дослідних установ Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, показали, що високу врожайність і якість бурякоцукрової сировини можна досягти на чорноземних ґрунтах за органо-мінеральної системи удобрення в сівозміні [16–19]. Детально вивчити ці питання та оцінити ефективність різних систем удобрення і доз добрив на різних ґрунтах можна тільки

в тривалих польових дослідах, що є нормативною базою в агрохімічних дослідженнях.

**Мета дослідження** – встановити вплив тривалого (впродовж 50 років) застосування різних доз добрив за органічної, мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення в польовій сівозміні на формування продуктивності буряку цукрового на чорноземі опідзоленому.

**Методика дослідження.** Дослідження проведено в умовах тривалого (з 1964 р.) польового стаціонарного досліду Уманського національного університету садівництва (атестат НААН № 88) [Стаціонарні польові досліді України. Київ : Аграрна наука, 2014. 146 с. [20]], розміщеного в Правобережному Лісостепу України. Основою досліду є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в просторі на 10 полях, із наступним чергуванням сільськогосподарських культур: ячмінь ярий із підсівом конюшини – конюшина – пшениця озима – буряк цукровий – кукурудза – горох – пшениця озима – кукурудза на силос – пшениця озима – буряк цукровий. У сівозміні застосовані мінеральна, із внесенням на 1 га площі  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і  $N_{135}P_{135}K_{135}$ , органічна – гній 9 т, 13,5 і 18 т та органо-мінеральна – гній 4,5 т +  $N_{23}P_{34}K_{18}$ , 9 т гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$  і 13,5 т гною +  $N_{60}P_{101}K_{54}$  системи удобрення. Мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення вирівняні за кількістю внесеного з добривами азоту, фосфору та калію. Певні варіанти органічної системи удобрення вирівняні лише за азотом.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на кротовинному лесі. Перед закладанням досліду вміст гумусу в орному шарі становив 3,31% (за методом Тюріна);  $pH_{KCl}$  – 6,2; гідролітична кислотність (за методом Каппена – Гільковиця) – 2,5 смоль/кг; ступінь насичення основами – 95%; азоту легкогідролізованих сполук (за методом Тюріна – Конової) – 48 мг/кг, рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирікова) 122 і 135 мг/кг відповідно.

Буряк цукровий у досліді вирощували після пшениці озимої в ланці з конюшиною одного року використання за загальноприйнятою для регіону технологією.

Для закладання досліду використовували напівперепрілий гній ВРХ на солом'яній підстилці та мінеральні добрива у формі аміачної селітри, суперфосфату гранульованого та калію хлористого.

Площа дослідної ділянки складає 180 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок – послідовне, повторність досліду – триразова.

**Результати досліджень.** Встановлено, що чорнозем опідзолений має високу природну родючість, що забезпечує формування порівняно високої врожайності буряку цукрового навіть на ділянках, де тривалий час (впродовж 50 років) не застосовували добрив у польовій сівозміні. У середньому за п'ять ротацій 10-пільної сівозміни на абсолютному контролі вона склала 31,2 т/га (табл. 1).

Що стосується динаміки врожайності буряку цукрового, то на ділянках без застосування добрив лише у третій ротації намітилася тенденція до її зниження з 30,5 до 29,5 т/га, тоді як у четвертій та п'ятій ротаціях вона була більшою порівняно з першою відповідно на 2,7 і 2,5 т/га. Це можна пояснити значними валовими запасами поживних речовин у чорноземі опідзоленому, дотриманням правильної сівозміни, а також використанням продуктивніших гібридів буряку цукрового в четвертій і п'ятій ротаціях.

Підвищення родючості ґрунту під впливом сівозміни та застосування добрив за різних систем удобрення сприяло поступовому підвищенню врожайності буряків від ротації до ротації.

Так, якщо в першій ротації за мінеральної системи удобрення та безпосереднього внесення під буряк цукровий азоту, фосфору та калію в дозі до 90 кг/га за насичення 1 га сівозміни  $N_{45}P_{45}K_{45}$  урожайність коренеплодів порівняно з абсолютним контролем збільшилась на 4,1 т/га, у другій – на 4,3 т/га, то в третій, четвертій і п'ятій

Таблиця 1

**Урожайність коренеплодів буряку цукрового за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні, т/га**

Насиченість добривами 1 га сівозміни	Доза добрив під буряк цукровий	Ротація сівозміни					Середня за 50 років
		I	II	III	IV	V	
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	30,5	30,0	29,5	33,2	33,0	31,2
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	34,6	34,3	37,1	39,9	41,2	37,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	36,2	40,3	41,2	44,0	46,6	41,7
$N_{135}P_{135}K_{135}$	$N_{180}P_{180}K_{180}$	36,9	41,0	43,1	46,5	49,9	43,5
9 т гною	30 т/га гною	35,0	33,7	36,7	39,1	41,0	37,1
13,5 т гною	45 т/га гною	36,1	38,0	39,0	42,8	44,7	40,1
18 т гною	60 т/га гною	36,2	38,5	41,3	45,2	47,0	41,6
4,5 т гною + $N_{23}P_{34}K_{18}$	15 т/га гною + $N_{30}P_{68}K_{15}$	36,2	36,3	37,5	40,6	43,0	38,7
9 т гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$	30 т/га гною + $N_{60}P_{135}K_{30}$	37,4	43,0	42,0	45,6	48,3	43,3
13,5 т гною + $N_{60}P_{101}K_{54}$	45 т/га гною + $N_{90}P_{202}K_{45}$	37,5	43,0	46,1	48,9	51,2	45,3

відповідно на 7,6; 6,7 і 8,2 т/га. Із підвищенням доз мінеральних добрив у сівозміні до  $N_{90}P_{90}K_{90}$  й безпосереднього їх внесення під буряк у дозі  $N_{135}P_{135}K_{135}$  врожайність коренеплодів у першій ротації становила 36,2 т/га, а в другій, третій, четвертій і п'ятій підвищувалась відповідно на 4,1; 5,0; 7,8 і 10,4 т/га. Як окремо за кожну ротацію, так і в середньому за п'ять ротацій найвищу врожайність коренеплодів (43,5 т/га) забезпечувало внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі  $N_{180}P_{180}K_{180}$  за насичення ними в сівозміні  $N_{135}P_{135}K_{135}$ .

За органічної системи удобрення врожайність буряку цукрового була нижчою, ніж за інших систем. Це пояснюється тим, що з гноєм вноситься менше фосфору, але більше калію. Тобто органічна система удобрення вирівняна лише за азотом (9 т/га і 18 т/га відповідають 45 і 90 кг/га N). При цьому також було відмічено збільшення забур'яненості посівів за органічної системи удобрення.

У середньому за 50 років дослідження врожайність буряку цукрового за органічної системи удобрення в сівозміні залежно від доз гною становила 37,1–41,6 т/га. Що стосується насиченості польової сівозміни органічними добривами, то за мінімальної дози (9 т/га) та безпосереднього внесення під буряк цукровий 30 т/га гною врожайність коренеплодів у першій, другій і третій ротаціях збільшилась відповідно на 4,5; 3,7 і 7,2 т/га, у четвертій – на 5,9 і п'ятій – на 8,0 т/га.

За внесення під буряк цукровий 45 т/га гною та насичення 1 га сівозміни 13,5 т врожайність коренеплодів у першій і другій ротаціях підвищувалась до 36,1–38,0 т/га, а в третій, четвертій і п'ятій ротаціях відповідно до 39,0; 42,8 і 44,7 т/га. Найвищий приріст урожайності коренеплодів був за насичення сівозміни гноєм 18 т/га та безпосереднього внесення його під буряк цукровий у дозі 60 т/га, який у першій ротації становив 5,7 т/га, у другій – 8,5 т/га, у третій – 11,8 т/га, у четвертій – 12,0 т/га і в п'ятій – 14,0 т/га.

Поєднане застосування мінеральних добрив із гноєм за органо-мінеральної системи удобрення за період проведених досліджень забезпечило формування найвищої врожайності буряків. За внесення 15 т/га гною та мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{68}K_{15}$  (насичення 1 га сівозміни гноєм 4,5 т +  $N_{23}P_{34}K_{18}$ ) урожайність коренеплодів у першій, другій і третій ротаціях становила відповідно 36,2; 36,3 і 37,5 т/га, а в четвертій і п'ятій ротаціях – 40,6 і 43,0 т/га. За збільшення доз добрив у сівозміні вдвічі (9 т/га гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ) і внесення під буряк цукровий 30 т/га гною +  $N_{60}P_{135}K_{30}$  урожайність коренеплодів була вищою порівняно до контролю в першій ротації на 6,9 т/га, у другій – на 13,0 т/га, у третій – на 12,5 т/га та на 12,4 т/га і 15,3 т/га – у четвертій і п'ятій ротаціях.

Буряк цукровий відноситься до культур, що добре реагують на поліпшення поживного режиму ґрунту. Про це свідчить рівень урожайності коренеплодів за органо-мінеральної системи удобрення, де вона була найвищою за відповідних доз добрив в усі ротації сівозміни. Крім того, від ротації до ротації було відмічено стале її підвищення – від 37,5 т/га в першій до 51,2 т/га в п'ятій за насиченості в сівозміні 13,5 т/га гною +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ . Одним із важливих чинників цього є динамічне поліпшення поживного режиму ґрунту.

Тривале застосування добрив у польовій сівозміні й безпосередньо під буряк цукровий мало різний вплив на якість коренеплодів (табл. 2).

Так, вміст цукру в коренеплодах, що вирощувалися на ділянках, де впродовж 50 років добрив не застосовували, змінювався в межах 15,4–18,4% і найвищим був у I–III ротаціях сівозміни (17,7–18,4%). Нижчою цукристістю була в п'ятій (16,7%) та особливо в четвертій (15,4%) ротаціях.

Внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  (насичення 1 га сівозміни  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) порівняно до контролю неістотно

Таблиця 2

**Цукристість коренеплодів буряку цукрового за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні, %**

Насиченість добривами 1 га сівозміни	Доза добрив під буряк цукровий	Ротація сівозміни					Середня за 50 років
		I	II	III	IV	V	
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	17,7	18,0	18,4	15,4	16,7	17,2
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	17,7	17,9	18,1	15,3	16,5	17,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	17,1	17,2	18,0	15,1	16,2	16,7
$N_{135}P_{135}K_{135}$	$N_{180}P_{180}K_{180}$	16,8	17,0	17,9	14,5	15,8	16,4
9 т гною	30 т/га гною	17,9	18,1	18,4	15,7	16,8	17,4
13,5 т гною	45 т/га гною	17,7	18,0	18,3	15,4	16,6	17,2
18 т гною	60 т/га гною	17,6	18,2	18,2	15,2	16,4	17,1
4,5 т гною + $N_{23}P_{34}K_{18}$	15 т/га гною + $N_{30}P_{68}K_{15}$	17,8	18,2	18,5	15,3	16,7	17,3
9 т гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$	30 т/га гною + $N_{60}P_{135}K_{30}$	17,3	17,7	18,3	15,2	16,4	17,0
13,5 т гною + $N_{68}P_{101}K_{54}$	45 т/га гною + $N_{90}P_{202}K_{45}$	17,3	17,8	18,1	14,9	16,1	16,8

знижувало цукристість коренеплодів. У середньому за 50 років дослідження вміст цукру в коренеплодах, що вирощувалися в цьому варіанті, становив 17,1% за показника 17,2% на контролі. Зі збільшенням доз азотних, фосфорних і калійних добрив до 135 кг/га (насичення 1 га сівозміни  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) вміст цукру в коренеплодах порівняно до контролю знижувався в першій ротації на 0,6%, у другій – на 0,8%, у третій – на 0,4%, у четвертій і п'ятій відповідно на 0,3 і 0,5%. За мінеральної системи удобрення в сівозміні істотне зниження цукристості коренеплодів було за безпосереднього внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі  $N_{180}P_{180}K_{180}$  (насичення 1 га сівозміни  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ). За такої дози внесення добрив вміст цукру в коренеплодах порівняно до контролю був нижчим відповідно в першій ротації на 0,9%, у другій – на 1,0%, у третій – на 0,5%, у четвертій і п'ятій – на 0,9%. Зміни по ротаціях сівозміни можна пояснити як погодними умовами, так і сортами й гібридами, що вирощувалися в досліді.

За органічної системи удобрення в сівозміні вміст цукру в коренеплодах упродовж п'яти ротацій був вищим порівняно до коренеплодів, вирощених за органо-мінеральної та особливо мінеральної систем. Цукристість коренеплодів, що вирощувалися на ділянках, де вносили 30 і 45 т/га гною за насичення ним у сівозміні з розрахунку 9,0 і 13,5 т/га, становила відповідно в першій ротації 17,9 і 17,7%, у другій – 18,1 і 18,0%, у третій – 18,4 і 18,3%, у четвертій – 15,7 і 15,4%, у п'ятій – 16,8 і 16,6%. За насичення сівозміни гною 18 т/га та безпосереднього внесення його під буряк цукровий у дозі 60 т/га вміст цукру в коренеплодах порівняно до контролю був вищим у другій ротації на 0,2% та нижчим на 0,1% у першій, на 0,2% – у третій і четвертій ротаціях і на 0,3% – у п'ятій.

Внесення гною в сівозміні дало можливість компенсувати негативну дію мінеральних добрив і поліпшити якість коренеплодів. Так, за органо-мінеральної системи удобрення вміст цукру

в коренеплодах у середньому за п'ять ротацій сівозміни був вищим на 0,2–0,4% порівняно до мінеральної та нижчим на 0,1–0,3% від органічної.

Дози органічних і мінеральних добрив, що вносилися в сівозміні й безпосередньо під буряк цукровий, також по-різному впливали на накопичення цукру в коренеплодах. За насичення сівозміни гною 4,5 т/га і мінеральними добривами в дозі  $N_{23}P_{34}K_{18}$  й безпосереднього внесення під буряк 15 т/га гною +  $N_{30}P_{68}K_{15}$  цукристість коренеплодів у I–III ротаціях порівняно до контролю була вищою на 0,1–0,2%, нижчою на 0,1% – у четвертій та не відрізнялась від контролю в п'ятій ротації. Зі збільшенням доз органічних і мінеральних добрив у сівозміні вдвічі (9 т/га гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ) та внесення під буряк цукровий 30 т/га гною +  $N_{60}P_{135}K_{30}$  вміст цукру в коренеплодах становив у першій ротації 17,3%, у другій – 17,7%, у третій – 18,3%, а в четвертій і п'ятій ротаціях відповідно 15,2 і 16,4%. Подальше збільшення доз добрив у сівозміні втричі (13,5 т /га гною +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ ) та безпосереднє внесення під буряк цукровий 45 т/га гною +  $N_{90}P_{202}K_{45}$  зменшувало вміст цукру в коренеплодах порівняно до контролю в першій ротації на 0,4%, у другій – на 0,2%, у третій – на 0,3% та на 0,5 і 0,6% – у четвертій і п'ятій.

Важливим показником, який залежить від погодних умов, біологічної продуктивності районованих гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції буряку цукрового, технології вирощування їх, зокрема й системи удобрення, є збір цукру з одиниці площі [16–17].

Встановлено, що тривале застосування різних доз органічних і мінеральних добрив у сівозміні, як і погодні умови, що склалися впродовж 50 років дослідження, мали істотний вплив на можливий (розрахунковий) збір цукру (табл. 3).

Так, на контролі, де впродовж 50 років не застосовували добрив, розрахунковий збір цукру був найменший, але несуттєво змінювався в динаміці. У першій та другій ротаціях він

Таблиця 3

**Розрахунковий середньорічний збір цукру за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні, т/га**

Насиченість добривами 1 га сівозміни	Доза добрив під буряк цукровий	Ротація сівозміни					Середня за 50 років
		I	II	III	IV	V	
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	5,40	5,40	5,43	4,55	5,51	5,26
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	6,12	6,14	6,42	6,05	6,82	6,31
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	6,08	6,93	7,58	6,57	7,56	6,94
$N_{135}P_{135}K_{135}$	$N_{180}P_{180}K_{180}$	6,31	6,91	7,71	6,68	7,89	7,10
9 т гною	30 т/га гною	6,26	6,10	6,75	6,07	6,90	6,42
13,5 т гною	45 т/га гною	6,39	6,63	7,14	6,51	7,43	6,82
18 т гною	60 т/га гною	6,37	7,01	7,52	6,82	7,71	7,09
4,5 т гною + $N_{23}P_{34}K_{18}$	15 т/га гною + $N_{30}P_{68}K_{15}$	6,44	6,81	6,94	6,19	7,20	6,72
9 т гною + $N_{45}P_{68}K_{36}$	30 т/га гною + $N_{60}P_{135}K_{30}$	6,28	7,61	7,87	6,89	7,95	7,32
13,5 т гною + $N_{68}P_{101}K_{54}$	45 т/га гною + $N_{90}P_{202}K_{45}$	6,49	7,46	8,34	7,24	8,27	7,56

становив 5,40 т/га, третій, четвертій і п'ятій відповідно 5,43, 4,55 і 5,51 т/га.

За мінеральної системи удобрення внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  (насичення 1 га сівозміни  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) збільшувало можливий збір цукру порівняно до контролю в першій ротації на 0,72 т/га, у другій – на 0,74 т/га, у третій – на 0,99 т/га, у четвертій – на 1,50 т/га і в п'ятій – на 1,31 т/га. Підвищення доз внесення мінеральних добрив під буряк цукровий до  $N_{135}P_{135}K_{135}$  (насичення 1 га сівозміни  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) забезпечувало збільшення розрахункового збору цукру з 1 га у першій ротації до 6,08 т/га, у другій – до 6,93 т/га, у третій – до 7,58 т/га, у четвертій і п'ятій відповідно до 6,57 і 7,56 т/га. Як окремо за кожну ротацію, так і в середньому за 50 років найбільший розрахунковий збір цукру (7,10 т/га) був за безпосереднього внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі  $N_{180}P_{180}K_{180}$  (насичення 1 га сівозміни  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ).

Внесення під буряк цукровий 30 т/га гною за насичення ним у сівозміні 9 т/га за органічної системи удобрення порівняно до контролю збільшувало можливий збір цукру в першій ротації на 0,86 т/га, у другій – на 0,70 т/га, у третій – на 1,32 т/га, у четвертій – на 1,52 т/га і в п'ятій – на 1,39 т/га.

Розрахунковий збір цукру з варіанта, де вносили 45 т/га гною за насичення ним у сівозміні 13,5 т/га, становив відповідно в першій ротації 6,39 т/га, у другій – 6,63 т/га, у третій – 7,14 т/га, у четвертій і п'ятій – 6,51 і 7,43 т/га. За насичення сівозміни гноєм 18 т/га та безпосереднього внесення його під буряк цукровий у дозі 60 т/га розрахунковий збір цукру в середньому за 50 років був найбільшим за органічної системи удобрення та склав 7,09 т/га.

Серед досліджуваних систем удобрення органо-мінеральна система впродовж 5-ти ротацій 10-пільної польової сівозміни забезпечувала найбільший розрахунковий збір цукру (6,72–7,56 т/га). За внесення під буряк 15 т/га гною і мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{68}K_{15}$  (насичення 1 га сівозміни гноєм 4,5 т +  $N_{23}P_{34}K_{18}$ ) розрахунковий збір цукру порівняно до контролю був більшим у першій, другій і третій ротаціях відповідно на 1,04, 1,41 і 1,51 т/га, а в четвертій і п'ятій – на 1,64 і 2,09 т/га. За збільшення доз органічних і мінеральних добрив у сівозміні вдвічі (9 т/га гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ) та внесення під буряк цукровий 30 т/га гною +  $N_{60}P_{135}K_{30}$  розрахунковий збір цукру збільшувався в першій ротації до 6,28 т/га, у другій – до 7,61 т/га, у третій – до 7,87 т/га та до 6,89 і 7,95 т/га – у четвертій і п'ятій ротаціях. За внесення під буряк цукровий 45 т/га гною +  $N_{90}P_{202}K_{45}$  (насичення в сівозміні – 13,5 т/га гною +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ ) розрахунковий збір цукру порівняно до контролю був більшим відповідно на 1,09 т/га в першій, на 2,06 т/га – у другій, на 2,91 т/га – у третій, на 2,69 т/га – у четвертій та на 2,76 т/га – у п'ятій ротаціях.

**Висновки.** Чорнозем опідзолений має високу природну потенційну родючість, на якому

без застосування добрив у польовій сівозміні впродовж 50 років одержано врожайність буряку цукрового на рівні 31,2 т/га.

Незалежно від системи удобрення в сівозміні врожайність буряку цукрового збільшувалась від ротації до ротації зі збільшенням доз мінеральних і органічних добрив на 0,1–13,7 т/га.

Цукристість коренеплодів, навпаки, із збільшенням доз органічних і особливо мінеральних добрив знижувалась в четвертій та п'ятій ротаціях відповідно на 2,0–2,5 і 0,9–1,2 абсолютних відсотка.

Як окремо за кожну ротацію, так і в середньому за 50 років, найвищу врожайність (45,3 т/га) і розрахунковий збір цукру (7,56 т/га) забезпечувало внесення під буряк цукровий 45 т/га гною +  $N_{90}P_{202}K_{45}$  за органо-мінеральної системи удобрення з насиченням 1 га сівозмінної площі 13,5 т гною +  $N_{67}P_{101}K_{54}$ .

За мінеральної системи удобрення висока врожайність (43,5 т/га) та розрахунковий збір цукру (7,10 т/га) були за внесення під культуру  $N_{180}P_{180}K_{180}$  і насиченості 1 га сівозміни  $N_{135}P_{135}K_{135}$ .

Органічна система удобрення культур сівозміни за продуктивністю поступалася мінеральній і особливо органо-мінеральній системам. За тривалого внесення під буряк 60 т/га гною та насичення 1 га сівозмінної площі 18 т гною врожайність коренеплодів у середньому за п'ять ротацій сівозміни склала 41,6 т/га, а розрахунковий збір цукру – 7,09 т/га.

### Література

1. Агрохімічна складова технології вирощування буряку цукрового : монографія / 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.
2. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. Київ : «ТРАПЕА», 2022. 376 с.
3. Демиденко О.В. Відтворення чорнозему в агроценозі. Чорнобай : Чорнобаївське КПП, 2022. 108 с.
4. Лопушняк В.І. Агрохімічні та агроекологічні аспекти систем удобрення в Західному Лісостепу України. Львів : Ліга-Прес, 2015. 218 с.
5. Господаренко Г., Черно О., Черендик А. Значення органічних добрив у системі удобрення культур польової сівозміни. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2019. № 23. С. 184–190.
6. Мартинюк А.Т., Господаренко Г.М., Новак Ю.В. Динаміка врожайності буряку цукрового в ланках польової сівозміни за тривалого застосування добрив. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Ч. 1. «Сільськогосподарські науки». Вип. 95. Умань, 2019. С. 128–138.
7. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне : Волинські обереги, 2007. 319 с.
8. Мартинюк А.Т. Поживний режим ґрунту і врожайність буряку цукрового після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 1. С. 42–46.

9. 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.

10. Цвей Я.П., Шиманська Н.К. Продуктивність цукрових буряків і винесення елементів живлення залежно від системи удобрення. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2005. № 5. С. 205–208.

11. 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.

12. Мартинюк А.Т., Господаренко Г.М., Любич В.В. Формування продуктивності буряку цукрового за різного удобрення на чорноземі опідзоленому. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. Ч. 1. С. 46–55.

13. Полюхович М. Порівняльна ефективність різних систем удобрення на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного регіону. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2019. № 23. С. 261–264.

14. Сінченко В.М. Управління формування продуктивності цукрових буряків. Київ : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. 582 с.

15. Тищенко М.В. Вплив удобрення цукрових буряків на їх продуктивність в короткочасній плодотвірній сівозміні : матеріали науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті С.Ф. Третьякова. Полтава : ПДАА, 2014. С. 100–101.

16. Буряківництво. Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження / під заг. ред. В. Зубенка. Київ : НВП ТОВ «Альфа-стевія ЛТД», 2007. С. 121–196.

17. Заришняк А.С., Іваніна В.В., Шиманська Н.К. Продуктивність цукрових буряків залежно від систем органо-мінерального удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 10. С. 17–20.

18. Барштейн Л.А., Шкаредний І.С., Якименко В.М. Сівозміни, обробіток ґрунту та удобрення в зонах бурякосіяння. *Наукові праці ІЦБ*. Київ, 2002. 480 с.

19. Іваніна В.В., Колібабчук Т.В., Кулеша П.О. Резерви підвищення продуктивності цукрових буряків і стабілізації родючості ґрунту : збірник наукових праць ІБКЦБ. Вип. 14. Київ, 2012. С. 61–64.

20. Стаціонарні польові дослідження України. Київ : Аграрна наука, 2014. 146 с.

## References

1. Hospodarenko, H.M., Vyshnevskaya, L.V., Martyniuk, A.T., Novak, Yu.V., Prokopchuk, I.V., Tsyhoda, V.S. (2020). Ahrokhimichna skladova tekhnolohii vyroshchuvannya buriaku tsukrovoho: monohrafiia [Agrochemical component of sugar beet production technology: a monograph]. Kyiv: SIC Group Ukraine LLC [in Ukrainian].

2. Hospodarenko, H.M. (2022). Systema zastosuvannya dobryv [Fertilizer application system]. Kyiv: TRAPEA [in Ukrainian].

3. Demydenko, O.V. (2020). Vidtvorennia chornozemu v ahrotsenozii [Reproduction of black soil in the agrocenosis]. Chornobai: Chornobaivske KPP [in Ukrainian].

4. Lopushniak, V.I. (2015). Ahrokhimichni ta ahroekolohichni aspekty system udobrennia v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy [Agrochemical and agroecological aspects of fertilization systems in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. Lviv: Liha-Press [in Ukrainian].

5. Hospodarenko, H., Chernov, O. & Cherednyk, A. (2019). Znachennia orhanichnykh u systemi udobrennia kultur polovoi sivozminy [The value of organic fertilizers in the system of fertilizing crops in a field crop rotation]. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy*, 23, 184–190 [in Ukrainian].

6. Martyniuk, A.T., Hospodarenko, H.M., & Novak, Yu.V. (2019). Dynamika vrozhaivosti buriaku tsukrovoho v lankakh polovoi sivozminy za tryvaloho zastosuvannya dobryv [Dynamics of sugar beet yield in crop rotation units during long-term fertilizer application]. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 95, 128–138 [in Ukrainian].

7. Polovyi, V.M. (2007). Optyimizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi [Optimization of fertilization systems in modern agriculture]. Rivne: Volyn amulets [in Ukrainian].

8. Martyniuk, A.T. (2020). Pozhyvnyi rezhym ґрунту i vrozhaivist buriaku tsukrovoho pislia tryvaloho zastosuvannya dobryv u polovii sivozmini [Soil nutrient regime and sugar beet yield after long-term use of fertilizers in field crop rotation]. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 42–46 [in Ukrainian].

9. Ivanina, V.V., Pavuk, I.A., & Mazur, H.M. (2018). Pozhyvnyi rezhym chornozemu vyluhuvanoho za riznykh system udobrennia buriakiv tsukrovoykh [Nutrient regime of leached black soil under different fertilization systems of sugar beets]. *Bulletin of Agricultural Science*, 4(781), 13–18 [in Ukrainian].

10. Tsvei, Ya.P. & Shymanska, N.K. (2005). Produktivnist tsukrovoykh buriakiv i vynesennia elementiv zhyvlennia zalezno vid systemy udobrennia [Productivity of sugar beets and removal of nutrients depending on the fertilization system]. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy*, 5, 205–208 [in Ukrainian].

11. Balaiev, A.D. & Tonkha, O.L. (2014). Vidnovlennia rodiuchosti chornozemiv Lisostepu v suchasnomu zemlerobstvi [Restoration of the fertility of black soils in the Forest-Steppe in modern agriculture]. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Agronomy*, 195(1), 14–19 [in Ukrainian].

12. Martyniuk, A.T., Hospodarenko, H.M., & Liubych, V.V. (2022). Formuvannya produktyvnosti buriaku tsukrovoho za riznoho udobrennia na chornozemi opidzolenomu [Formation of productivity of sugar beet under different fertilizers on podzolized black soils]. *Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture. Part 1: Agricultural sciences*, 101, 46–55 [in Ukrainian].

13. Poliukhovych, M. (2019). Porivnialna efektyvnist riznykh system udobrennia na temnosiroму opidzolenomu ґрунті Zakhidnoho rehionu [Comparative effectiveness of different fertilization systems on the dark gray podzolized soil of the Western region]. *In*

*Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy*, 23, 261–264 [in Ukrainian].

14. Sinchenko, V.M. (2012). Upravlinnia formuvannia produktyvnosti tsukrovykh buriakiv [Management of formation of sugar beet productivity]. Kyiv: Nilan-LTD [in Ukrainian].

15. Tyshchenko, M.V. (2014). Vplyv udobrennia tsukrovykh buriakiv na yikh produktyvnist v korotkorotatsiinii plodozminnii sivozmini [Influence of sugar beet fertilizer on their productivity in a short-term fruit-changing crop rotation]. Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the memory of S.F. Tretiakov. Poltava, 100–101 [in Ukrainian].

16. Zubenko, V. (Ed.) (2007). Buriakivnytstvo. Problemy intensyfikatsii ta resursozberezhennia [Beet cultivation. Problems of intensification and resource conservation]. Kyiv: NVP TOV Alfa-steviiia LTB.

17. Zaryshniak, A.S., Ivanina, V.V. & Shymanska, N.K. (2011). Produktyvnist tsukrovykh

buriakiv zalezho vid system orhano-mineralnoho udobrennia [Sugar beet productivity depending on organomineral fertilization systems]. *Bulletin of Agricultural Science*, 10, 17–20 [in Ukrainian].

18. Barshtein, L.A., Shkarednyi, I.S. & Yakymenko, V.M. (2002). Sivozminy, obrobok gruntu ta udobrennia v zonakh buriakosiannia [Crop rotation, tillage and fertilization in beet cutting areas]. Kyiv: Scientific Paper of Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet [in Ukrainian].

19. Ivanina, V.V., Kolibabchuk, T.V. & Kulesha, P.O. (2012). Rezervy pidvyshchennia produktyvnosti tsukrovykh buriakiv i stabilizatsii rodiuchosti gruntu [Reserves for increasing sugar beet productivity and stabilizing soil fertility]. *Scientific Paper of Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 14, 61–64 [in Ukrainian].

20. Zaryshniak, A.S. (2014). Statsionarni polovi doslidy Ukrainy [Stationary field test-trials of Ukraine]. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].