

## ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

**А. Т. МАРТИНЮК**, кандидат сільськогосподарських наук  
**О. Ю. СТАСІНЄВИЧ**, кандидат сільськогосподарських наук  
**І. С. САДОВСЬКИЙ**, викладач  
Уманський національний університет

*У статті наведено результати досліджень впливу доз мінеральних і органічних добрив на поживний режим чорнозему опідзоленого в посівах буряку цукрового за мінеральної, органічної та органо-мінеральної систем удобрення в польовій сівозміні. Встановлено, що найбільший вміст нітратного та амонійного азоту, рухомих сполук фосфору й калію в чорноземі опідзоленому був на початку вегетації буряку цукрового, який за органо-мінеральної системи удобрення в шарі 0–30 см становив відповідно 10,7–11,5 і 14,9–17,3 мг/кг та 136–244 і 128–173 мг/кг. За мінеральної системи удобрення в сівозміні їх вміст не істотно відрізнявся від органо-мінеральної системи і складав залежно від варіанту відповідно 9,3–10,8 і 14,6–17,1 мг/кг, 147–224 і 134–167 мг/кг. За органічної системи удобрення вміст нітратного та амонійного азоту у цей період був меншим і становив 8,2–9,5 та 14,2–15,7 мг/кг, а рухомих сполук фосфору і калію – відповідно 112–141 та 125–159 мг/кг. На кінець вегетації буряку цукрового вміст нітратного азоту в чорноземі опідзоленому в шарі 0–30 см зменшився на 83–86 %, амонійного азоту – на 37–42 %, рухомих фосфатів – на 14–18 %, а рухомих сполук калію – на 16–19 % за мінеральної системи удобрення – відповідно, на 83–85 і 37–44 % та 19–21 і 19–23 % – за органічної, на 84–88 % і 34–37 % та 14–24 і 18–21 % – за органо-мінеральної системи. Серед досліджуваних систем удобрення оптимальні умови мінерального живлення рослин упродовж вегетації забезпечує органо-мінеральна система удобрення за внесення під буряк цукровий 45 т/га гною і мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{202}K_{45}$ .*

**Ключові слова:** мінеральна, органічна та органо-мінеральна системи удобрення, нітратний і амонійний азот, рухомі сполуки фосфору й калію.

**Вступ.** Важливим чинником отримання високої продуктивності буряку цукрового є збалансоване забезпечення рослин азотом, фосфором і калієм упродовж всього періоду вегетації. Значну частину макро-і мікроелементів буряк цукровий засвоює з ґрунту, проте визначальним у формуванні врожайності культури є мінеральні та органічні добрива, які дають змогу створити оптимальні умови мінерального живлення рослин упродовж основних, у тому числі й найбільш критичних періодів вегетації [1, 8, 9, 20]. Тому нині питання раціонального застосування добрив у технології вирощування буряку цукрового

є актуальним у реалізації потенціалу сучасних високопродуктивних гібридів вітчизняної і зарубіжної селекції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За даними [2, 4, 11, 18] система удобрення сільськогосподарських культур впливає на поживний режим ґрунту, рухомість і доступність елементів живлення, мінералізаційні та іммобілізаційні процеси у ґрунті. За тривалого застосування гною і мінеральних добрив на чорноземних ґрунтах спостерігається збільшення вмісту мінерального азоту, рухомих сполук фосфору і калію [5–7, 26].

В підзоні достатнього зволоження Лісостепу України в стаціонарному польовому досліді Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції більший вміст нітратного азоту в чорноземі типовому вилуженому в шарі ґрунту 0–90 см був на початку вегетації буряку цукрового за традиційної органо-мінеральної системи удобрення (40 т/га гною +  $N_{90}P_{60}K_{90}$ ). Заміна гною зеленою масою гірчиці білої ( $N_{90}P_{60}K_{90}$  + сидерат) або її поєднання з внесенням 5 т/га соломи ( $N_{90}P_{60}K_{90}$  + солома + сидерат) підвищувало вміст амонійної форми азоту в шарі ґрунту 0–60 см. Упродовж вегетації використання нітратного азоту рослинами становило 70–90 %, тоді як амонійного – 10–40 %. Уміст рухомих сполук фосфору і калію збільшувався в орному шарі ґрунту 0–30 см за альтернативної системи удобрення ( $N_{90}P_{60}K_{90}$  + солома + сидерат) і спостерігалася відносна їх стабільність упродовж періоду вегетації буряку цукрового [12].

У дослідженнях, що проводилися в підзоні недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу на Веселоподільській дослідній станції у короткоротаційній плодозмінній сівозміні тривалого стаціонарного досліді на чорноземі типовому слабо солонцюватому, найбільший вміст нітратного і мінерального азоту, рухомих сполук фосфору і калію був у ґрунті на час сходів буряку цукрового на ділянках, де вносили 50 т/га гною +  $N_{90}P_{120}K_{90}$  [22].

Застосування азотних добрив в умовах нестійкого зволоження в тривалому стаціонарному досліді на чорноземі опідзоленому не тільки підвищувало вміст мінерального азоту, але й посилювало вимивання нітратів до глибини 60–80 см, чим створювало умови сприятливого азотного живлення рослин на пізніх стадіях їх росту й розвитку [14].

Вміст поживних речовин у чорноземі типовому в період вегетації буряку цукрового у плодозмінній, просапній та зерновій сівозмінах тривалого стаціонарного досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції залежав від прямої дії та післядії добрив. Найбільший вміст мінерального азоту і рухомих сполук фосфору був у середині вегетації рослин в орному шарі ґрунту на тлі застосування 25 т/га гною +  $N_{80}P_{100}K_{100}$  у плодозмінній і просапній сівозмінах, а за післядії 4,2 т/га гною +  $N_{15}P_{20}K_{20}$  – лише мінерального азоту в зерно-просапній. Незалежно від ланки сівозміни, вміст рухомих сполук калію був більшим як в орному, так і підорному шарах ґрунту в період сходів буряку цукрового за прямої дії органо-мінеральної системи удобрення [23].

Численними дослідженнями встановлено, що найінтенсивніше буряк цукровий засвоює поживні речовини у період формування листкового апарату та коренеплоду, який триває від фази змикання листків у рядку до технологічної стиглості коренеплодів [1, 4, 19].

За даними [1, 10–13] поєднане застосування органічних і мінеральних добрив сприяє поступовій мінералізації органічної речовини у ґрунті впродовж вегетації, що запобігає надмірному азотному живленню рослин на початку вегетації та створює достатнє фосфорне і калійне їх живлення як на початку, так і на завершення вегетаційного періоду.

**Метою досліджень** було встановлення впливу доз мінеральних і органічних добрив та їх поєднань на динаміку поживного режиму чорнозему опідзоленого в посівах буряку цукрового за органічної, мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення в польовій сівозміні.

**Методика досліджень.** Польові дослідження проведено впродовж 2022–2024 рр. у тривалому стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету, закладеному в 1964 році (атестат НААН № 88) [21]. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, що характеризується низькою забезпеченістю азотом легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) та відповідно середньою і підвищеною – рухомими сполуками фосфору і калію (за методом Чирикова).

Буряк цукровий вирощували в 10–ти пільній польовій сівозміні з типовими для регіону сільськогосподарськими культурами після пшениці озимої у ланці з кукурудзою на силос за загальноприйнятою технологією для підзони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу. Для закладання дослідів використовували напівперепрілий гній ВРХ на солом'яній підстилці та мінеральні добрива у формі аміачної селітри, суперфосфату гранульованого і калію хлористого. Площа дослідної ділянки складає 180 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок послідовне, повторність дослідів триразова.

Відбирання і підготування ґрунтових зразків до аналізів проводили відповідно до ДСТУ 4287 : 2004 та ДСТУ ISO 11464 : 2007. У ґрунтових зразках визначали такі показники: вологість ґрунту – термогравіметричним методом за ДСТУ ISO 11465 : 2001; вміст сполук нітратного азоту потенціометрично з використанням іонселективного електроду за ДСТУ 7863 : 2015; амонійного азоту – у витяжці 1,0 М розчину KCl з додаванням реактиву Неслера за ДСТУ 7863 : 2015; рухомі сполуки фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова згідно з ДСТУ 4115–2002 [3].

**Результати досліджень.** Формування азотного режиму ґрунту є одним із головних чинників, що визначає врожайність буряку цукрового. Основними джерелами азоту для рослин є нітратна та амонійна форми, вміст яких у ґрунті складає близько 1 % загальної його кількості. Ці сполуки азоту є легкокорозчинними й легкодоступними рослинам [6, 10]. У польових умовах роль амонійного та нітратного азоту в живленні рослин неоднакова. Відомо, що основною формою азотного живлення рослин є нітратна. Цінність поглинутого ґрунтом амонію як джерела азоту менша, а наявність значної його кількості в ґрунті не завжди достатньо забезпечує рослини цим елементом живлення. Амонійна форма азоту, порівняно з нітратною, є менш доступною для рослин на кислих ґрунтах, оскільки основна частина амонію знаходиться в поглинутому стані, а кисла реакція ґрунтового розчину не сприяє процесу нітрифікації [4, 25].

Тривале застосування мінеральних і органічних добрив у польовому стаціонарному досліді сприяло підвищенню вмісту мінерального азоту в ґрунті (табл. 1, 2).

**Табл. 1. Динаміка вмісту нітратного азоту (N-NO<sub>3</sub>) в чорноземі опідзоленому в посівах буряку цукрового за різних систем удобрення в польовій сівозміні (в середньому за 2022–2024 рр.), мг/кг**

Варіант дослідів	Строк відбору зразків ґрунту					
	Початок вегетації		Середина вегетації		Кінець вегетації	
	Шар ґрунту, см					
	0–30	30–50	0–30	30–50	0–30	30–50
Без добрив (контроль)	6,6	4,9	3,8	2,9	0,9	0,5
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	9,3	6,2	4,7	3,6	1,3	0,9
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	10,2	6,7	5,5	4,1	1,5	1,1
N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	10,8	7,1	6,3	4,7	1,8	1,4
Гній 30 т/га	8,2	5,6	5,1	3,8	1,2	0,8
Гній 45 т/га	8,9	6,1	5,8	4,3	1,4	1,2
Гній 60 т/га	9,5	6,5	6,4	4,6	1,6	1,4
Гній 15 т/га + N <sub>30</sub> P <sub>68</sub> K <sub>15</sub>	9,1	5,9	5,6	4,2	1,1	0,9
Гній 30 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>135</sub> K <sub>30</sub>	10,7	6,8	6,1	4,5	1,7	1,5
Гній 45 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>202</sub> K <sub>45</sub>	11,5	7,3	6,7	4,9	2,1	1,6

Незалежно від системи удобрення буряку цукрового в польовій сівозміні, у досліджувані періоди росту й розвитку рослин спостерігалась загальна тенденція у збільшенні вмісту нітратного азоту в ґрунті на початку їх вегетації (див. табл. 1). Якщо на контролі без добрив вміст нітратного азоту в шарі ґрунту 0–30 см у середньому за три роки становив 6,6 мг/кг, а шарі 30–50 см – 4,9 мг/кг, то на удобрених ділянках цей показник збільшувався на 23–74 %.

У фазу першої пари листків буряку цукрового найбільший вміст азоту нітратних сполуку ґрунті був за органо-мінеральної системи удобрення. Поєднання 30 т/га гною з мінеральними добривами (N<sub>60</sub>P<sub>135</sub>K<sub>30</sub>) збільшувало їх вміст, порівняно з контролем, на 4,1 мг/кг у шарі 0–30 см та на 1,9 мг/кг у шарі 30–50 см. У варіанті дослідів (Гній 45 т/га + N<sub>90</sub>P<sub>202</sub>K<sub>45</sub>) цей показник збільшувався відповідно до 11,5 та до 7,3 мг/кг ґрунту.

За мінеральної системи удобрення вміст азоту нітратів не істотно відрізнявся від органо-мінеральної і складав залежно від варіанту дослідів відповідно 9,3–10,8 мг/кг у орному та 6,2–7,1 мг/кг у підорному шарах ґрунту. Внесення під основний обробіток ґрунту мінеральних добрив у дозах N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>135</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> та N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> збільшувало його вміст, порівняно з контролем, на 2,5–4,2 мг/кг у шарі ґрунту 0–30 см та на 1,3–2,2 мг/кг у шарі 30–50 см.

**Табл. 2. Динаміка вмісту амонійного азоту(N-NH<sub>4</sub>) в чорноземі опідзоленому в посівах буряку цукрового за різних систем удобрення в польовій сівозміні (в середньому за 2022–2024 рр.), мг/кг**

Варіант досліджу	Строк відбору зразків ґрунту					
	Початок вегетації		Середина вегетації		Кінець вегетації	
	Шар ґрунту, см					
	0–30	30–50	0–30	30–50	0–30	30–50
Без добрив (контроль)	12,1	11,7	10,5	9,2	7,9	6,4
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	14,6	13,9	12,1	10,5	8,6	7,8
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	15,9	14,6	12,7	10,9	9,2	8,5
N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	17,1	15,3	13,4	12,1	10,8	9,7
Гній 30 т/га	14,2	12,7	12,3	10,6	8,3	7,6
Гній 45 т/га	15,3	13,8	12,9	11,2	8,6	8,1
Гній 60 т/га	15,7	14,5	13,6	11,8	10,1	8,9
Гній 15 т/га + N <sub>30</sub> P <sub>68</sub> K <sub>15</sub>	14,9	13,4	12,2	10,4	9,4	8,3
Гній 30 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>135</sub> K <sub>30</sub>	15,8	14,9	13,2	11,7	10,5	9,6
Гній 45 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>202</sub> K <sub>45</sub>	17,3	15,8	14,1	12,3	11,2	10,4

За органічної системи удобрення вміст нітратного азоту в посівах буряку цукрового в цей період був більшим, порівняно з контрольним варіантом, але меншим від мінеральної та особливо органо-мінеральної систем удобрення. Внесення під буряк цукровий 30 т/га, 45 і 60 т/га гною збільшувало його вміст у шарі ґрунту 0–30 см, порівняно з контролем на 1,6–2,9 мг/кг і на 0,7–1,6 мг/кг – у шарі 30–50 см.

У середині вегетації буряку цукрового за інтенсивного росту і розвитку рослин, спостерігалось значне зменшення вмісту нітратного азоту як в орному, так і підорному шарах ґрунту. За мінеральної системи удобрення вміст азоту нітратних сполук у фазу змикання листків у міжряддях буряку цукрового зменшився до 4,7–6,3 мг/кг у шарі 0–30 см та до 3,6–4,7 мг/кг – 30–50 см, за органічної – відповідно до 5,1–6,4 та 3,8–4,6 мг/кг і за органо-мінеральної – до 5,6–6,7 та 4,2–4,9 мг/кг.

Найменший вміст сполук нітратного азоту в чорноземі опідзоленому 0,9–2,1 мг/кг у шарі 0–30 см та 0,5–1,6 мг/кг – у шарі 30–50 см був на кінець вегетації буряку цукрового. Це можна пояснити інтенсивним засвоєнням його рослинами на формування врожаю, а також затуханням нітрифікаційних процесів у ґрунті.

Що стосується вмісту сполук амонійного азоту в чорноземі опідзоленому, то його динаміка змін у період вегетації буряку цукрового менш виражена (табл. 2). На початку вегетації рослин вміст амонійного азоту також був найбільшим і становив на контролі 12,1 мг/кг у шарі 0–30 см та 11,7 мг/кг – у

шарі 30–50 см. За мінеральної системи удобрення його вміст зростав до 14,6–17,1 мг/кг у шарі ґрунту 0–30 см та до 13,9–15,3 мг/кг – у шарі 30–50 см, за органічної – відповідно до 14,2–15,7 та 12,7–14,5 мг/кг, а за органо-мінеральної – до 14,9–17,3 та 13,4–15,8 мг/кг.

У середині вегетації буряку цукрового вміст сполук амонійного азоту поступово знижувався і становив у шарі ґрунту 0–30 см 10,5–14,1 мг/кг, а у шарі 30–50 см – 9,2–12,3 мг/кг залежно від варіанту. На кінець вегетації буряку цукрового вміст сполук амонійного азоту на контролі зменшився до 7,9 мг/кг у шарі ґрунту 0–30 см та до 6,4 мг/кг – у шарі 30–50 см. За мінеральної системи удобрення його вміст становив 8,6–10,8 мг/кг ґрунту у шарі 0–30 см та 7,8–9,7 мг/кг – у шарі 30–50 см, за органічної – відповідно до 8,3–10,1 та 7,6–8,9 мг/кг, а за органо-мінеральної – до 9,4–11,2 та 8,3–10,4 мг/кг.

Важлива роль у формуванні родючості ґрунту та живленні рослин належить фосфору, особливо його рухомим мінеральним сполукам [1, 4]. На думку вчених [16] підвищення вмісту валового та рухомого фосфору в ґрунті залежить від доз і форм внесення фосфорних добрив. Дослідження інших учених [15, 17, 24] свідчать, що за органо-мінеральної системи удобрення створюються найсприятливіші умови фосфатного режиму ґрунту та забезпечується рівномірне живлення рослин фосфором упродовж вегетації.

За даними проведених досліджень, незалежно від фази росту й розвитку буряку цукрового, найменший вміст рухомого фосфору в чорноземі опідзоленому був у варіанті без внесення добрив (табл. 3).

**Табл. 3. Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору ( $P_2O_5$ ) в чорноземі опідзоленому в посівах буряку цукрового за різних систем удобрення в польовій сівозміні (в середньому за 2022–2024 рр.), мг/кг**

Варіант досліджу	Строк відбору зразків ґрунту					
	Початок вегетації		Середина вегетації		Кінець вегетації	
	Шар ґрунту, см					
	0–30	30–50	0–30	30–50	0–30	30–50
Без добрив (контроль)	91	87	84	79	78	73
$N_{90}P_{90}K_{90}$	147	121	132	109	121	101
$N_{135}P_{135}K_{135}$	189	136	175	123	162	112
$N_{180}P_{180}K_{180}$	224	163	206	147	194	129
Гній 30 т/га	112	103	101	94	89	83
Гній 45 т/га	128	115	113	105	103	94
Гній 60 т/га	141	132	127	121	114	109
Гній 15 т/га + $N_{30}P_{68}K_{15}$	136	127	124	115	107	103
Гній 30 т/га + $N_{90}P_{135}K_{30}$	193	146	178	132	146	117
Гній 45 т/га + $N_{90}P_{202}K_{45}$	244	168	225	156	211	137

Застосування під буряк цукровий фосфорних добрив, що вносилися на тлі азотних і калійних у дозах  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ,  $N_{135}P_{135}K_{135}$  та  $N_{180}P_{180}K_{180}$  за мінеральної системи удобрення, збільшувало вміст сполук рухомого фосфору на початку вегетації рослин, порівняно з контролем, на 56–133 мг/кг у шарі ґрунту 0–30 см та на 34–76 мг/кг – у шарі 30–50 см. Органічна система удобрення в сівозміні за впливом на вміст рухомих фосфатів у чорноземі опідзоленому поступалась мінеральній. Внесення під буряк 30 т/га, 45 і 60 т/га гною збільшувало їх вміст у шарі 0–30 см на 21–50 мг/кг, а в шарі 30–50 см – на 16–45 мг/кг порівняно з контролем.

Найбільший вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті був за органо-мінеральної системи удобрення у варіантах дослідів (Гній 30 т/га +  $N_{90}P_{135}K_{30}$ ) та (Гній 45 т/га +  $N_{90}P_{202}K_{45}$ ) відповідно 193 і 244 мг/кг у шарі 0–30 см та 146 і 168 мг/кг – у шарі 30–50 см. Таке збільшення рухомих сполук фосфору в ґрунті зумовлено високими дозами фосфорних добрив – 135 і 202 кг/га д. р., внесених на тлі азотних і калійних добрив у поєднанні з 30 і 45 т/га гною.

В середині вегетації буряку цукрового вміст рухомих фосфатів у чорноземі опідзоленому зменшувався на контролі в шарах ґрунту 0–30 см та 30–50 см відповідно до 84 і 79 мг/кг, за мінеральної системи удобрення – до 132–206 і 109–147 мг/кг, органічної – 101–127 і 94–121 мг/кг, органо-мінеральної – до 124–225 і 115–156 мг/кг.

На кінець вегетації буряку цукрового вміст сполук рухомих фосфатів на контролі, порівняно з фазою першої пари листків, зменшувався на 13 мг/кг у шарі 0–30 см та до 14 мг/кг – у шарі 30–50 см. За мінеральної системи удобрення його вміст зменшувався відповідно на 26–30 мг/кг і 20–34 мг/кг, за органічної – на 23–27 і 20–23 мг/кг, а за органо-мінеральної – на 29–33 і 24–31 мг/кг.

Для формування врожаю буряк цукровий, як калієфільна культура виносить з ґрунту значну кількість калію [1, 19]. В основному із ґрунту він засвоює рухомі сполуки калію, тому формування його запасів у ґрунті є важливим аспектом подальшого підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [5, 7, 9].

Уміст рухомих сполук калію в ґрунті залежить від низки чинників, серед яких найважливішими є мінеральні та органічні добрива (табл. 4). Як показали проведені дослідження, вміст рухомих сполук калію на контролі у фазу першої пари листків буряку цукрового становив у шарі ґрунту 0–30 см 98 мг/кг, а в шарі 30–50 см – 84 мг/кг. За мінеральної системи удобрення їх вміст збільшився у шарі ґрунту 0–30 см до 134–167 мг/кг та до 108–142 мг/кг – у шарі 30–50 см, що більше, порівняно з неудобреними ділянками відповідно на 37–70 і 29–69 %, залежно від дози добрив та шару ґрунту. За органічної системи удобрення вміст рухомих сполук калію в ґрунті був меншим, порівняно з мінеральною, і становив 125–159 мг/кг у шарі 0–30 см та 106–133 мг/кг – у шарі 30–50 см. За поєднання органічних добрив з мінеральними за органо-мінеральної системи удобрення в сівозміні вміст рухомих сполук калію був на рівні 128–173 мг/кг у шарі ґрунту 0–30 см та 104–147 – у шарі 30–50 см, що більше ніж у варіанті без удобрення відповідно на 31–77 та 24–75 %.

Середина вегетації буряку цукрового характеризувалась зменшенням вмісту рухомих сполук калію як в орному 0–30 см, так і підорному 30–50 см шарах ґрунту.

**Табл. 4. Динаміка вмісту рухомих сполук калію (K<sub>2</sub>O) в чорноземі опідзоленому в посівах буряку цукрового за різних систем удобрення в польовій сівозміні (в середньому за 2022–2024 рр.), мг/кг**

Варіант досліджу	Строк відбору зразків ґрунту					
	Початок вегетації		Середина вегетації		Кінець вегетації	
	Шар ґрунту, см					
	0–30	30–50	0–30	30–50	0–30	30–50
Без добрив (контроль)	98	84	86	73	79	67
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	134	108	121	98	112	85
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	153	125	132	114	124	103
N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	167	142	151	132	138	124
Гній 30 т/га	125	106	117	95	101	86
Гній 45 т/га	147	119	128	106	114	98
Гній 60 т/га	159	133	144	115	123	107
Гній 15 т/га + N <sub>30</sub> P <sub>68</sub> K <sub>15</sub>	128	104	114	92	105	85
Гній 30 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>135</sub> K <sub>30</sub>	157	129	135	118	122	113
Гній 45 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>202</sub> K <sub>45</sub>	173	147	156	137	141	132

Так, за мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні вміст рухомих сполук калію в шарі ґрунту 0–30 см становив 121–151 мг/кг, а в шарі 30–50 см – 98–132 мг/кг, що відповідно у 1,4–1,8 і 1,3–1,8 рази більше, ніж у ґрунті неудобрених ділянок. На ділянках досліджу без удобрення вміст рухомих сполук калію в шарі ґрунту 0–30 см становив 86 мг/кг, а в шарі 30–50 см – 73 мг/кг. Застосування 30 т/га, 45 і 60 т/га гною під буряк цукровий за органічної системи удобрення збільшувало його вміст, порівняно з неудобреними ділянками, відповідно у 1,4–1,7 та 1,3–1,6 рази. За органо-мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні вміст рухомих сполук калію в посівах буряку цукрового був більшим у 1,3–1,8 рази у шарі ґрунту 0–30 см та 1,3–1,9 рази – у шарі 30–50 см.

На кінець вегетації вміст рухомих сполук калію в ґрунті зменшувався внаслідок інтенсивного його використання рослинами буряку цукрового, а також переходу в необмінні форми. На ділянках досліджу без удобрення вміст рухомих сполук калію в шарі ґрунту 0–30 см зменшився до 79 мг/кг, а в шарі 30–50 см – до 67 мг/кг. За мінеральної системи удобрення його вміст був відповідно в межах 112–138 та 85–124 мг/кг, за органічної – 101–123 та 86–107 мг/кг, за органо-мінеральної – 105–141 мг/кг та 85–132 мг/кг.

**Висновки.** 1. Поживний режим чорнозему опідзоленого в посівах буряку цукрового залежить як від доз мінеральних і органічних добрив, так і систем удобрення в польовій сівозміні.

2. Найбільший вміст нітратного та амонійного азоту, рухомих сполук фосфору і калію в чорноземі опідзоленому був на початку вегетації буряку

цукрового, який за орґано-мінеральної системи удобрення в шарі 0–30 см становив відповідно 10,7–11,5 і 14,9–17,3 мг/кг та 136–244 і 128–173 мг/кг, а у шарі 30–50 см – 6,8–7,3 і 13,4–15,8 мг/кг та 127–168 і 104–147 мг/кг. За мінеральної системи удобрення в сівозміні їх вміст не істотно відрізняється від орґано-мінеральної системи і складає залежно від варіанту відповідно 9,3–10,8 мг/кг, 14,6–17,1; 147–224 і 134–167 мг/кг та 6,2–7,1 мг/кг, 13,9–15,3 і 121–163 та 108–142 мг/кг. За орґанічної системи удобрення вміст нітратного та амонійного азоту у цей період менший і становить в шарі 0–30 см відповідно 8,2–9,5 та 14,2–15,7 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію – 112–141 та 125–159 мг/кг і 5,6–6,5 мг/кг, 12,7–14,5; 103–132 та 106–133 мг/кг – у шарі 30–50 см.

3. У середині вегетації вміст нітратного і амонійного азоту в ґрунті у фазу змикання листків у міжряддях буряку цукрового зменшується відповідно до 4,7–6,3 і 12,1–13,4 мг/кг у шарі 0–30 см та до 3,6–4,7 і 10,5–12,1 мг/кг – у шарі 30–50 см за мінеральної системи, до 5,1–6,4 і 12,3–13,6 мг/кг та 3,8–4,6 і 10,6–11,8 мг/кг – за орґанічної, до 5,6–6,7 і 12,2–14,1 мг/кг та 4,2–4,9 і 10,4–12,3 мг/кг – за орґано-мінеральної. Вміст рухомих сполук фосфору і калію за мінеральної системи удобрення зменшується до 132–206 і 121–151 мг/кг та 109–142 і 95–115 мг/кг, орґанічної – 101–127 і 117–144 та 94–122 і 95–115 мг/кг, орґано-мінеральної – до 124–225 і 114–156 та 115–156 і 92–137 мг/кг, відповідно в шарах ґрунту 0–30 см та 30–50 см.

4. На кінець вегетації буряку цукрового вміст нітратного азоту в чорноземі опідзоленому в шарі 0–30 см зменшився на 83–86 %, амонійного азоту – на 37–42 %, рухомих фосфатів – на 14–18 %, рухомих сполук калію – на 16–19 % за мінеральної системи удобрення – відповідно, на 83–85 і 37–44 % та 19–21 і 19–23 % – за орґанічної, на 84–88 % і 34–37 % та 14–24 і 18–21 % – за орґано-мінеральної системи.

5. Серед досліджуваних систем удобрення оптимальні умови мінерального живлення рослин упродовж вегетації забезпечує орґано-мінеральна система удобрення за внесення під буряк цукровий 45 т/га гною і мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{202}K_{45}$ .

### Література:

1. Агрохімічна складова технології вирощування буряку цукрового / Г. М. Господаренко, Л. В. Вишневська, А. Т. Мартинюк, Ю. В. Новак. І. В. Прокопчук, В. С. Цигода / За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 308 с.
2. Волкогон В. В., Пиріг О. В., Британ Т. Ю. Спрямованість ґрунтово-мікробіологічних процесів за впливу орґанічних і мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5. С. 18–26.
3. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2020. 148 с.
4. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.
5. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Кривда Ю. І. Показники родючості чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій

сівозміні. *Вісник Житомирського НАЕУ. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія та землеробство*. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 3–9.

6. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Кравець І. С. Азотний статус ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2024. Вип. 104. Ч. 1. С. 149–160. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-149-160.

7. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.

8. Ґрунтові ресурси України: Збалансоване використання, прогноз та управління / за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка, Р. С. Трусковецького. Харків: ФОП «Бровкін О. В.», 2020. 452 с.

9. Демиденко О. В. Відтворення чорнозему в агроценозі. Чорнобай: Чорнобаївське КПП, 2020. 108 с.

10. Іваніна В.В., Данюк М.С. Вплив альтернативних систем удобрення на фонд мінерального азоту ґрунту та продуктивність буряків цукрових. *Вісник аграрної науки*. 2022, 10, с. 5-11. DOI: 10.31073/agrovisnyk202210.

11. Іваніна В. В., Коротенко І. М. Стан гумусу та поживний режим чорнозему вилугуваного залежно від удобрення і ланки сівозміни. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 1. DOI: 10.47414/na.11.1.2023.277356.

12. 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. 13–19. DOI: 10.31073/agrovisnyk201804-02.

13. Іваніна В. В., Табачук О. О. Винос та баланс елементів живлення в агроценозі буряків цукрових за біологізації та осучаснення систем удобрення. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 1. DOI: 10.47414/na. 11.1.2023.284671.

14. Мартинович Л. І., Мартинович М. М. Вплив 50-річного застосування органічних і мінеральних добрив на родючість чорнозему опідзоленого в Центральному Лісостепу Правобережної України. Повідомлення 1. Вплив систематичного застосування добрив на баланс поживних речовин і органічної речовини ґрунту в зерно-буряковій сівозміні. *Агрохімія*. 1989. № 1. С. 30–39.

15. Мартинюк А. Т. Поживний режим ґрунту і врожайність буряку цукрового після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського університету садівництва*. 2020. № 1. С. 42–46. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-42-46.

16. Носко Б. С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків: ФОП «Бровкін О. В.», 2017. 476 с.

17. Полюхович М. Порівняльна ефективність різних систем удобрення на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного регіону. *Вісник Львівського НАУ. Агронія*. 2019. № 23. С. 261–264. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.261.

18. Примак І. Д., Левандовська С. М., Панченко О. Б. та ін. Біологічна активність чорнозему типового за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Агробіологія*. 2019. № 2. С. 43–58.

19. 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.

20. Проблемні питання землеробства АПК Черкаської області та шляхи їх вирішення. / М. А. Ткаченко, О. В. Демиденко, С. А. Дегодюк, Н. П. Коваленко, В. В. Думанецький та ін. Київ: Аграрна наука, 2025. 664 с.

21. Стаціонарні польові дослідження України. Київ : Аграрна наука, 2014. 146 с.
22. Цвей Я. П., Тищенко М. В., Філоненко С. В., Ляшенко В. В. Формування поживного режиму ґрунту в полі цукрових буряків залежно від їх удобрення в короткоротаційній плодозмінній сівозміні. *Вісник Полтавської ДДА*. 2018. № 4. С. 43–50. DOI 10.31210/visnyk2018.04.06.
23. Цвей Я. П., Карачка В. П., Петрова О. Т. та ін. Формування поживного режиму чорнозему при удобренні цукрових буряків у короткоротаційних сівозмінах. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 12. С. 23–26.
24. Hospodarenko H, Chernov O, Ryabovol L, Leonova K, Liubchenko A. Fractional Composition of Mineral Phosphates of Podzolized Chernozem after Prolonged Use of Fertilisers in Field Crop Rotation. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25 No. 2. P. 28–35. DOI: 10.48077/scihor.25(2).2022.28-35
25. Kwiatkowski C. A., Harasim E. Chemical Properties of Soil in Four-Field Crop Rotations under Organic and Conventional Farming Systems. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. P. 1045–1061. DOI: 10.3390/agronomy.10071045.
26. Wang Y., Tu C., Cheng L., Li C., Centry L. F., Hoyt C. D., Zhand X., Hu S. Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools and microbial biomass and activity. *Soil and Tillage Research*. 2011. Vol. 117. P. 8–16. DOI: 10.1016/j.still.2011.08.002.

#### References:

1. Hospodarenko, H. M., Vyshnevskaya, L. V., Martyniuk, A. T., Novak, Yu. V., Prokopchuk, I. V., Tsyhoda, V. S. (2020). *Agrochemical component of sugar beet cultivation technology*. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE. [in Ukrainian].
2. Volkogon, V. V., Pyrih, O. V., Brytan, T. Yu. (2018). Direction of soil microbiological processes under organic and mineral fertilization. *Bulletin of Agricultural Science*, 5, 18–26. [in Ukrainian].
3. Hospodarenko, H. M. (2020). *Agronomy practicum*. Kyiv: SIK GROUP Ukraine. [in Ukrainian].
4. Hospodarenko, H. M. (2022). *Fertilizer application system*. Kyiv: TROPEA. [in Ukrainian].
5. Hospodarenko, H. M., Prokopchuk, I. V., Kryvda, Yu. I. (2015). Soil fertility indicators of podzolized chernozem after long-term fertilizer application. *Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University, Soil Science, Agrochemistry and Agriculture*, 2(50), 3–9. [in Ukrainian].
6. Hospodarenko, H. M., Chernov, O. D., Kravets, I. S. (2024). Nitrogen status of soil under long-term fertilization in crop rotation. *Collected Scientific Papers of Uman National University of Horticulture*, 104(1), 149–160. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-149-160>
7. Hospodarenko, H. M., Chernov, O. D., Nikitina, O. V. (2021). *Potassium agrochemistry*. Kyiv: TROPEA. [in Ukrainian].
8. Balyuk, S. A., Miroschnychenko, M. M., Truskovetskyi, R. S. (Eds.). (2020). *Soil resources of Ukraine: Balanced use, forecasting and management*. Kharkiv: FOP Brovkin O. V. [in Ukrainian].
9. Demydenko, O. V. (2020). *Restoration of chernozem in agrocenosis*. Chornobai: Chornobaivske KPP. [in Ukrainian].

10. Ivanina, V. V., Daniuk, M. S. (2022). Influence of alternative fertilization systems on soil nitrogen and sugar beet productivity. *Bulletin of Agricultural Science*, 10, 5–11. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202210>
11. Ivanina, V. V., Korotenko, I. M. (2023). Humus status and nutrient regime of leached chernozem depending on fertilization and crop rotation. *New Agritechnologies*, 11(1). <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.277356>
12. Ivanina, V. V., Pavuk, I. A., Mazur, H. M. (2018). Nutrient regime of leached chernozem under different fertilization systems for sugar beet. *Bulletin of Agricultural Science*, 4(781), 13–19. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201804-02>
13. Ivanina, V. V., Tabachuk, O. O. (2023). Nutrient removal and balance in sugar beet agrocenosis under biologization of fertilization systems. *New Agritechnologies*, 11(1). <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.284671>
14. Martynovych, L. I., Martynovych, M. M. (1989). Influence of 50-year fertilization on fertility of podzolized chernozem in central forest-steppe Ukraine. *Agrochemistry*, 1, 30–39. [in Ukrainian].
15. Martynovych, A. T. (2020). Soil nutrient regime and sugar beet yield after long-term fertilization. *Bulletin of Uman University of Horticulture*, 1, 42–46. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-1-42-46>
16. Nosko, B. S. (2017). *Phosphorus in soils and agriculture of Ukraine*. Kharkiv: FOP Brovkin O. V. [in Ukrainian].
17. Poliukhovych, M. (2019). Comparative efficiency of fertilization systems on dark-gray podzolized soil. *Bulletin of Lviv National Agrarian University, Agronomy*, 23, 261–264. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.261>
18. Prymak, I. D., Levandovska, S. M., Panchenko, O. B., et al. (2019). Biological activity of typical chernozem under different tillage and fertilization systems. *Agrobiologia*, 2, 43–58. [in Ukrainian].
19. Prysiazhniuk, O. I., Prysiazhniuk, L. M., Melnyk, S. I., Hryniv, S. M. (2022). *Sugar beet: Breeding, seed production and cultivation technology*. Vinnytsia: TVORY. [in Ukrainian].
20. Tkachenko, M. A., Demydenko, O. V., Dehodiuk, S. A., Kovalenko, N. P., Dumanetskyi, V. V., et al. (2025). *Problematic issues of agriculture in Cherkasy region and ways to solve them*. Kyiv: Agrarian Science. [in Ukrainian].
21. *Stationary field experiments of Ukraine* (2014). Kyiv: Agrarian Science. [in Ukrainian].
22. Tsvey, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., Liashenko, V. V. (2018). Formation of soil nutrient regime in sugar beet field under fertilization. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 43–50. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.06>
23. Tsvet, Ya. P., Karachka, V. P., Petrova, O. T., et al. (2008). Nutrient regime formation in chernozem under sugar beet fertilization. *Bulletin of Agricultural Science*, 12, 23–26. [in Ukrainian].
24. Hospodarenko, H., Chernov, O., Ryabovol, L., Leonova, K., Liubchenko, A. (2022). Fractional composition of mineral phosphates of podzolized chernozem after long-term fertilization. *Scientific Horizons*, 25(2), 28–35. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(2\).2022.28-35](https://doi.org/10.48077/scihor.25(2).2022.28-35)
25. Kwiatkowski, C. A., Harasim, E. (2020). Chemical properties of soil in four-field crop rotations under organic and conventional farming systems. *Agronomy*, 10, 1045–1061. <https://doi.org/10.3390/agronomy10071045>

26. Wang, Y., Tu, C., Cheng, L., Li, C., Centry, L. F., Hoyt, C. D., Zhang, X., Hu, S. (2011). Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools. *Soil and Tillage Research*, 117, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.08.002>

### **Annotation**

**Martyniuk A. T., Stasinievych O, Y., Sadovskyi I. S.**

#### ***Nutrient regime of podzolized chernozem under different fertilization systems of sugar beet in field crop rotation***

**Objective.** *To study the effect of organic, mineral, and organo-mineral fertilization systems on the dynamics of the nutrient regime of podzolized chernozem in sugar beet crops.*

**Methods.** *Field, laboratory and mathematical-statistical.*

**Results.** *It was established that the highest content of nitrate and ammonium nitrogen, as well as mobile compounds of phosphorus and potassium in podzolized chernozem, was observed at the beginning of the sugar beet growing season. Under the organo-mineral fertilization system in the 0–30 cm soil layer, it amounted to 9.7–11.5 and 14.9–17.3 mg/kg, and 136–244 and 128–173 mg/kg, respectively. Under the mineral fertilization system in crop rotation, their content did not differ significantly from the organo-mineral system and, depending on the variant, amounted to 9.3–10.8 and 14.6–17.1 mg/kg, and 147–224 and 134–167 mg/kg, respectively. Under the organic fertilization system, the content of nitrate and ammonium nitrogen during this period was lower and amounted to 8.2–9.5 and 14.2–15.7 mg/kg, while mobile phosphorus and potassium compounds amounted to 112–141 and 125–159 mg/kg, respectively. At the end of the sugar beet growing season, the content of nitrate nitrogen in podzolized chernozem in the 0–30 cm layer decreased by 83–86%, ammonium nitrogen by 37–42%, mobile phosphates by 14–18%, and mobile potassium compounds by 16–19%. Under the mineral fertilization system, these indicators decreased by 83–85% and 37–44%, and 19–21% and 19–23%, respectively; under the organic system – by 83–85% and 37–44%, and 19–21% and 19–23%; under the organo-mineral system – by 84–88% and 34–37%, and 14–24% and 18–21%, respectively.*

**Conclusions.** *Among the studied fertilization systems, the organo-mineral system provides optimal conditions for plant mineral nutrition during the growing season when applying 45 t/ha of manure and mineral fertilizers at a rate of N<sub>90</sub>P<sub>202</sub>K<sub>45</sub> for sugar beet.*

**Key words:** *sugar beet, mineral, organic and organo-mineral fertilization systems, nitrate and ammonium nitrogen, mobile phosphorus and potassium compounds.*