

АГРОХІМІЯ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВО

УДК 633.33 : 631.45 : 631.81

Агрохімічний стан чорнозему типового слабосолонцюватого під цукровими буряками в залежності від системи удобрення і обробітку ґрунту у зернопросапній сівозміні

Бондар С. О.* , Денисенко О. В., Кісілевська М. О.

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
e-mail: sob_2006@ukr.net

Мета. Обґрунтувати залежність формування поживного режиму у короткоротаційній сівозміні від системи удобрення цукрових буряків та способів обробітку ґрунту. **Методи.** Польові, аналітичні, статистичні. **Результати.** Дослідження проводились у довготривалих стаціонарних дослідах у зоні недостатнього зволоження на чорноземах типових слабосолонцюватих у короткоротаційній зернопросапній сівозміні з кількістю зернових культур 75 %, просапних – 25 %. Цукрові буряки вирощувались у ланці соя – озима пшениця – озима пшениця. Обробіток ґрунту у сівозміні включав оранку, плоскорізний обробіток. Встановлено, що за застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ на період сходів цукрових буряків вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі ґрунту при оранці та комбінованому обробітку ґрунту зростає на 33,0 і 43,0 мг/кг ґрунту порівняно з неудобреним варіантом та стабілізується на рівні 139,0 і 151,0 мг/кг ґрунту. За заорювання соломи + N₁₄₀P₉₀K₉₀ – 145,0 і 141,0 мг/кг ґрунту. Кількість мінерального азоту в ґрунті найбільш висока в період сходів цукрових буряків за заорювання соломи + N₁₄₀P₉₀K₉₀ як за застосування оранки, так і комбінованого обробітку ґрунту і досягає 26,9 і 27,0 мг/кг ґрунту, що не поступається 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀. Під впливом застосування 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ кількість рухомого фосфору на чорноземах типових слабосолонцюватих на період сходів цукрових буряків підвищується майже у два рази порівняно з неудобреним фоном і стабілізується на рівні 58,0 мг/кг ґрунту, а запас становить 217 кг/га. Застосування органо-мінеральної системи удобрення цукрових буряків сприяє зростанню обмінного калію за різних систем обробітку ґрунту на період сходів цукрових буряків від 152,0 до 158,0 мг/кг ґрунту. **Висновки.** Використання 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ та солома + N₁₄₀P₉₀K₉₀ у системі удобрення цукрових буряків підвищує вміст мінерального азоту, рухомого фосфору і обмінного калію протягом їх вегетації. Використання оранки і комбінованого обробітку ґрунту під цукрові буряки на фоні використання добрив не впливає на перерозподіл елементів живлення як в орному, так підорному шарі ґрунту в процесі їх вегетації.

Ключові слова: чорноземи типові слабосолонцюваті; способи обробітку ґрунту; шар ґрунту; мінеральний азот; рухомий фосфор; обмінний калій.

Вступ

Система удобрення під цукрові буряки має вагомий вплив на агрохімічний стан ґрунту, що впливає на забезпеченість елементами живлення протягом їх вегетації [1, 2].

Застосування азотних добрив сприяє посиленню нітрифікаційних і амоніфікаційних процесів у ґрунті [3–6], що особливо важливо у перші періоди вегетації цукрових буряків [7]. Однак надлишок сполук мінерального азоту негативно впливає на синтез цукрів [8]. Під впливом мінерального азоту підвищується і рухомість фосфору у ґрунті. Рухомість фосфору у ґрунті залежить від дози застосування фосфорних добрив і забезпеченості ґрунту

фосфором [2, 9]. Застосування високої дози фосфорних добрив призводить до зафосфачування ґрунту фосфором, особливо, коли вони застосовуються на фоні органічних добрив, що знижує якість цукрових буряків [7]. Оптимальний рівень забезпечення ґрунту фосфором особливо важливий у зоні нестійкого і недостатнього зволоження [1].

Для одержання високих врожаїв цукрових буряків потрібно, щоб дози застосування калійних добрив сприяли підвищенню його рухомості і доступності рослинам [2].

Найбільший вплив на агрохімічний стан ґрунту має органо-мінеральна система удобрення. За її застосування покращується баланс органічної речовини у ґрунті [6, 11, 12]. Зростає забезпеченість ґрунту елементами живлення, що особливо важливо в технології вирощування цукрових буряків [13].

Значний вплив на агрохімічний стан ґрунту має система обробітку ґрунту. За використання безполицевого обробітку ґрунту спостерігається концентрація елементів живлення у верхніх шарах, при полицевому – більш рівномірний розподіл в орному шарі ґрунту, що сприяє більшій рухомості і доступності елементів живлення, особливо, за застосування органо-мінеральної системи удобрення [7]. Раціональне застосування добрив з урахуванням системи землеробства при вирощуванні цукрових буряків сприяє економічному покращенню технології їх вирощування [14].

Мета дослідження – обґрунтувати залежність формування поживного режиму у короткоротаційній сівозміні від системи удобрення цукрових буряків та способів обробітку ґрунту.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводились на Веселоподільській ДСС в довготривалому стаціонарному досліді, який закладений у 1978 р. по системі ведення короткоротаційної сівозміни залежно від способів обробітку ґрунту та системи удобрення.

Ґрунт дослідного поля представлений чорноземом типовим потужним, слабосолонцюватим, з потужністю гумусного шару в межах від 35 до 45 см. За механічним складом ґрунт середньосуглинковий, грубопилюватий. Агрохімічна характеристика: рН водне 7,2–7,4; вміст гумусу за Тюрінім 4,5–4,7 %; вміст P_2O_5 і K_2O за Мачигінім 19–20 і 100–110 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого – 110,0 мг/кг ґрунту.

Короткоротаційна зернопросапна сівозміна передбачала таке чергування культур: 1. озима пшениця; 2. цукрові буряки; 3. соя; 4. озима пшениця. Площа посівної ділянки 250 м², площа облікової ділянки 100 м². Система обробітку ґрунту включала оранку як під цукрові буряки, так і під культури сівозміни та плоскорізний обробіток ґрунту. Система удобрення включала застосування як мінеральних, так і органічних добрив у вигляді гною і післяжнивних решток (соломи озимої пшениці).

Агрохімічні дослідження передбачали визначення елементів живлення у період сходів цукрових буряків і на період збирання: визначення вмісту лужногідролізованого азоту – за ДСТУ 7863:2015, мінерального азоту (нітратного і амонійного) – за ДСТУ 1425:2005. Рухомий фосфор і обмінний калій – за Мачигінім, ДСТУ 4115:2002.

Результати досліджень

Дослідження, які проводились у короткоротаційній зернопросапній сівозміні, відповідно до періодів вегетації цукрових буряків показали, що використання органо-мінеральної системи удобрення сприяє покращенню поживного режиму ґрунту як за використання оранки, так і комбінованого обробітку ґрунту. Так, застосування мінеральних і органічних добрив під цукрові буряки дає можливість оптимізувати азотне живлення культури протягом її вегетації.

На фоні застосування 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі за використання оранки і комбінованого обробітку ґрунту становив 139 і 151 мг/кг ґрунту, що було більше від неудобреного варіанту на 33,0 і 43,0 мг/кг ґрунту. У

варіанті, де поєднували застосування 25 т/га гною + солома + N₉₀P₉₀K₉₀ – 143,0 і 152,0 мг/кг ґрунту і було на рівні з застосуванням гною і мінеральних добрив.

При заорюванні післяжнивних решток усіх культур сівозміни, в тому числі солома + N₁₄₀P₉₀K₉₀, вміст лужногідролізованого азоту за використання комбінованого обробітку ґрунту стабілізувався на рівні 141,0, за оранки – 145,0 мг/кг ґрунту.

На кінець вегетації цукрових буряків вміст лужногідролізованого азоту знизився через мінералізацію органічних речовин і вивільнення сполук мінерального азоту. Відповідно, за використання оранки в орному шарі ґрунту на фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ його кількість знизилась на 16,0 мг/кг ґрунту, за комбінованого обробітку – на 17,0 мг/кг ґрунту. За заорювання соломи + N₁₄₀P₉₀K₉₀ на фоні оранки і комбінованого обробітку ґрунту – на 15,0 і 16,0 мг/кг ґрунту (табл. 1). Однак рівень лужногідролізованого азоту за оранки не поступався органо-мінеральній системі удобрення, тоді як за комбінованого обробітку – мав незначне зниження.

Таблиця 1

Азотний режим чорнозему слабосолонцюватого залежно від системи удобрення і обробітку ґрунту під цукровими буряками, мг/кг ґрунту (середнє за 2016–2019 рр.)

Вар.	Система удобрення	Шар ґрунту, см	Лужногідролізований азот		Мінеральний азот	
			сх.	зб.	сх.	зб.
Плоскорізнний обробіток						
57	Без добрив	0–10	110	97	18,8	16,4
		0–30	108	94	18,2	15,7
		30–60	90	80	15,1	12,8
58	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–10	157	139	27,2	24,1
		0–30	151	134	26,2	23,0
		30–60	115	102	21,8	18,3
59	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 25 т/га гною + післяжнивні рештки	0–10	156	142	28,3	25,0
		0–30	152	135	27,5	24,1
		30–60	118	101	23,2	21,0
60	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₉₀ + післяжнивні рештки	0–10	145	133	27,6	23,8
		0–30	141	126	27,0	22,7
		30–60	107	99	22,8	19,0
Оранка						
63	Без добрив	0–10	110	99	20,5	17,8
		0–30	106	93	19,9	17,2
		30–60	86	79	16,1	14,1
64	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–10	143	127	27,0	23,3
		0–30	139	123	26,0	22,6
		30–60	107	91	21,3	19,2
65	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 25 т/га гною + післяжнивні рештки	0–10	147	139	29,7	24,7
		0–30	143	137	28,5	23,8
		30–60	113	102	24,0	20,4
66	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₉₀ + післяжнивні рештки	0–10	147	135	27,5	24,2
		0–30	145	129	26,8	23,6
		30–60	110	98	23,3	19,9
НІР _{0,05}		0–10	5	6	2	3
		0–30	4	3	3	4
		30–60	3	4	4	3

Органо-мінеральна система удобрення цукрових буряків сприяла підвищенню лужногідролізованого азоту у підорному шарі ґрунту. На фоні оранки – від 107,0 до 113,0 мг/кг ґрунту, за комбінованого обробітку – від 107,0 до 118,0 мг/кг ґрунту (табл. 1). Це можна пояснити лише впливом мінерального азоту, який сприяє зростанню потенційно доступного азоту в ґрунті.

Так, на період сходів цукрових буряків на неудобреному варіанті на фоні комбінованого обробітку ґрунту кількість сполук мінерального азоту в орному шарі ґрунту становила 18,2 мг/кг ґрунту, за оранки – 19,9 мг/кг ґрунту. За застосування 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ кількість мінерального азоту в орному шарі як за оранки, так і комбінованого обробітку ґрунту зросла на 6,1 і 8,0 мг/кг ґрунту порівняно з неудобреним варіантом, і його кількість становила 26,0 і 26,2 мг/кг ґрунту. Запаси мінерального азоту досягли в орному шарі 97,5 і 98,2 кг/кг ґрунту. У варіанті, де під цукрові буряки заорювали 25 т/га гною + солома + N₉₀P₉₀K₉₀, кількість мінерального азоту за використання оранки та комбінованого обробітку ґрунту була у межах 28,5 і 27,5 мг/кг ґрунту, що було майже на рівні з застосуванням 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀. Це обумовлено іммобілізацією азоту ґрунтовою мікрофлорою.

Використання у сівозміні післяжнивних решток сільськогосподарських культур, в тому числі солома + N₁₄₀P₉₀K₉₀ під цукрові буряки, сприяло оптимізації забезпечення цукрових буряків азотом. Відповідно, на період сходів цукрових буряків в орному шарі ґрунту вміст мінерального азоту за використання оранки становив 26,8 мг/кг ґрунту, за комбінованого обробітку – 27,0 мг/кг ґрунту. Застосування органо-мінеральної системи удобрення сприяло міграції сполук мінерального азоту. Так, за використання оранки на фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ кількість мінерального азоту в підорному шарі 30–60 см становила 21,3, за комбінованого обробітку – 21,8 мг/кг ґрунту, що перевищувало неудобрений варіант на 5,2 і 6,7 мг/кг ґрунту.

На період збирання цукрових буряків кількість мінерального азоту знизилась, що пов'язано з використанням азоту рослинами.

На варіантах, де добрива не застосовували, за використання оранки і комбінованого обробітку ґрунту кількість сполук мінерального азоту в орному шарі становила 17,2 і 15,7 мг/кг ґрунту, що поступалось періоду сходів на 2,5 і 2,7 мг/кг ґрунту. На фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ як за оранки, так і комбінованого обробітку ґрунту кількість мінерального азоту знизилась на 3,2 і 3,4 мг/кг ґрунту, що становило 22,6 і 23,0 мг/кг ґрунту, а запас мінерального азоту в орному шарі був у межах 88,0 і 88,8 кг/га (табл. 1).

Фосфор відіграє вагомую роль у живленні цукрових буряків, тому оптимізація фосфорного режиму ґрунту у системі удобрення цукрових буряків сприяє одержанню високих врожаїв .

Найбільший вплив на фосфатний рівень чорноземних ґрунтів має система удобрення, культури і сівозміни в цілому. Тому за застосування мінеральних добрив на фоні органічних спостерігається найбільше зростання рухомого фосфору у ґрунті. У варіанті, на фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀, де проводили оранку і плоскорізний обробіток ґрунту, кількість рухомого фосфору в орному шарі зросла до 58,0–59,0 мг/кг ґрунту, що перевищувало неудобрений фон на 22-23 мг/кг ґрунту відповідно. За збільшення кількості застосування органічних добрив, соломи + 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀, кількість рухомих фосфатів в орному шарі була на рівні вище наведеної системи удобрення, де за використання оранки і комбінованого обробітку було відмічено 60 і 58,0 мг/кг ґрунту.

За заорювання соломи + N₁₄₀P₉₀K₉₀ вміст рухомого фосфору не поступався 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ як за застосування оранки, так і за комбінованого обробітку ґрунту, був на рівні 59 і 60 мг/кг ґрунту. Такий рівень рухомого фосфору обумовлений мобілізацією залишкових фосфатів у ґрунтовий розчин внаслідок впливу підвищеної дози азотних добрив, а також мінералізації соломи. Під впливом органо-мінеральної системи удобрення спостерігається збільшення кількості рухомих фосфатів у підорному шарі ґрунту. За використання оранки – у межах від 41 до 44 мг/кг ґрунту, за комбінованого обробітку – 43–46 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Таке зростання обумовлено впливом обробітку ґрунту і наявністю органічних добрив, що збагачує ґрунт рухомим фосфором.

Таблиця 2

Вміст рухомого фосфору і обмінного калію в залежності від системи удобрення і обробітку ґрунту в посівах цукрових буряків, мг/кг ґрунту (2016–2019 рр.)

Вар.	Система удобрення	Шар ґрунту, см	Рухомий фосфор		Обмінний калій	
			сх.	зб.	сх.	зб.
Плоскорізний обробіток						
57	Без добрив	0–10	38	32	116	101
		0–30	36	31	111	95
		30–60	30	22	83	78
58	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–10	60	52	169	143
		0–30	59	48	158	134
		30–60	41	36	113	98
59	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 25 т/га гною + післяжнивні рештки	0–10	58	54	159	139
		0–30	58	51	153	133
		30–60	43	40	108	100
60	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₉₀ + післяжнивні рештки	0–10	61	52	158	133
		0–30	60	50	152	124
		30–60	44	39	105	90
Оранка						
63	Без добрив	0–10	39	33	118	101
		0–30	36	33	111	96
		30–60	28	24	81	75
64	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–10	58	52	163	136
		0–30	58	50	155	127
		30–60	43	35	109	96
65	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 25 т/га гною + післяжнивні рештки	0–10	61	52	153	142
		0–30	60	50	145	133
		30–60	46	40	103	97
66	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₉₀ + післяжнивні рештки	0–10	59	53	159	133
		0–30	59	52	153	128
		30–60	44	40	106	93
NIP _{0,05}		0–10	2	3	3	4
		0–30	4	3	4	5
		30–60	3	2	3	2

На період збирання цукрових буряків кількість рухомого фосфору зменшилась, що пов'язано з використанням фосфору рослинами, а також вмістом вологи у ґрунті і переходом фосфатів у малорозчинні сполуки.

У варіанті на фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ за використання оранки вміст рухомого фосфору в орному шарі зменшився на 8 мг/кг ґрунту відповідно до початку сходів цукрових буряків, за застосування комбінованого обробітку ґрунту – на 11 мг/кг ґрунту, що становило 50,0 і 48,0 мг/кг ґрунту відповідно. Зниження вмісту рухомого фосфору було відмічено на фоні заорювання соломи + N₁₄₀P₉₀K₉₀ за застосування оранки – на 7,0, комбінованого обробітку ґрунту – на 10 мг/кг ґрунту. В даний період вегетації кількість рухомого фосфору становила 52,0 і 50,0 мг/кг ґрунту, що перевищувало неудобрений варіант на 19 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Отже, заорювання соломи на фоні мінеральної системи живлення сприяє підтриманню рухомого фосфору у ґрунті.

Чорноземи Лівобережної частини Лісостепу мають підвищений вміст обмінного калію, що дає можливість оптимізувати дози застосування калійних добрив відповідно до рівня забезпечення обмінним калієм. Застосування органо-мінеральної системи удобрення сприяло істотному його зростанню, на що вказують у своїх дослідженнях ряд вчених. У варіанті, де використовували 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀, кількість обмінного калію в орному шарі за застосування оранки підвищилась до 155 мг/кг ґрунту, що перевищувало неудобрений фон на 44 мг/кг ґрунту, на фоні комбінованого обробітку ґрунту – на 47 мг/кг ґрунту.

За збільшення застосування органічних добрив 25 т/га гною + солома + N₉₀P₉₀K₉₀ кількість обмінного калію в орному шарі на фоні оранки і комбінованого обробітку ґрунту досягала 153 і 145 мг/кг ґрунту. При заорюванні соломи + N₁₄₀P₉₀K₉₀ за використання оранки – 153,0 мг/кг ґрунту, за комбінованого обробітку ґрунту – 152,0 мг/кг ґрунту, що мало незначну перевагу над використанням оранки. У варіантах, де заорювали 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀, солома + N₁₄₀P₉₀K₉₀ і проводили комбінований обробіток ґрунту, спостерігалось незначне підвищення обмінного калію у шарі 0–10 см порівняно з використанням оранки.

На період збирання цукрових буряків кількість обмінного калію на фоні всіх органо-мінеральних систем удобрення зменшилась. За застосування 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ в орному шарі ґрунту кількість обмінного калію відповідно до початку сходів цукрових буряків знизилась на 28,0 мг/кг ґрунту, за комбінованого обробітку ґрунту – на 24,0 мг/кг ґрунту, що становило 134 і 127 мг/кг ґрунту. На фоні заорювання соломи + N₁₄₀P₉₀K₉₀ за оранки і комбінованого обробітку ґрунту – стабілізувався на рівні 128 і 124,0 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Висновки

Кількість лужногідролізованого і мінерального азоту за використання солома + N₁₄₀P₉₀K₉₀ і проведення оранки на період сходів цукрових буряків досягає 145 мг/кг ґрунту, що не поступається 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀, за комбінованого обробітку ґрунту, перевага була за 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀. Вміст мінерального азоту не залежав від способу обробітку ґрунту і досягав на фоні добрив 26,2–26,0 мг/кг ґрунту, а на період збирання знижувався до 22,6–23,0 мг/кг ґрунту.

На чорноземах слабосолонцюватих на фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ вміст рухомих фосфатів за використання оранки і комбінованого обробітку ґрунту зростає на 62–69 % порівняно з неудобреним фоном і стабілізується на рівні 58–59 мг/кг ґрунту.

Вміст обмінного калію при застосуванні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ на період сходів цукрових буряків за використання оранки і комбінованого обробітку ґрунту становить 155–158 мг/кг ґрунту, що перевищує неудобрений фон на 44–47 мг/кг ґрунту.

З використання солома + N₁₄₀P₉₀K₉₀ в системі удобрення цукрових буряків агрохімічний стан ґранту не поступається застосуванню 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀.

Використана література

1. Балюк С. А., Носко Б. С., Воротинцева Л. І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4. С. 5–12. doi: 10.31073/agrovissnyk201804-01
2. Іваніна В. В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах. Київ : Компрінт, 2016. 328 с.
3. Maharjan B., Hergert G. W. Composted cattle manure as a nitrogen source for sugar beet production. *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 111, Iss. 2 P. 917–923. doi: 10.2134/agronj2018.09.0567
4. Islamgulov D., Alimgafarov R., Ismagilov R. et al. Productivity and technological features of sugar beet root crops when applying of different doses of nitrogen fertilizer under the conditions of the middle Cis-Ural region. *Bulgarian journal of agricultural science*. 2019. Vol. 25. P. 90–97.

5. Dai S., Wang J., Cheng Y. et al. Effects of long-term fertilization on soil gross N transformation rates and their implications. *Journal of Integrative Agriculture*. 2017. Vol. 16, Iss. 12. P. 2863–2870. doi: 10.1016/S2095-3119(17)61673-3
6. Hao Y., Wang Y., Chang Q., Wei X. Effects of long-term fertilization on soil organic carbon and nitrogen in a highland agroecosystem. *Pedosphere*. 2017. Vol. 27, Iss. 4. P. 725–736. doi: 10.1016/S2095-3119(15)61107-8
7. Цвей Я. П. Родючість ґрунту і продуктивність сівозмін. Київ : Компрінт, 2014. 413 с.
8. Тютюнов С. И., Соловиченко В. Д. Методология диагностики азотного режима в зерносвекловичном севообороте. *Сахарная свекла*. 2019. № 10 С. 27–30. doi: 10.25802/SB.2019.49.97.005
9. Носко Б. С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків : ФОП Бровін О. В., 2017. 476 с.
10. Никитин В. В., Соловиченко В. Д., Карабутов А. П. Влияние вида севооборота, способов основной обработки почвы и удобрений на энергетические показатели возделывания сахарной свеклы в юго-западной части ЦЧР. *Земледелие*. 2019. № 1. С. 18–21. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10105.
11. King A. E., Congreves K. A., Deen B. et al. Quantifying the relationships between soil fraction mass, fraction carbon, and total soil carbon to assess mechanisms of physical protection. *Soil Biology and Biochemistry*. 2019. Vol. 135. P. 95–107. doi: 10.1016/j.soilbio.2019.04.019
12. Rong Y., Yong-zhong S. U., Tao W., Qin Y. Effect of chemical and organic fertilization on soil carbon and nitrogen accumulation in a newly cultivated farmland. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016. Vol. 15, Iss. 3. P. 658–666. doi: 10.1016/S2095-3119(15)61107-8
13. Боронтов О. К., Косякин П. А., Манаенкова Е. Н. Вынос элементов питания и урожайность сахарной свеклы в зависимости от агротехнических приемов и метеорологических условий в ЦЧР. *Сахарная свекла*. 2019. № 4. С. 18–22. doi: 10.25802/SB.2019.93.96.004
14. Воронин А. Н., Соловиченко В. Д., Логвинов И. В. Экономическая оценка систем земледелия при выращивании сахарной свеклы в ЦЧР. *Сахарная свекла*. 2019. № 8. С. 2–6. doi: 10.25802/SB.2019.10.80.001

References

1. Baliuk, S. A., Nosko, B. S., & Vorotyntseva, L. I. (2018). Regulation of fertility of soils and efficiency of fertilizers in conditions of climate fluctuations. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 4, 5–12. doi.org/10.31073/agrovisnyk201804-01 [in Ukrainian]
2. Ivanina, V. V. (2016). *Biologizatsiia udobrennia kultur u sivozminakh* [Biologization of crops fertilizations in crop rotation]. Kyiv: Komprynt. [in Ukrainian]
3. Maharjan, B., & Hergert, G. W. (2019). Composted cattle manure as a nitrogen source for sugar beet production. *Agronomy Journal*, 111(2), 917–923. doi: 10.2134/agronj2018.09.0567
4. Islamgulov, D., Alimgafarov, R., Ismagilov, R., Bakirova, A., Muhametshin, A., Enikiev, R., Ahiyarov, B., Ismagilov, K., Kamilanov, A., & Nurligajnov, R. (2019). Productivity and technological features of sugar beet root crops when applying of different doses of nitrogen fertilizer under the conditions of the middle Cis-Ural region. *Bulgarian journal of agricultural science*, 25, 90–97.
5. Dai, S., Wang, J., Cheng, Y., Zhang, J., & Cai, Z. (2017). Effects of long-term fertilization on soil gross N transformation rates and their implications. *Journal of Integrative Agriculture*. 16(12), 2863–2870. doi: 10.1016/S2095-3119(17)61673-3
6. Hao, Y., Wang, Y., Chang, Q., & Wei, X. (2017). Effects of long-term fertilization on soil organic carbon and nitrogen in a highland agroecosystem. *Pedosphere*. 27(4), 725–736. doi: 10.1016/S2095-3119(15)61107-8
7. Tsvei, Ya. P. (2014). *Rodiuchist gruntu i produktyvnist sivozmin* [Soil fertility and crop rotation productivity]. Kyiv: Komprint. [in Ukrainian]

8. Tyutyunov, S. I., & Solovichenko, V. D. (2019). Methodology of diagnostics of nitrogen regime in grain-glass crop rotation. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 10, 27–30. doi: 10.25802/SB.2019.49.97.005 [in Russian]
9. Nosko, B. S. (2017). *Fosfor u gruntakh i zemlerobstvi Ukrainy* [Phosphorus in the soil and in Ukrainian agriculture]. Kharkiv: FOP Brovin O. V. [in Ukrainian]
10. Nikitin, V. V., Solovichenko, V. D., & Karabutov, A. P. (2019). Influence of Crop Influence of Crop Rotation Types, Tillage Methods, and Fertilizers on Energy Performance of Sugar Beet Cultivation in the South-Western Part of the Central Chernozem Region. *Zemledelie* [Agriculture], 1, 18–21. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10105 [in Russian]
11. King, A. E., Congreves, K. A., Deen, B., Dunfield, K. E., Voroney, R. P., & Wagner-Riddle, C. (2019). Quantifying the relationships between soil fraction mass, fraction carbon, and total soil carbon to assess mechanisms of physical protection. *Soil Biology and Biochemistry*, 135, 95–107. doi: 10.1016/j.soilbio.2019.04.019
12. Rong, Y., Yong-zhong, S. U., Tao, W., & Qin, Y. (2016). Effect of chemical and organic fertilization on soil carbon and nitrogen accumulation in a newly cultivated farmland. *Journal of Integrative Agriculture*. 15(3), 658–666. doi: 10.1016/S2095-3119(15)61107-8
13. Borontov, O. K., Kosyakin, P. A., & Manaenkova, E. N. (2019). Nutrient removal and sugar beet yield depending on agricultural techniques and weather conditions in the Central Black Earth region. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 4, 18–22. doi: 10.25802/SB.2019.93.96.004 [in Russian].
14. Voronin, A. N., Solovichenko, V. D., & Logvinov, I. V. (2019). Economic assessment of systems of agriculture at sugar beet cultivation in the Central Black-Earth Region. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 8, 2–6. doi: 10.25802/SB.2019.10.80.001 [in Russian]

УДК 633.33 : 631.45 : 631.81

Бондарь С. А.*, Денисенко О. В., Кисилевская М. А. Агрехимическое состояние чернозема типичного слабосолонцеватого под сахарной свеклой в зависимости от системы удобрения и обработки почвы в зернопропашном севообороте // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. Вып. 28. С. 11–19.

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, *e-mail: sob_2006@ukr.net*

Цель. Обосновать зависимость формирования питательного режима в короткоротационном севообороте от системы удобрения сахарной свеклы и способов обработки почвы. **Методы.** Полевые, аналитические, статистические. **Результаты.** Исследования проводились в длительных стационарных опытах в зоне недостаточного увлажнения на черноземах типичных слабосолонцеватых в короткоротационном зернопропашном севообороте с количеством зерновых культур 75 %, пропашных – 25 %. Сахарная свекла выращивались в звене соя – озимая пшеница – озимая пшеница. Обработка почвы в севообороте включала вспашку, комбинированную обработку. Установлено, что при применении под сахарную свеклу 25 т/га навоза + N₉₀P₉₀K₉₀ на период ее всходов содержание щелочногидролизованного азота в пахотном слое почвы при вспашке и комбинированной обработке возрастает на 33,0 и 43,0 мг/кг по сравнению с неудобренным вариантом и стабилизируется на уровне 139,0,0 и 151,0 мг/кг. При запахивании соломы + N₁₄₀P₉₀K₉₀ – 145,0 и 141,0 мг/кг. Количество минерального азота в почве наиболее высоко в период всходов сахарной свеклы при запахивании соломы + N₁₄₀P₉₀K₉₀ как при применении вспашки, так и комбинированной обработке достигает 26,9 и 27,0 мг/кг, не уступает 25 т/га навоза + N₉₀P₉₀K₉₀. Под влиянием применения 25 т/га навоза + N₉₀P₉₀K₉₀ количество подвижного фосфора на черноземах типичных слабосолонцеватых на период всходов сахарной свеклы повышается почти в два раза по сравнению с неудобренным фоном и стабилизируется на уровне 58,0 мг/кг, а запас составляет 227 кг/га. Применение органо-минеральной системы удобрения сахарной свеклы способствует росту обменного калия при различных системах обработки почвы на период всходов сахарной свеклы от 152,0 до

158,0 мг/кг. **Выводы.** Использование 25 т/га навоза + N₉₀P₉₀K₉₀ и солома + N₁₄₀P₉₀K₉₀ в системе удобрения сахарной свеклы повышает содержание минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия в течение ее вегетации. Использование вспашки и комбинированной обработки почвы под сахарную свеклу на фоне использования удобрений не влияет на перераспределение элементов питания как в пахотном, так и подпахотном слое почвы в процессе их вегетации.

Ключевые слова: черноземы типичные слабосолонцеватые; способы обработки почвы; слой почвы; минеральный азот; подвижный фосфор; обменный калий.

UDC 633.33 : 631.45 : 631.81

Bondar, S. O., Denysenko, O. V., & Kisilievskaya, M. O. (2020). Formation of agrochemical state of soil under sugar beet as affected by fertilization and tillage. *Nauk. pracì Inst. bìoenerg. kul't. cukrov. burâkìv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 28, 11–19. [in Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: sob_2006@ukr.net*

Purpose. Substantiation of the effect of fertilization system used for sugar beet and methods of tillage on the formation of the nutritional regime in short crop rotation. **Methods.** Field, analytical, and statistical. **Results.** The study was carried out as a long-term stationary experiment in the zone of insufficient soil moisture on the typical slightly-saline chernozem in short grain-hoed crop rotation with the share of grain crops of 75 % and hoed crops of 25 %. Sugar beets were grown in the unit with soybean and winter wheat. Soil tillage in crop rotation included ploughing and combined tillage. It was found that when applying 25 t/ha of manure + N₉₀P₉₀K₉₀ to sugar beet during the period of sugar beet sprouting, the content of alkaline hydrolysed nitrogen in the arable soil layer for ploughing and combined tillage increases by 33.0 and 43.0 mg/kg, compared with the unfertilized treatment and stabilizes at 143.0 and 157.0 mg/kg. With straw ploughed into the soil + N₁₄₀P₉₀K₉₀, it was 141.0 and 145.0 mg/kg of soil. The content of mineral nitrogen in the soil was the highest during the sugar beet sprouting period with straw + N₁₄₀P₉₀K₉₀, both with ploughing and combined tillage up to 26.9 and 27.0 mg/kg of soil, which was not inferior to the use of 25 t/ha of manure + N₉₀P₉₀K₉₀. Influenced by the use of 25 t/ha of manure + N₁₄₀P₉₀K₉₀, the content of mobile phosphorus in typical slightly saline chernozem during the sugar beet sprouting period increased almost twice compared to the unfertilized background and stabilized at 59.0 mg/kg, while its stock was 22.1 kg/ha. The use of an organo-mineral fertilization system for sugar beets promotes the increase in exchange potassium content under different tillage systems in the period of sugar beet sprouting from 152.0 to 158.0 mg/kg. **Conclusions.** The use of 25 t/ha of manure + N₉₀P₉₀K₉₀ and straw + N₁₄₀P₉₀K₉₀ for sugar beet increases the content of mineral nitrogen, mobile phosphorus, and exchange potassium during the growing season. The practice of ploughing and combined tillage under sugar beet against the background of fertilizers does not affect the redistribution of the nutrients in both the ploughed soil and the subsoil during vegetation season.

Keywords: typical slightly saline chernozems; soil tillage methods; soil layer; mineral nitrogen; mobile phosphorus; exchange potassium.

Надійшла / Received 21.01.2020

Погоджено до друку / Accepted 13.02.2020