

hybrids into non-erectoid, semi-erectoid, erectoid and suprarectoid forms is proposed. It was confirmed that the angle of deviation of the upper leaf blade shows a more significant difference between erectile and non-erectile materials than the angle of deviation of the middle leaf, noting the level of erectility of crops.

**Key words:** corn, erectoid forms, architectonics, leaf blade, angle of deviation, line, hybrid.

УДК: 631.4-0.26.78 : 633.63 : 631.8

DOI: 10.31395/2415-8240-2022-100-1-145-155

## АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ І ВАПНУВАННЯ

**Г. М. ГОСПОДАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук

**А. Т. МАРТИНЮК**, кандидат сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

*Розглянуто питання зміни агрохімічних властивостей чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу України і продуктивності буряку цукрового в польовій сівозміні за внесення різних доз дефекату й мінеральних добрив. Показано, що під впливом цих чинників проходить зміна агрохімічних властивостей ґрунту та доцільність проведення періодичного вапнування.*

**Ключові слова:** буряк цукровий, чорнозем опідзолений, дефекат, мінеральні добрива, агрохімічні властивості ґрунту.

**Вступ.** Поєднання високого рівня родючості ґрунту та оптимального застосування мінеральних добрив і високопродуктивних гібридів буряку цукрового є основою одержання високих зборів цукру з одиниці площі посіву. У відношенні до кислотності буряк належить до групи сільськогосподарських культур, які надають перевагу слабкокислій і близькій до нейтральної реакції ґрунтового середовища та добре реагує на вапнування не лише сильно- і середньокислих, а й слабкокислих ґрунтів. Оптимальний рівень рН для його вирощування 6,0–7,0 [1].

Нині вапнування ґрунтів проводиться недостатньо, а одностороннє застосування мінеральних добрив викликало тенденцію погіршення їх родючості [2, 11]. В таких умовах актуальним є вивчення впливу доз вапна в поєднанні з мінеральними добривами на агрохімічні властивості ґрунту та продуктивність буряку цукрового.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Тривале землеробське використання ґрунту в поєднанні із застосуванням фізіологічно кислих мінеральних добрив, особливо азотних у підвищених дозах, зумовлюють зміни його агрохімічних властивостей [2, 16]. Водночас з підкисленням ґрунту

знижується ефективність мінеральних добрив і погіршуються його агрохімічні властивості [2, 3, 16]. Проте після перевапнування ґрунтів частина елементів живлення стають важкодоступними для рослин [3, 7, 8]. Тому ефективність вапнування кислих ґрунтів залежить від форм, доз, строків і способів внесення вапнувальних матеріалів, чутливості культур і агрохімічних властивостей ґрунту, поєднання вапнування із застосуванням мінеральних добрив [1–3, 16].

**Мета статті** – встановити вплив вапнування в поєднанні з внесенням різних видів і доз мінеральних добрив на зміну агрохімічних властивостей чорнозему опідзоленого та динаміку продуктивності буряку цукрового в польовій сівозміні.

**Методика досліджень.** Дослідження проведено в стаціонарному досліді (атестат УААН №86), закладеному на дослідному полі Уманського НУС, що розміщене в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами 48°46' 56,47" пн. ш. і 30°14' 48,51" сх. д. з висотою над рівнем моря 245 м. За даними метеостанції Умань, розміщеної за 2 км від стаціонарного досліду, клімат дослідного поля помірно континентальний із середньорічною температурою повітря 8,8 °С і кількістю опадів 586 мм. Ґрунт класифікується як чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі (за класифікацією FAO/WRB 2014 – Luvic Chernozems) й характеризується низьким вмістом азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда), підвищеним і високим – відповідно рухомих сполук фосфору й калію (за методом Чирикова).

Дослід закладено в 4-пільній польовій сівозміні (пшениця озима, буряк цукровий, кукурудза, горох) на трьох полях. Вирощували гібриди буряку цукрового Коала та Дарія КВС. Повну дозу вапна розраховували за рівнем обмінної кислотності. Одинарна доза дефекату, що містив 60 % CaCO<sub>3</sub>, становила 9,0 т/га. Дефекат, у дозах згідно схеми досліду, було внесено під перші три культури сівозміни – пшеницю озиму, буряк цукровий і кукурудзу. На тлі вапнування мінеральні добрива під буряк цукровий вносили у вигляді суперфосфату гранульованого, калію хлористого та селітри аміачної (табл. 1). До схеми досліду входив варіант без внесення добрив (контроль) і з насиченням 1 га площі сівозміни мінеральними добрива дозою N<sub>97</sub>P<sub>75</sub>, N<sub>97</sub>P<sub>75</sub>K<sub>75</sub> і N<sub>130</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>. Повторення досліду триразове з послідовним розміщенням варіантів. Загальна площа дослідної ділянки 36 м<sup>2</sup>, облікової – 30 м<sup>2</sup>. Збирання урожаю коренеплодів проводили вручну після механізованого підкопування рослин.

У зразках ґрунту, відібраних згідно вимог ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007, визначали такі показники: кислотність ґрунту рН<sub>KCl</sub> – на іонометрі згідно ДСТУ ISO 10390-2007; гідролітичну кислотність – за методом Каппена згідно ДСТУ 7537:2014; вміст увібраних основ – згідно МВВ 31-497058-007-2005; ємність катіонного обміну ґрунту (ЄКО) – за ДСТУ ISO 11260-2001; вміст азоту легкогідролізованих сполук за методом Корнфілда за ДСТУ 7863:2015; рухомих сполук фосфору й калію – за методом Чирикова за ДСТУ 4115-2002.

**Результати досліджень.** Попередніми дослідженнями встановлено, що під впливом вапнування поліпшуються фізико-хімічні властивості ґрунту, посилюється його мікробіологічна активність і поліпшується азотне та фосфорне живлення рослин [9, 10, 13, 14]. Вапнування й застосування мінеральних добрив також значно змінює агрохімічні властивості ґрунту (табл. 1).

**Табл. 1. Агрохімічна характеристика шару ґрунту 0–20 см перед сівбою буряку цукрового за різних доз вапна та мінеральних добрив**

Варіант досліду	рН <sub>KCl</sub>	Нг, смоль/кг	V, %	Вміст N <sub>легк</sub> , мг/кг	Вміст рухомих сполук, мг/кг	
					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Перед закладанням досліді (2012 р.)	5,4	3,19	87	112	109	124
2016 рік						
Без добрив (контроль)	5,3	3,22	83	97	101	117
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	5,2	3,41	87	108	116	115
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,1	3,52	86	107	115	128
N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	5,1	3,58	80	112	124	130
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,3	2,62	91	118	114	130
1,0 CaCO <sub>3</sub>	5,6	2,31	92	104	105	123
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	5,5	2,33	92	112	119	122
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,5	2,40	91	113	118	131
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	5,4	2,42	90	115	127	133
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,8	2,21	93	120	127	137
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	0,1	0,12	–	6	9	10
2020 рік						
Без добрив (контроль)	5,2	3,31	84	95	98	114
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	5,2	3,65	82	107	124	112
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,1	3,71	82	111	126	131
N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	5,1	3,84	81	113	129	132
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,2	3,13	87	116	128	138
1,0 CaCO <sub>3</sub>	5,4	2,47	90	108	104	118
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	5,3	2,57	87	112	127	114
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,2	2,81	87	118	126	135
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	5,2	2,87	89	119	130	138
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,4	2,60	91	124	137	139
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	0,1	0,11	–	8	9	8

Як видно з даних табл. 1, на ділянках без добрив і під впливом їх внесення підвищується як обмінна, так і гідролітична кислотність ґрунту. Їх показники не відповідали нижній межі оптимального рівня (відповідно рН 6,0 і 1,8–2,0 смоль/кг) для культури буряку цукрового [6, 12].

Під впливом мінеральних добрив знижувався ступінь насичення ґрунту основами. Так, у кінці другої ротації сівозміни на ділянках дослідів з середньорічним внесенням  $N_{130}P_{100}K_{100}$  це зниження становило з 87 до 81 %, а на ділянках без внесення добрив – до 84 %. Одержані дані свідчать про необхідність проведення вапнування чорнозему опідзоленого для підвищення продуктивності буряку цукрового.

Вплив вапнування на показники обмінної і гідролітичної кислотності ґрунту та ступінь насиченості його основами залежав як від доз і тривалості післядії дефекату, так і від доз мінеральних добрив. На четвертий рік дії 4,5 т/га дефекату навіть за внесення повної дози мінеральних добрив ( $N_{120}P_{90}K_{90}$ ) під буряк цукровий кислотність ґрунту залишалася нижчою – показник гідролітичної кислотності був нижчим на 0,57 смоль/кг, а ступінь насиченості основами вищим на 4 абс. %. Через вісім років післядії цієї дози вапна значення зазначених показників повертались до вихідного рівня.

Післядія одинарної дози дефекату (9,0 т/га) навіть за внесення мінеральних добрив затухає в кінці другої ротації чотирьохрічної сівозміни, особливо за внесення високих доз мінеральних добрив ( $N_{130}P_{100}K_{100}$  на 1 га площі сівозміни). На тлі 13,5 т/га дефекату, навіть за середньорічного внесення  $N_{97}P_{75}K_{75}$ , на восьмий рік післядії насиченість ґрунту основами складала 91 % (тоді як за внесення лише мінеральних добрив – 81 %).

Отже, визначення динаміки кислотності ґрунту показує доцільність проведення меліоративного, а потім періодичного підтримувального вапнування. Це пояснюється тим, що чорнозем опідзолений за своєю генетичною природою має слабкокислу реакцію ґрунтового середовища і прагне до її відновлення навіть після внесення високих доз вапна.

Вміст азоту легкогідролізованих сполук у ґрунті під час проведення дослідів залишався на середньому рівні – 104–124 мг/кг залежно від строку відбирання ґрунтових проб і варіанту дослідів. При цьому на ділянках без добрив відповідно прийнятої шкали намітилась тенденція зниження його вмісту до низького рівня. Підвищення вмісту азоту легкогідролізованих сполук у ґрунті в деяких варіантах дослідів можна пояснити як внесенням азотних добрив, так і поліпшенням мінерального живлення рослин, що сприяло формуванню вищого врожаю нетоварної продукції, яку залишали на полі на добриво, а також поліпшенням умов мікробіологічної фіксації газоподібного азоту атмосфери.

Вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті був підвищеним – 104–137 мг/кг залежно від варіанту дослідів та строку визначення. Збереження його початкового вмісту в ґрунті та підвищення пояснюється залишенням на полі нетоварної частини урожаю, додатним балансом у варіантах з внесенням

добрив і здатністю, наприклад гороху, засвоювати фосфор з важкорозчинних сполук ґрунту [4, 15].

Вміст рухомих сполук калію у ґрунті залежно від варіанту дослідів був підвищеним і високим [5]. Значне зниження його вмісту спостерігалося на ділянках без внесення добрив та на тлі із застосуванням лише азотних і фосфорних добрив. З підвищенням доз вапна не відмічено істотних змін вмісту рухомих сполук калію у ґрунті. Це пояснюється як підвищенням рухливості сполук калію в ґрунті, так і винесенням його вищим урожаєм культур сівозміни.

Зміна агрохімічних властивостей ґрунту впливало на формування врожаю коренеплодів буряку цукрового (табл. 2). Урожайність буряків у досліді змінювалась у досить широких межах – від 20,1 до 57,0 т/га залежно від погодних умов, удобрення, доз дефекату та його післядії. Буряк цукровий добре реагує на вапнування. Приріст урожаю коренеплодів у перші два роки дії дефекату залежно від його дози внесення 4,5 т/га, 9,0 і 13,5 т/га відповідно становив 10–11 %, 16–17 і 18 %. У наступні роки його післядія затухала і вже на 6–8 рік становила лише 2–6 % залежно від варіанту дослідів.

Вапнування ґрунту сприяло як абсолютним, так і відносним приростам урожайності коренеплодів від добрив. Так, на ділянках без вапнування у першій ротації сівозміни за внесення  $N_{120}P_{90}K_{90}$  він становив 8,1 т/га, тоді як на тлі 9,0 т/га дефекату – 14,6 т/га або 42 %. У другій ротації сівозміни післядія вапна затухає. У середньому за дві ротації сівозміни приріст урожаю коренеплодів на тлі внесення 4,5 т/га, 9,0 і 13,5 т/га дефекату становив відповідно 6 %, 10 і 13 %, а за додаткового внесення повного мінерального добрива в дозі  $N_{120}P_{90}K_{90}$  урожайність відповідно становила 42,9 т/га, 44,2 і 45,0 т/га (за показника без вапнування 40,0 т/га).

Під час живлення рослин кальцій гальмує засвоєння калію. Крім того, на тлі вапнування продуктивність сільськогосподарських культур підвищується, що потребує більшого засвоєння калію рослинами [5]. Дослідженнями встановлено, що за дві ротації польової сівозміни приріст урожайності коренеплодів від калійних добрив на ділянках без вапнування та за внесення половинної дози вапна становив 6 %, тоді як на тлі внесення 9,0 і 13,5 т/га дефекату – відповідно 7 і 10 %.

Окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив ( $N + P_2O_5 + K_2O$ ) приростом урожаю буряків у середньому за дві ротації сівозміни у варіантах дослідів  $N_{120}P_{90}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{90}$  і  $N_{160}P_{120}K_{120}$  відповідно становила 31,9 кг, 29,3 і 28,3 кг. На тлі внесення дефекату окупність їх зростала і, наприклад, у варіанті дослідів 9,0 т/га дефекату +  $N_{120}P_{90}K_{90}$  становила 43,3 кг.

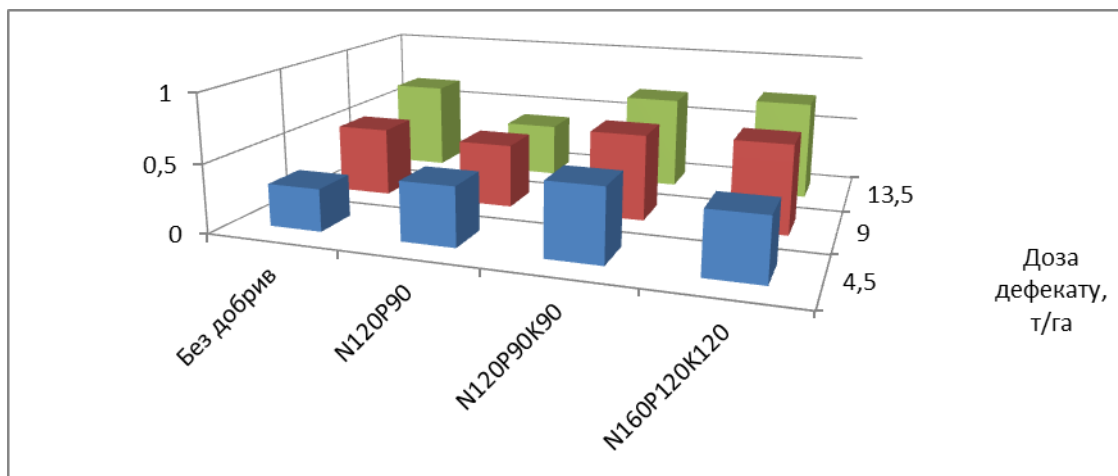
Отже, ефективність вапнування чорнозему опідзоленого важкосуглинкового з  $pH_{KCl}$  5,4 і гідролітичною кислотністю 3,19 смоль/кг в польовій сівозміні на буряку цукровому залежить від доз внесення дефекату. За дози 4,5 т/га вона проявляється впродовж п'яти років, 9,0 т/га – шести років, а за дози 13,5 т/га дефекату затухає лише під кінець другої ротації чотирирічної польової сівозміни.

**Табл. 2. Урожайність буряку цукрового залежно від вапнування та  
удобрення, т/га**

Варіант досліджу	Рік проведення дослідження			За першу ротацію сівозміни	Рік проведення дослідження			За другу ротацію сівозміни	За дві ротації сівозміни
	2013	2014	2016		2017	2018	2020		
Без добрив (контроль)	33,7	42,4	28,6	34,9	30,2	32,1	20,1	27,4	31,2
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	38,7	43,7	39,5	40,6	38,4	40,1	27,2	35,2	37,9
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	39,8	47,1	42,1	43,0	40,2	41,6	29,1	37,0	40,0
N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	41,2	48,4	45,2	44,9	42,7	44,9	31,6	40,1	42,5
0,5 CaCO <sub>3</sub>	37,6	44,8	30,1	37,5	31,5	33,2	20,5	28,4	33,0
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	43,0	48,1	41,7	44,4	40,2	41,5	27,9	36,5	40,5
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	44,2	51,8	45,6	47,2	42,6	43,0	29,9	38,5	42,9
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	45,7	51,9	47,8	48,5	46,3	46,1	32,2	41,5	45,0
1,0 CaCO <sub>3</sub>	39,5	49,2	31,6	40,1	31,8	33,5	20,3	28,5	34,3
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	43,3	50,7	43,9	46,0	40,0	40,8	28,1	36,3	41,2
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	46,6	55,1	46,8	49,5	42,9	43,5	30,3	38,9	44,2
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	48,2	56,7	44,9	51,6	46,5	46,9	32,9	42,1	46,9
1,5 CaCO <sub>3</sub>	39,8	50,5	32,2	40,8	33,1	34,2	20,9	29,4	35,1
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	45,8	51,8	45,0	47,5	32,4	42,7	28,2	34,4	41,0
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	47,0	55,1	48,6	50,2	44,4	44,5	30,3	39,7	45,0
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	48,6	57,0	51,4	52,3	48,1	47,5	32,8	42,8	47,6
HIP <sub>05</sub>	2,5	3,1	2,6	–	2,4	1,9	1,7	–	–

Одним із важливих показників впливу окремих агротехнологічних заходів на формування продуктивності буряку цукрового є збір цукру з одиниці площі посіву. Дослідженнями встановлено, що застосування мінеральних добрив на

тлі післядії дефекату сприяло підвищенню збору цукру на 0,40–0,73 т/(га рік) (рис.).



**Рис. Приріст збору цукру за дві ротації сівозміни від мінеральних добрив на тлі різних доз дефекату, т/(га рік)**

Лише завдяки внесенню дефекату можна отримати 0,31–0,66 т/(га рік) цукру залежно від дози. На тлі дефекату ефективність мінеральних добрив зростає. Так, за внесення високої дози добрив ( $N_{160}P_{120}K_{120}$ ) приріст збору цукру на тлі внесення 9,0 т/га дефекату порівняно з 4,5 т/га зростав на 44 %. При цьому також необхідно звернути увагу, що застосування дефекату сприяло підвищенню ефективності калійних добрив. Так, на тлі 4,5 т/га дефекату в середньому за дві ротації сівозміни приріст збору цукру від них становив 0,10 т/(га·рік), а на тлі 13,5 т/га – 0,29 т/(га · рік). Зниження збору цукру на 0,08 т/(га рік) у варіанті дослідів  $N_{160}P_{120}K_{120}$  порівняно з варіантом  $N_{120}P_{90}K_{90}$  на тлі 4,5 т/га дефекату можна пояснити високою дозою внесених азотних добрив, що знижувало цукристість коренеплодів і незначною післядією малої дози вапна.

**Висновки.** 1. Використання чорнозему опідзоленого для вирощування польових культур за різного агрохімічного навантаження змінює структуру ґрунтового комплексу. Внесення мінеральних добрив підвищує кислотність ґрунту за дві ротації 4-пільної сівозміни на 0,2–0,3 од рН<sub>KCl</sub>, а гідролітичну кислотність на 0,46–0,65 смоль/кг, що знижує насиченість ґрунту основами з 87 до 81–82 % залежно від доз добрив. Проведення вапнування (9,0 т/га дефекату) дозволяє підтримувати ці показники на початковому рівні.

2. За вмістом азоту легкогідролізованих сполук після вапнування спостерігалась тенденція поліпшення азотного режиму ґрунту. При цьому також підвищується вміст у ґрунті рухомих сполук фосфору, а вміст рухомих сполук калію не зазнає істотних змін.

3. Вапнування сприяє підвищенню продуктивності буряку цукрового. Приріст урожайності коренеплодів у перші два роки післядії дефекату становить 10–18 % залежно від дози вапна.

4. На тлі вапнування приріст урожаю коренеплодів від калійних добрив підвищується з 6 % до 7–10 %.

5. У середньому за дві ротації сівозміни окупність 1 кг N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O добрив на тлі внесення 9,0 т/га дефекату у варіанті досліду N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> зростає з 29,3 до 43,3 кг буряків.

6. За дві ротації 4-пільної польової сівозміни застосування мінеральних добрив на тлі післядії дефекату сприяє підвищенню збору цукру на 0,40–0,73 т/(га рік) залежно від доз добрив і вапна.

#### Література:

1. Агрохімічна складова технології вирощування буряку цукрового / Г. М. Господаренко, Л. В. Вишневська, А. Т. Мартинюк та ін.; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 308 с.

2. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, Б. С. Носка. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.

3. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

4. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Леонова К. П. Трансформація сполук фосфору чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення в польовій сівозміні. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №2. С. 31–36.

5. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.

6. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Новак Ю. В. Динаміка врожайності буряку цукрового в ланках польової сівозміни за тривалого застосування добрив. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2019. Вип. 95. Ч. 1. Сільськогосподарські та технічні науки. С. 128–138.

7. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Вплив вапнування на вміст рухомих сполук мікроелементів у чорноземі опідзоленому. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2018. Вип. 92. Ч. 1. Сільськогосподарські науки. С. 187–195.

8. Господаренко Г., Карнаух О., Alexander A. Мікроелементи і добрива в живленні рослин / за заг. ред. Г. Господаренка. Кам'янець-Подільський: ТОВ Друкарня «Рута», 2020. 348 с.

9. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Вплив дефекату на фоні тривалого застосування добрив на фосфатний режим ґрунту в ланках польової сівозміни. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. 2005. Вип. 61. С. 70–76.

10. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних показників ґрунту та баланс кальцію за різного удобрення та вапнування. *Агробіологія*. 2018. №1(138). С. 144–150.

11. Демиденко О. В. Відтворення чорнозему в агроценозі. Чорнобай : Чорнобайське КПП, 2020. 108 с.

12. Родючість ґрунту і продуктивність буряку цукрового: монографія / Л. В. Вишневська та ін.; за ред. Г. М. Господаренка і С. П. Полторецького. Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2020. 178 с.

13. Сипко А. О., Стрілець О. П., Зацерковна Н. С., Костащук М. В. Оптимізація фізико-хімічних властивостей чорнозему типового вилугуваного слабокислого при застосуванні дефекату, отриманого за новою технологією. *Цукрові буряки*. 2017. №1. С. 11–13.



14. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 318 с.
15. Hospodarenko H., Liubych V., Oliinyk O., Polianetska I., Silifonov T. Influence of fertilization on the crop rotation productivity and the balance of essential nutrients in the soil. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*. 2022. Vol. 75(2). P. 9919–9928.
16. Marschner P. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third edition. Elsevier Academic Press, Netherlands. 684 p.

### References:

1. Hospodarenko, H. M., Vyshnevskaya, L. V., Martyniuk, A. T. et al. (2020). Agrochemical component of sugar beet production technology. Kyiv: SIC GROUP UKRAINE LLC. 308 p. (in Ukrainian).
2. Baliuk, S., Medvediev, V., Nosko, B. (Eds.). (2018). Adaptation of agrotechnologies to climate change: soil and agrochemical aspects. Kharkiv: StylnaTypohrafiia. 364 p. (in Ukrainian)
3. Hospodarenko, H. M. (2022). Fertilizer application system. Kyiv: TROPEA. 376 p. (in Ukrainian).
4. Hospodarenko, H. M., Chernykh, O. D. & Lieonova, K. P. (2021). Transformation of phosphorus compounds of black podzolized soil y under different fertilizer systems in field crop rotation. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*. №2. 31–36. (in Ukrainian).
5. Hospodarenko, H. M., Chernykh, O.D. & Nikitina, O.V. (2021). Potassium agrochemistry. Hospodarenko, H. M. (Ed.). Kyiv: TROPEA. 264 p. (in Ukrainian).
6. Hospodarenko, H. M., Martyniuk, A. T., Novak Yu. V. (2019). Dynamics of the yield of sugar beet in the links of the field crop rotation with long-term use of fertilizers. *Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture*, 2019, Iss. 95, pp. 128–138. (in Ukrainian).
7. Hospodarenko, H. M., Prokopchuk, I.V. (2018). Influence of liming on the content of mobile compounds of microelements in podzolized black soils. *Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture*, 2018, Iss. 92, pp. 187–195. (in Ukrainian).
8. Hospodarenko, H., Karnaukh, O., Alexander, A. (2020). Trace elements and fertilizers in plant nutrition. Hospodarenko, H.M. (Ed.). Kamianets-Podilskyi: Ruta. 348 p. (in Ukrainian).
9. Hospodarenko, H. M., Prokopchuk, I.V. (2005). The impact of defecation at the background of long-term use of fertilizers on the phosphate regime of the soil in the links of the field crop rotation. *Collection of scientific works of Uman State Agrarian University*, 2005, Iss. 61, pp. 70–76. (in Ukrainian).
10. Hospodarenko, H. M., Prokopchuk, I. V. (2018). Transformation of acid-base soil parameters and calcium balance with different fertilizers and liming. *Agrobiolgy*, 2018, no. 1(138), pp. 144–150. (in Ukrainian).
11. Demydenko, O. V. (2020). Reproduction of black soil in the agrocenosis. Chornobai: Chornobaivske KPP. 108 p. (in Ukrainian).
12. Vyshnevskaya, L. V. et al. (2020). Soil fertility and productivity of sugar beet: monograph. Hospodarenko, H. M., Polturietskyi, S. P. (Eds.). Uman: Sochinskyi M. M., 178 p. (in Ukrainian).
13. Sypko, A., Strilets, O., Zatserkovna, N., Kostashchuk, M. (2017). Optimization of the physical and chemical properties of a typical leached slightly

acidic black soil using defecation obtained by a new technology. *Sugar Beets*, 2017, no. 1, pp. 11–13. (in Ukrainian).

14. Tkachenko., M, Kondratiuk, I., Borys, N. (2019). Chemical reclamation of acid soils. Vinnytsia: Tvory. 318 p. (in Ukrainian).

15. Hospodarenko, H., Liubych, V., Oliinyk, O., Polianetska, I., Silifonov, T. (2022). Influence of fertilization on the crop rotation productivity and the balance of essential nutrients in the soil. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 2022, Vol. 75(2), pp. 9919–9928.

16. Marschner, P. (2012) Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third edition. Elsevier Academic Press. Netherlands. 684 p.

### **Annotation**

***Hospodarenko H. M., Martyniuk A. T.***

***Agrochemical properties of soil and sugar beet productivity under different fertilizers and liming***

*The combination of the high level of soil fertility, optimal fertilization and highly productive hybrids of sugar beet is the basis for obtaining high sugar yields per crop area unit. Therefore, receiving objective data on changes in the agrochemical properties of soil and the reaction of sugar beet to different doses of lime and fertilizer systems in the conditions of long-term stationary field experiment is relevant.*

*The study was carried out in a stationary experiment (UAAS certificate №86) on the research field of Uman National University of Horticulture with geographic coordinates of 48°46'56.47"N and 30°14'48.51" E. The soil is classified as black podzolized heavy loamy on loess (according to FAO / WRB 2014 – Luvic Chernozems) and is characterized by low nitrogen content of lightly hydrolyzed compounds (by the method of Cornfield), increased content of mobile phosphorus compounds and high content of mobile potassium compounds (by Chyrykov method). The experiment was based on the four-field crop rotation (winter wheat, sugar beet, corn, peas) on three fields. The total lime dosage was calculated by the level of exchangeable acidity. A single dose of defecation mud containing 60 % CaCO<sub>3</sub> was 9.0 t/ha.*

*The issues of the productivity of sugar beet and complex effect of various doses of defecation 4.5 t/ha, 9.0 13.5 t/ha and mineral fertilizers on the agrochemical properties of black podzolized heavyloamy soil of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are considered. It is established that the use of black podzolized soil for growing field crops under different agrochemical loads changes the structure of the soil complex. The application of mineral fertilizers increases soil acidity by 0.2–0.3 pH<sub>KCl</sub> units over two rotations of the 4-field crop rotation, and hydrolytic acidity by 0.46–0.65 cmol/kg, which reduces soil saturation with bases from 87 to 81–82 % depending on the doses of fertilizers. Liming (9.0 t/ha of defecation) makes it possible to maintain these indicators at the initial level.*

*The nitrogen content of lightly hydrolyzed compounds after liming showed a tendency to improve the nitrogen regime of the soil. It also increases the content of mobile phosphorus compounds in the soil, and the content of mobile potassium compounds does not change significantly. Liming helps improve of the sugar beet productivity. The increase in the yield of root crops during the first two years after the action of defecation accounts for 10–18 %, depending on the dose of lime. At the*

*background of liming, the increase in the yield of root crops after applying potash fertilizers rises from 6 to 7–10 %. On average over two rotation cycles the payback of 1 kg of N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O fertilizers at the background of applying 9.0 t/ha of defecation in the experiment variant N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> increases from 29.3 to 43.3 kg of beets. Over two rotations cycles of the four-field crop rotation, the application of mineral fertilizers at the background of the aftereffect of defecation contributes to an increase in sugar harvest by 0.40–0.73 t/ha·(year), depending on the doses of fertilizers and lime.*

**Key words:** *sugar beet, blackpodzolized soil, defecation, mineral fertilizers, agrochemical properties of soil*

УДК: 116.502.7

DOI: 10.31395/2415-8240-2022-100-1-155-160

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТРАНЗИТНОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ МОЛОЧНОГО ЖИРУ**

**В. Г. ФЕДОРОВ**, доктор технічних наук,

**О. І. КЕПКО**, кандидат технічних наук,

Уманський національний університет садівництва

**В. М. КЕПКО**, кандидат економічних наук,

Білоцерківський національний аграрний університет

*У технологічних розрахунках користуються так званою ефективною теплоємністю молочних продуктів, до якої може входити змінення ентальпії за рахунок теплоти фазових перетворень окремих компонентів продукту, користування правилом адитивності при цьому може привести до істотних похибок. Застосування метода транзитної калориметрії, що викладається в даній статті, дає можливість поглибити знання про розмитий фазовий перехід у молочних продуктах, уточнити інформацію про технологічні і теплофізичні характеристики продуктів, встановити між ними зв'язок, зменшити витрати енергетичних і матеріальних ресурсів на одиницю готової продукції, виявляти фальсифіковані молочні продукти. Результатом роботи є визначення ймовірних кількісних характеристик теплоємності молочного жиру загальної, та за рахунок фазових перетворень, частки твердої фази, їх розмитості та гістерезису.*

**Ключові слова:** *молочний жир, теплоємність, фазовий перехід, транзитна калориметрія, термоелектричний термостат, тепломір.*

**Постановка проблеми.** Технології переробки, транспортування та зберігання молочних продуктів вимагають великих затрат різних видів енергії і матеріальних ресурсів. Своєчасна і точна інформація щодо технологічних і теплофізичних характеристик сировини, проміжних і готових продуктів під час рецептурних, технологічних і процесних розрахунків, а також безпосередньо