

УДК 631.81.84:631.86.862

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.20>

ВПЛИВ СИСТЕМИ NO-TILL ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО СЛАБОСЛОНЦЮВАТОГО В ПОСІВАХ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Цвей Я.П. – д.с-г.н., професор, завідувач лабораторії
агроєкомоніторингу та проблем землеробства,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України

Мирошниченко М.С. – молодший науковий співробітник

лабораторії агроєкомоніторингу та проблем землеробства,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

Мета. Вивчити вплив no-till обробітку ґрунту на агрохімічний і фізико-хімічний стан чорноземів типових слабослонцюватих у посівах кукурудзи та пшениці озимої. **Метод.** Польовий, лабораторний, статистичний. **Результати.** В умовах Лівобережного Лісо-степу в зоні недостатнього зволоження були проведені дослідження по впливу no-till обробітку ґрунту на агрохімічний і фізико-хімічний стан чорноземів типових слабослонцюватих у посівах кукурудзи та пшениці озимої. Установлено, що використання різних систем обробітку ґрунту впливало на перерозподіл елементів живлення в орному й підорному шарі ґрунту. Кількість органічної речовини в орному шарі ґрунту не мала істотного зростання за використання no-till обробітку ґрунту порівняно з оранкою. Вміст лужногідролізованого азоту й мінерального азоту мав переваги за використання оранки, як і рухомі фосфати та обмінний калій, які зосереджувались за no-till у верхніх шарах ґрунту, а за використання оранки були рівномірно розподілені по орному шарі ґрунту. **Висновки.** В посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно в шарі 0-10 см кількість гумусу за використання no-till обробітку ґрунту становила відповідно 4,79% і 4,30%, тоді як за оранки – 4,87 і 4,31%. У посівах кукурудзи вміст гумусу в орному шарі за використання оранки був більшим на 0,23% порівняно з no-till обробітком ґрунту, що становило 4,16%. Лужногідролізований азот у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно мав переваги порівняно з no-till обробітком ґрунту в шарі 0-30 см на 20,01 та 14,44 мг/кг ґрунту. Кількість рухомих фосфатів у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно за використання no-till обробітку ґрунту в орному шарі становила 45,78 та 47,66 мг/кг, що було на рівні оранки. Обмінного калію – відповідно 132,89 та 122,22 мг/кг ґрунту, що поступалось оранці. Тому використання оранки сприяє кращій доступності елементів живлення.

Ключові слова: гумус, лужногідролізований азот, мінеральний азот, рухомий фосфор, обмінний калій, оранка, no-till, кукурудза на зерно, озима пшениця.

Tsvei Ya.P., Myroshnychenko M.S. Effect of no-till tillage system on the formation of weakly alkaline chernozem fertility in winter wheat and maize crops

Research goal. To study the influence of no-till on the agrochemical and physicochemical state of typical weakly alkaline chernozem in maize and winter wheat crops. **Methods.** Field, laboratory, statistical. **Results.** The research on the influence of no-till on the agrochemical and physicochemical condition of typical weakly alkaline chernozem in maize and winter wheat was carried out in the Left-Bank Forest-Steppe in the zone of insufficient soil moisture. It was found that the use of different tillage systems affected the redistribution of nutrients in the ploughed and sub-ploughed soil layer. The amount of organic matter in the ploughed soil layer did not increase significantly with the practice of no-till compared to ploughing. The content of alkaline hydrolyzed nitrogen and mineral nitrogen, as well as mobile phosphates and exchange potassium, had advantages with ploughing because under no-till the elements concentrated in the upper layer of the soil, while under plowing, they were evenly distributed in the arable layer of the soil. **Conclusions.** In the crops of winter wheat and maize for grain, in the 0-10 cm soil layer, the content of humus under no-till was 4.79% and 4.30%, respectively, while under ploughing – 4.87 and 4.31%. In maize crops, humus content in the ploughed soil layer under

ploughing was higher by 0.23% compared to no-till, where it was 4.16%. Alkaline hydrolyzed nitrogen in winter wheat and maize crops had advantages with no-till in a layer of 0–30 cm by 20.01 and 14.44 mg/kg of soil, respectively. The content of mobile phosphates in winter wheat and maize for grain under no-till in the ploughed layer was 45.78 and 47.66 mg/kg, respectively, which was at the level of ploughing. The content of exchange potassium, respectively, was 132.89 and 122.22 mg/kg of soil, which was inferior to ploughing. Thus, ploughing contributes to better availability of plant nutrients.

Key words: *humus, hydrolyzed nitrogen, mineral nitrogen, mobile phosphorus, exchange potassium, ploughing, no-till, maize for grain, winter wheat.*

Постановка проблеми. Для підвищення родючості чорноземних ґрунтів потрібно враховувати баланс як поживних речовин, так і гумусу, що можна досягнути шляхом оптимізації системи удобрення й системи обробітку ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Родючість чорноземних ґрунтів в умовах Лівобережного Лісостепу України залежить як від системи удобрення й обробітку ґрунту, так і від структури сівозміни [1, с. 484]. Найбільш вагомий вплив на відтворення вмісту гумусу має органо-мінеральна система удобрення, яка охоплює використання гною на фоні мінеральної системи удобрень переважно під просапні культури в сівозміні [2, с. 328; 3, с. 16-21; 4, с. 14-17].

У сучасних умовах, які склались, широко використовують у сівозміні заорювання післяжнивних решток на фоні мінеральної системи удобрення, що за наявності бобових культур у сівозміні спричинює позитивний баланс умісту гумусу [2, с. 328]. Поряд із використанням систем удобрення значний вплив на мінералізацію й гуміфікацію органічної речовини у ґрунті має система обробітку ґрунту, яка має враховувати структуру сівозмін, кількість просапних і зернових культур [3, с. 16-21; 5, с. 297; 6, с. 163-173].

У дослідженнях немає єдиної думки щодо впливу способів обробітку ґрунту на стабілізацію вмісту гумусу, в окремих дослідженнях за проведення безполіцевого обробітку ґрунту спостерігається зниження вмісту гумусу порівняно до оранки, в інших спостерігається його зростання порівняно до оранки. За проведення безполіцевого обробітку ґрунту підвищення вмісту гумусу спостерігається у верхніх (0-10 та 10-20 см) шарах ґрунту і зниження – в нижніх шарах. Використання різноглибинної оранки в сівозміні сприяє підвищенню вмісту гумусу у всьому орному шарі. В сучасних агроєкосистемах широко використовують no-till обробіток ґрунту, що впливає на гуміфікацію органічної речовини й підвищує вміст гумусу у верхніх шарах ґрунту [7, с. 18-24; 8, с. 16-18; 9, с. 200].

Система обробітку ґрунту й застосування елементів живлення сприяє підвищення вмісту мінерального азоту і його перерозподілу в орному шарі [10, с. 914-921]. Система застосування азотних добрив повинна компенсувати винос азоту культурами сівозміни [2, с. 328; 3, с. 16-21]. За умов застосуванні органо-мінеральної системи удобрення зростає вміст лужногідролізованого й мінерального азоту у ґрунті, на фоні органічних добрив спостерігається іммобілізація азоту ґрунтовою мікрофлорою, але це зменшує доступність його для рослин [1, с. 484].

Уміст рухомого фосфору залежить від застосування системи удобрення. Найбільший його вміст спостерігається на фоні застосування органічних і мінеральних добрив. Доступність рослин фосфору залежить від способів обробітку ґрунту, за умов унесення фосфорних добрив під час сівби сільськогосподарських культур фосфати концентруються у верхньому шарі ґрунту, що підвищує їх уміст, але за високих температур знижується їх доступність рослинам, що особливо важливо в зоні Лівобережного Лісостепу через підвищене використання фосфору рослинами [2, с. 328; 11, с. 476].

Кількість обмінного калію зростає на фоні удобрення, за мінералізації органічних добрив, рослинних решток, що значною мірою залежить від системи обробітку ґрунту. Для зони недостатнього зволоження і провінції чорноземів слабосолонцюватих характерний перехід калію з рухомого в необміннофіксований стан, що обумовлено особливостями ґрунтово-вбирного комплексу. Тому забезпечення чорноземних ґрунтів калієм має важливе значення в системі збереження та відтворення чорноземних ґрунтів [2, с. 328; 12, с. 24-41].

Постановка завдання. Мета статті – установити вплив системи no-till обробітку ґрунту на формування родючості чорнозему типового слабосолонцюватого в посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводились в умовах недостатнього зволоження зони Лівобережного Лісостепу України в селянському фермерському господарстві «Дослідне» Семенівського району, Полтавської області упродовж 2017-2019 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем слабосолонцюватий, орний шар ґрунту – мав такі агрохімічні показники: рН сольової витяжки – 7,1-7,5; гумус за Тюрнімом – 4,2-4,6%, лужногідролізованого азоту – 130-140 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору та обмінного калію (за Мачигінімом) 45,8-54,1 і 151,6-174,2 мг/кг ґрунту відповідно. Схемою дослідження передбачалось установити вплив системи no-till обробітку ґрунту на формування родючості чорнозему типового слабосолонцюватого в посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно. Під посів озимої пшениці вносили $N_{45} P_{45} K_{45}$, а під кукурудзу на зерно – $N_{60} P_{60} K_{60}$.

Спостереження проводились у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно, де відбирали ґрунтові зразки на кінець вегетації сільськогосподарських культур. До завдань дослідження входило визначення вмісту гумусу за ДСТУ 4289:2004, лужногідролізованого азоту за ДСТУ 7863:2015, мінерального азоту за ДСТУ 1425:2005, рухомого фосфору та обмінного калію за ДСТУ 4114:2002, що дозволяло найбільш повно оцінити формування родючості ґрунту.

Результати дослідження та їх обговорення. Гумус як основний показник родючості ґрунту залежить як від системи удобрення, так і від обробітку ґрунту [2, с. 328; 12, с. 24-41]. Дослідження показали, що під час вирощування озимої пшениці в орному (0-30 см) шарі ґрунту вміст гумусу становив за умов оранки 4,57%, тоді як за no-till – 4,60%. В 0-10 см шарі ґрунту за умов оранки було 4,87%, що на 0,08% перевищувало no-till, а в шарах ґрунту 10-20 та 20-30 см за використання оранки спостерігалось 4,65 та 4,18% гумусу, що поступалось no-till технології на 0,07 та 0,11% (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст гумусу в чорноземі слабосолонцюватому, СФГ «Дослідне»,
Семенівський р-н, Полтавської обл., 2017-2019 рр.,%**

Культура	Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту	
		оранка	no-till обробіток
Озима пшениця	0-10	4,87	4,79
	10-20	4,65	4,72
	20-30	4,18	4,29
	0-30	4,57	4,60
	30-60	3,43	3,57

Продовження таблиці 1

Нір 0,5	0-30	0,37	
	30-60	0,29	
Кукурудза на зерно	0-10	4,31	4,30
	10-20	4,51	3,99
	20-30	3,67	3,50
	0-30	4,16	3,93
	30-60	3,24	3,16
Нір 0,5	0-30	0,33	
	30-60	0,26	

У посівах кукурудзи на зерно як в орному, так і в підорному шарі ґрунту вміст гумусу був вище за використання оранки, що становило 4,16 та 3,24%, тоді як за no-till технології – 3,93 та 3,16%. У верхньому (0-10 см) шарі гумус був на одному рівні незалежно від обробітку – 4,30-4,31%. У шарах ґрунту 10-20 та 20-30 см за використання оранки він досягав 4,51 та 3,67%, що перевищувало no-till на 0,52 та 0,17% відповідно (табл. 1). Це можна пояснити тим, що за умов застосування no-till обробітку ґрунту у верхньому шарі ґрунту спостерігаються процеси дегуміфікації внаслідок посилення мінералізації органічних решток, що не сприяє зростанню гумусу.

Уміст сполук азоту у ґрунті значною мірою залежить від системи удобрення й обробітку ґрунту, наявність органічних добрив сприяє зростанню як лужногідролізованого, так і мінерального азоту, особливо на високобуферних ґрунтах у зоні недостатнього зволоження [7, с. 163-173; 10, с. 914-921]. Так, у посівах озимої пшениці вміст лужногідролізованого азоту в орному (0-30 см) шарі був більшим за використання оранки на 20,01 мг/кг порівняно до no-till обробітку, що становило 137,45 мг/кг. У верхніх шарах ґрунту (0-10; 10-20 та 20-30 см) його вміст за використання оранки досягав 148,67; 139,67 та 124,0 мг/кг ґрунту відповідно, що перевищувало no-till обробіток ґрунту на 21,0; 18,34 та 20,67 мг/кг. У підорному шарі за оранки вміст азоту досягав 105,67 мг/кг, тоді як за no-till – 96,0 мг/кг (табл. 2).

Така ж закономірність спостерігалась у посівах кукурудзи на зерно, де вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі за використання оранки становив 134,11 мг/кг, що перевищувало no-till на 14,44 мг/кг ґрунту, а в підорному шарі – 112,0 мг/кг, що було більше на 8,33 мг/кг ґрунту. У верхніх (0-10; 10-20 та 20-30 см) шарах ґрунту вміст лужногідролізованого азоту був більшим за використання оранки – 140,33; 135,67 та 126,33 мг/кг, що переважало no-till обробіток на 19,33; 12,67 та 11,33 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Уміст мінерального азоту під час вирощування озимої пшениці в орному шарі ґрунту був більшим за використання оранки, що становило 20,69 мг/кг та 15,30 мг/кг ґрунту в підорному шарі, що перевищувало no-till обробіток на 5,07 та 4,47 мг/кг відповідно. У верхніх шарах ґрунту кількість мінерального азоту за використання оранки в шарі 0-10 см становила 22,87 мг/кг; у 10-20 і 20-30 см шарах – 21,03 та 18,17 мг/кг, що було більше за no-till на 17,67; 27,1 та 30,1% (табл. 2).

Перевага оранки спостерігалась у посівах кукурудзи на зерно, де вміст мінерального азоту за використання оранки в орному (0-30 см) шарі ґрунту становив 18,86 мг/кг, тоді як за no-till було 14,79 мг/кг. Відповідно у верхніх шарах ґрунту за умов оранки в 0-10; 10-20 та 20-30 см спостерігали 21,17; 18,40 та 17,0 мг/кг

Таблиця 2

**Уміст азоту в посівах сільськогосподарських культур
на кінець їх вегетації, СФГ «Дослідне», Семенівський р-н,
Полтавської обл., 2017-2019 рр., мг/кг ґрунту**

Культура	Обробіток ґрунту	Шар ґрунту, см	Лужногідролізований азот	Мінеральний азот
Озима пшениця	оранка	0-10	148,67	22,87
		10-20	139,67	21,03
		20-30	124,00	18,17
		0-30	137,45	20,69
		30-60	105,67	15,30
	no-till обробіток	0-10	127,67	18,83
		10-20	121,33	15,33
		20-30	103,33	12,70
		0-30	117,44	15,62
		30-60	96,00	10,83
Нір 0,5		0-30	10,67	1,57
		30-60	8,35	1,15
Кукурудза на зерно	оранка	0-10	140,33	21,17
		10-20	135,67	18,40
		20-30	126,33	17,00
		0-30	134,11	18,86
		30-60	112,00	14,20
	no-till обробіток	0-10	121,00	17,17
		10-20	123,00	14,77
		20-30	115,00	12,43
		0-30	119,67	14,79
		30-60	103,67	10,37
Нір 0,5		0-30	10,53	1,44
		30-60	8,9	1,07

ґрунту, за no-till обробітку – зниження мінерального азоту на 4,0; 3,63 та 4,57 мг/кг. У варіанті з використанням оранки відбувалась міграція сполук мінерального азоту, відповідно до чого у 30-60 см шарі спостерігалось 14,2 мг/кг, тоді як за no-till – 10,37 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Формування фосфатного фонду чорнозему слабосолонцюватого залежить від системи удобрення та обробітку ґрунту [2, с. 328; 11, с. 476]. Під час вирощування озимої пшениці вміст рухомого фосфору за оранки в орному (0-30 см) шарі ґрунту досягав 46,33 мг/кг, що було на рівні no-till обробітку. Водночас у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту за використання оранки було помічено 49,0 мг/кг рухомого фосфору, що поступалося no-till на 3,33 мг/кг, а в нижніх шарах (10-20 і 20-30 см) перевага була за оранкою, де кількість фосфатів становила 48,67 та 41,33 мг/кг ґрунту, тоді як за no-till – 47,0 та 38,00 мг/кг. Таким чином, за використання no-till технології дещо більший вміст рухомого фосфору спостерігається у верхніх шарах ґрунту, а в підорному (30-60 см) шарі ґрунту він урівноважується і становить 32,0 мг/кг ґрунту за умови використання оранки та 33,33 мг/кг за no-till технології (табл. 3).

Таблиця 3

**Уміст фосфору та калію в посівах сільськогосподарських культур
на кінець їх вегетації, СФГ «Дослідне», Семенівський р-н,
Полтавської обл., 2017-2019 рр., мг/кг ґрунту**

Культура	Обробіток ґрунту	Шар ґрунту, см	Рухомий фосфор	Обмінний калій
Озима пшениця	оранка	0-10	49,00	181,67
		10-20	48,67	151,67
		20-30	41,33	113,33
		0-30	46,33	148,89
		30-60	32,00	105,00
	No-till обробіток	0-10	52,33	153,67
		10-20	47,00	131,67
		20-30	38,00	113,33
		0-30	45,78	132,89
		30-60	33,33	87,67
Нір 0,5		0-30	3,77	11,7
		30-60	2,66	8,1
Кукурудза на зерно	оранка	0-10	56,67	179,33
		10-20	47,00	158,33
		20-30	44,67	110,00
		0-30	49,45	149,22
		30-60	33,00	101,67
	No-till обробіток	0-10	55,33	146,67
		10-20	46,33	123,33
		20-30	41,33	96,67
		0-30	47,66	122,22
		30-60	31,33	83,33
Нір 0,5		0-30	3,98	11,47
		30-60	2,64	7,81

Під час вирощування кукурудзи на зерно за умови застосування оранки в орному (0-30 см) шарі ґрунту вміст рухомого фосфору досягав 49,45 мг/кг, тоді як за використання no-till технології він становив 47,66 мг/кг ґрунту. У верхніх (0-10; 10-20 і 20-30 см) шарах ґрунту вміст рухомого фосфору за умови застосування оранки становив 56,67; 47,0 та 44,67 мг/кг ґрунту, тоді як за no-till обробітку ґрунту його кількість була на рівні 55,33; 46,33 та 41,33 мг/кг ґрунту. У підорному шарі ґрунту за таких систем обробітку вміст рухомих фосфатів досягав 33,0 та 31,33 мг/кг (табл. 3).

Отже, рухомі фосфати за no-till технології зосереджуються більше в шарі 0-10 см і менше переміщуються в орному шарі ґрунту.

Уміст обмінного калію в чорноземі слабосолонцюватому залежить від обробітку ґрунту та системи удобрення [2, с. 328; 12, с. 24-41]. Так, під час вирощування озимої пшениці за умови використання оранки вміст обмінного калію в орному (0-30 см) шарі ґрунту становив 148,89 мг/кг ґрунту, що перевищувало no-till обробіток на 16,0 мг/кг ґрунту. Така ж закономірність спо-

стерігалась у верхньому шарі ґрунту, де за використання оранки спостерігали в 0-10 і 10-20 см – 181,67 та 151,67 мг/кг ґрунту, що мало переваги від по-till обробітку ґрунту на 28,0 та 20,0 мг/кг ґрунту відповідно. У шарі 20-30 см уміст обмінного калію становив 113,33 мг/кг ґрунту, що було на рівні по-till обробітку. В підорному (30-60 см) шарі ґрунту за використання оранки кількість обмінного калію становила 105,0 мг/кг ґрунту, що переважало рівень за технологією по-till обробітку на 17,33 мг/кг (табл. 3).

Вирощування кукурудзи на зерно за умови застосування оранки забезпечило вміст обмінного калію в орному (0-30 см) шарі на рівні 149,22 мг/кг, що перевищувало по-till обробіток на 27,0 мг/кг ґрунту. У верхніх шарах ґрунту (0-10; 10-20 і 20-30 см) його вміст становив 179,33; 158,33 та 110,0 мг/кг ґрунту, що мало значні переваги перед по-till обробітком ґрунту відповідно на 32,36; 35,0 та 13,33 мг/кг ґрунту. В підорному 30-60 см шарі ґрунту кількість обмінного калію становила 101,67 мг/кг, що перевищувало по-till обробіток на 18,34 мг/кг (табл. 3).

Отже, обмінний калій за використання оранки рівномірно розповсюджений в орному шарі, що пояснюється кращим перемішуванням шару ґрунту, чого не спостерігається за використання по-till технології, де відбувається його зосередження у верхніх шарах.

Висновки і пропозиції. На чорноземах типових слабосолонцюватих кількість гумусу в посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно в шарі 0-10 см за використання по-till обробітку ґрунту становила відповідно 4,79% і 4,30%, тоді як за оранки – 4,87 і 4,31%. У посівах кукурудзи вміст гумусу в орному шарі за використання оранки становив 4,16%, що мало переваги на 0,23% порівняно з по-till обробітком ґрунту.

Лужногідролізований азот у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно мав переваги порівняно з по-till обробітком ґрунту в шарі 0-30 см на 20,01 та 14,44 мг/кг ґрунту, що становило 137,45 і 134,11 мг/кг ґрунту.

Кількість рухомих фосфатів у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно за використання по-till обробітку ґрунту в орному шарі було на рівні оранки й досягало відповідно 45,78 та 47,66 мг/кг.

Уміст обмінного калію в орному шарі ґрунту за використання оранки становив 148,89 та 149,22 мг/кг ґрунту, що було на 10,75 і 18,09% більше від по-till обробітку ґрунту. Тому використання оранки сприяє кращій доступності елементів живлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Демиденко О.В., Бойко П.І., Блащук М.І., Шаповал І.С., Коваленко Н.П. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу. Сміла, 2019. 484 с.
2. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах. Київ : ЦП «Компрінт», 2016. 328 с.
3. Цюк О.А. Вплив систем землеробства на родючість чорнозему типового в Лісостепу. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 16-21.
4. Ременюк Ю.О. Вплив тривалого обробітку ґрунту на родючість чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 11. С. 14-17.
5. Циліорик О.І. Система мульчувального обробітку ґрунту в сівозмінах Північного Степу. Львів-Дніпро : «Новий Світ-2000», 2019. 297 с.
6. Мартиненко В.М. Врожайність культур і родючість чорнозему типового за різного удобрення та обробітку. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58(1). С. 163-173.

7. Власенко А.Н., Власенко Н.Г. Влияние технологии no-till на содержание питательных элементов в черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири. *Земледелие*. 2016. № 3. С. 18-24
 8. Власенко А.Н.; Власенко Н.Г.; Коротких Н.А. Перспективы no-till технологии в Сибири. *Земледелие*. 2014. № 1. С. 16-18.
 9. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах. Харків, 2010. 200 с.
 10. deCarvalho A.M.; Marchao R.L.; Souza K. W.; Bustamante M.M.D. Soil fertility status, carbon and nitrogen stocks under cover crop and tillage regimes. *Revista ciencia agronomica*. 2014. Vol. 45. №: 5. P. 914-921 doi.org/10.1590/S1806-66902014000500007.
 11. Носко Б.С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків : ФОП Бровін О.В., 2017. 476 с.
 12. Karlen D. L., Kovar J. L., Cambardella C. A., Colvin T. S. Thirty-year tillage effects on crop yield and soil fertility indicators. *Soil & tillage research*. 2013. Vol. 130. P. 24-41. doi.org/10.1016/j.still.2013.02.003.
-