

ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ НА АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

В.М. Мартиненко, директор Сумської філії ДУ «Держгрунтохорона»

Н.К. Сенченко, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

М.Г. Собко, к.с.-г.н., доцент, Сумський інститут сільського господарства Північного Сходу НААНУ

Наведено результати досліджень, в яких вивчалась ефективність застосування сидератів, побічної продукції та помірних і рекомендованих норм мінеральних добрив у короткоротаційній сівозміні на фоні оранки та поверхневого обробітку ґрунту. Встановлено позитивну дію застосування сидератів та побічної продукції на стабілізацію вмісту гумусу, збільшення запасів легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору та обмінного калію в орному шарі ґрунту на глибині 0-40 см. Застосування сидератів, побічної продукції і мінеральних добрив збільшувало обмінну кислотність ґрунтового розчину особливо по оранці.

***Ключові слова:** удобрення, побічна продукція, сидерати, обробіток ґрунту, гумус, рухомі форми фосфору, обмінний калій, обмінна кислотність.*

Постановка проблеми. Розробити теоретичні основи маловитратних еколого-безпечних технологій застосування агрохімікатів з використанням місцевих сировинних ресурсів при застосуванні різних способів основного обробітку ґрунту.

Аналіз літературних джерел. Сучасне землеробство стоїть перед необхідністю переходу до нових ресурсозберігальних технологій вирощування культур, в яких широко використовується принцип мінімізації технологічних операцій, впроваджуються елементи біологічного землеробства з використанням в якості добрива соломи та іншої побічної продукції на фоні внесення невисоких норм мінеральних добрив. Технології з мінімалізацією обробітку не тільки економлять ресурси, але й, що не менш важливо, дають можливість всі необхідні технологічні операції зробити вчасно.

За даними ННЦ «Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» найбільш економічно вигідним є застосування добрив при ресурсозберігаючій системі землеробства. Ця система передбачає комплексне використання в сівозміні, по-перше, мінімально-оптимальних доз хіміко-техногенних ресурсів – мінеральних

добрив, які забезпечують максимальну окупність при умові правильного вибору способу і технології їх застосування, і, по-друге, залучення в біологічний кругообіг поживних речовин вторинної продукції рослинництва, сидератів. При удосконаленій технології застосування мінеральних добрив показано їхнє внесення малими дозами під посівну культивуацію, внесення складних мінеральних добрив у рядки технічних культур під час сівби, перше ранньовесняне та друге під час вегетації під озиму пшеницю. Технологія забезпечує до 30 % економії мінеральних добрив та енергоресурсів, підвищення до 35 % їхньої окупності.

Важливою умовою раціонального використання добрив є впровадження сівозмін. Ефективність організаційних і мінеральних добрив у сівозміні значно вища, ніж при безплановому чергуванні культур. У сівозміні створюються кращі умови для використання рослинами добрив. При цьому, як правило, спостерігається менша засміченість поля бур'янами, послаблюється пошкодження рослин специфічними шкідниками та хворобами. Ефективність дії добрив залежить від системи застосування їх у сівозміні.

Зменшення поголів'я тварин не забезпечує

потреб виробництва і внесення рекомендованих доз органічних добрив. Тому необхідно використовувати всі наявні можливості і місцеві ресурси. Залучення до біологічних кругообігу традиційних і нових видів органічних відходів є одним зі шляхів ресурсозбереження та поліпшення екологічного стану довкілля.

Враховуючи вище наведене, можна стверджувати, що в умовах значного зменшення обсягів виробництва та внесення гною і мінеральних добрив в усіх зонах України зростає значення застосування сидеральних добрив, солом озимих і ярих культур, іншої побічної продукції як дієвого фактора відтворення органічної речовини в ґрунті, поліпшення агрофізичних та агрохімічних властивостей, а також підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Мета досліджень – вивчити закономірність динаміки показників основних агрохімічних властивостей чорнозему типового крупнопилувато-середньосуглинкового у чотирипільній короткоротаційній сівоzmіні в залежності від способу обробітку ґрунту під впливом органічних добрив, в якості яких застосовували сидерати і побічну продукцію та помірні норми мінеральних добрив.

Умови та методика досліджень. Метеорологічні умови трирічного періоду досліджень були в цілому задовільними для росту і розвитку культур сівоzmіни.

Весняний період (березень-квітень) за роками за гідротермічними умовами дещо різнилися: умови 2008 року можна характеризувати як теплі і вологі, 2009 року – теплі і середні, а 2010 – теплі і сухі. Літній період

за період проведення досліджень можна охарактеризувати як: у 2010 році – жаркий та недостатньо зволожений, у 2008 та 2009 роках – теплий і нормально зволожений.

Ґрунтовий покрив дослідного поля, де проводилися дослідження, представлений чорноземом типовим глибоким середньо гумусним крупнопилувато-середньосуглинковим на карбонатному лесі. Глибина гумусного горизонту 40-46 см, гумусової частини профілю 127-132 см, вміст гумусу у шарі 0-20 см до 5 %, ємність вбирання 28,1, гідролітична кислотність 3,7 мг-екв./100 г ґрунту, $pH_{\text{сол.}}$ 5,3, $pH_{\text{вод.}}$ 6,8, вміст загального азоту 0,26 %, валового фосфору 0,18 %, легкогідролізованого азоту за Корнфілдом 11,2 мг/100 г ґрунту, рухомих P_2O_5 і K_2O за Чириковим 19,0 і 10,6 мг/100 г ґрунту. Гранулометричний склад ґрунту характеризується такими показниками: фізичної глини 49,1-52,1 %, мулу 23,4-25,5 %.

Науково-дослідні роботи проводились за загальноприйнятими методиками в умовах Сумського району Сумської області.

Дослід був закладений у 2005 році на дослідному полі Сумського інституту агропромислового виробництва НААНУ. В досліді вивчалася чотирипільна зернобурякова сівоzmіна, де попередником озимої пшениці був сидеральний пар (еспарцет).

Варіанти систем удобрення, які передбачають вивчення ефективності сидератів (сидеральний еспарцетовий пар під озиму пшеницю) і побічної продукції рослинництва (солома озимої пшениці під цукрові буряки, гичка буряків під ячмінь з підсівом еспарцету), представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліду

№ варіанту	Способи удобрення	Чергування культур сівоzmіни			
		Сидеральний пар (еспарцет)	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету
1	Основне	-	-	-	-
	Припосівне	-	-	-	-
	Підживлення	-	-	-	-

2	Основне	-	Сидерат (еспарцет)	Солома пшениці + N ₁₀ /т соломи	Гичка буряків
	Припосівне	-	-	-	-
	Підживлення	-	-	-	-
3	Основне	-	-	-	-
	Припосівне	-	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅
	Підживлення	-	N ₃₀	N ₃₀ + N ₃₀	N ₃₀
4	Основне	-	-	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	-
	Припосівне	-	-	-	-
	Підживлення	-	-	-	-

Результати досліджень. Застосовуючи добрива, можна впливати на кількісний і якісний склад гумусу. При тривалому і систематичному застосуванні органічних і мінеральних добрив у ґрунті помітно збільшується вміст органічної речовини. Ступінь накопичення органічної речовини в ґрунті залежить від норм внесення органічних добрив, сівозміни і ґрунтово-кліматичних особливостей зони.

В досліді в якості органічних добрив використовуються сидерати та побічна продукція с.-г. культур.

Розглядаючи запаси гумусу в короткоротаційній сівозміні при оранці спостерігаємо, що вони були стабільними на контролі без застосування добрив (варіант 1) та при застосуванні сидератів та соломи з додаванням 10 кг/т азоту в діючій речовині

(варіант 2) як в орному шарі ґрунту 0-25 см, так і в шарі ґрунту 0-40 (табл. 2).

Кореневі рештки озимої пшениці і ячменю виділяються вищим вмістом лігніну, а еспарцету – вмістом геміцелюлози і клітковини. Склад корневих решток цукрових буряків відрізняє високий вміст запасних речовин (цукрів і крохмалю) та низький вміст клітковини та лігніну, тобто в порівнянні з озимою пшеницею і еспарцетом кореневі рештки цукрових буряків мають чітко виражений легкоомобільний склад.

Застосування помірних норм мінеральних добрив (варіант 3) та рекомендованих норм мінеральних добрив N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ під цукровий буряк по оранці (варіант 4) збільшило мінералізацію гумусу, що привело до зменшення запасів гумусу в орному та підорному шарах ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2

Запаси гумусу (т/га) в залежності від системи удобрення та основного обробітку ґрунту (середнє за 2008-2010 роки)

Варіанти	Глибина відбору, см	Культури					Культури				
		Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну	Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну
		Оранка					Поверхневий обробіток				
1	0-25	172	169,7	166,3	172,4	170,1	164,9	161,6	164,7	166	164,3
	0-40	249,3	246,7	242	247,5	246,4	232,4	235,4	238,2	242	237
2	0-25	171,1	171,7	167,5	170,9	170,3	166,2	163,7	159,7	167,1	164,2

	0-40	246,4	248	242,4	246,9	245,8	241,1	239	234,1	244,3	239,6
3	0-25	165,4	167,1	161,7	167,5	165,4	164,2	164,4	165	165,1	164,7
	0-40	240,3	237,2	231,1	239,1	237	235,8	235,1	235,9	236,7	236
4	0-25			163,3		163,3			166		166
	0-40			236,8		236,8			240,4		240,4

При поверхневому обробітку ґрунту запаси гумусу менші по всіх варіантах дослідів як в орному, так і в шарі ґрунту 0-40 см в порівнянні з оранкою.

При поверхневому обробітку ґрунту застосування помірних та рекомендованих норм мінеральних добрив не спричинило зменшення запасів гумусу в орному та шарі ґрунту 0-40 см (табл. 2).

Азотний фонд ґрунту складається з органічних та мінеральних сполук азоту, що містяться в ґрунті, і залежить від швидкості мінералізації органічних речовин.

Легкогідролізований азот ґрунту є резервом для поповнення мінеральних форм азоту. Він складається з NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , амідів і амінокислот та характеризує забезпеченість ґрунту азотом протягом всього періоду вегетації.

В досліді запаси легкогідролізованого азоту при вирощуванні культур по оранці в орному шарі ґрунту змінювалися в межах 250,3-270,5 кг/га, в шарі ґрунту 0-40 см – 398,3-433,3 кг/га. Застосування сидерату та побічної продукції збільшило запаси легкогідролізованого азоту в орному шарі та в цілому на глибині 0-40 см (табл. 3).

Таблиця 3

Запаси легкогідролізованого азоту (кг/га) в залежності

від системи удобрення та основного обробітку ґрунту (середнє за 2008-2010 роки)

Варіанти	Глибина відбору, см	Культури					Культури				
		Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмін з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну	Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмін з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну
		Оранка					Поверхневий обробіток				
1	0-25	267,4	268,9	238,1	276	262,6	268,4	244	248	244	251,1
	0-40	443,4	431,9	373,1	442,2	422,6	437,1	386	398,1	392	403,3
2	0-25	276,3	280,7	257,8	267,3	270,5	268,8	259,5	255	257	260
	0-40	442,3	452,7	420,8	417,3	433,3	457,8	418,5	393	386	413,8
3	0-25	269,7	264,7	238,9	279,2	263,1	277,3	240,6	235,3	256,6	252,4
	0-40	420,7	417,7	391,9	421,2	412,8	460,3	380,6	360	400,6	400,3
4	0-25			250,3		250,3			238,1		238,1
	0-40			398,3		398,3			386,5		386,5

При поверхневому обробітку ґрунту запаси легкогідролізованого азоту зменшуються як в

орному, так і в цілому в шарі ґрунту 0-40 см, в порівнянні з вирощуванням культур по оранці в середньому на 10-30 кг/га.

Але при застосуванні сидератів та побічної продукції в якості органічних добрив запаси легкогідролізованого азоту були найбільшими як при оранці, так і при поверхневому обробітку ґрунту (табл. 3).

Тобто запаси легкогідролізованого азоту з одного боку залежать від запасів гумусу, а з іншого – від внесення органічних та мінеральних добрив.

При існуючому чергуванні культур в сівозміні запаси рухомих форм фосфору залежали як від

застосування органічних і мінеральних добрив, так і від попередника і урожайності с.-г. культур.

Запаси рухомих форм фосфору залежать в основному від застосування органічних та мінеральних добрив. Якщо на варіанті без внесення добрив по оранці запаси рухомих форм фосфору в середньому за сівозміну складали в орному шарі 333 кг/га, то при застосуванні сидератів та соломи – 377 кг/га (варіант 2), при внесенні помірних норм мінеральних добрив – 368 кг/га (варіант 3), а при внесенні рекомендованих норм мінеральних добрив – 397 кг/га (варіант 4). Таким же чином збільшувалися запаси рухомих форм фосфору в шарі ґрунту на глибині 0-40 см (табл.4).

Таблиця 4

**Запаси рухомих форм фосфору (кг/га) в залежності від системи удобрення
та основного обробітку ґрунту (середнє за 2008-2010 роки)**

Варіанти	Глибина відбору, см	Культури					Культури				
		Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну	Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну
		Оранка					Поверхневий обробіток				
1	0-25	363,4	233,6	382,2	353	333	296,5	264,7	302,3	262,4	281,5
	0-40	545,2	589,7	577,2	510,6	554,9	449,8	406,8	457,5	382,1	424
2	0-25	362,8	391,1	396,4	359,1	377,4	296,3	267,6	351,2	265,3	295,1
	0-40	546,4	612,1	601,5	537,3	574,3	446	406,5	505,1	385,5	435,8
3	0-25	349,1	384,8	379,5	361,1	368,6	298,3	258,5	304	273	283,5
	0-40	532	591,8	573,5	530,7	557	446,4	390	449,7	399,4	309,8
4	0-25			397,4		397			300,2		300,2
	0-40			603,4		603			446,1		446

Що стосується збільшення вмісту запасів рухомого фосфору під озимом пшеницею, яка висівалася після еспарцету, то це можна пояснити післядією цієї культури, так як її коріння виділяє фермент фосфатазу, яка відщеплює фосфати із органічних сполук.

Запаси рухомих форм фосфору, як показали

дослідження, змінювалися під впливом способів основного обробітку ґрунту. При поверхневому обробітку ґрунту вони були меншими за варіантами досліду на 52-97 кг/га в орному шарі ґрунту та на 130-248 кг/га в шарі ґрунту 0-40 см (табл. 4).

При поверхневому обробітку ґрунту запаси

рухомих форм фосфору змінюються в залежності від внесення органічних та мінеральних норм добрив за такою ж тенденцією, що є характерною при вирощуванні с.-г. культур по оранці (табл. 4).

Розглядаючи запаси обмінного калію за способом обробітку ґрунту, спостерігаємо, що під оранкою вони були більшими на 10-38 кг/га в орному шарі, та на 13-55 кг/га в шарі ґрунту 0-40 см (табл. 5).

Таблиця 5

**Запаси обмінного калію (кг/га) в залежності від системи удобрення
та основного обробітку ґрунту (середнє за 2008-2010 рр.)**

Варіанти	Глибина відбору, см	Культури					Культури				
		Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозмину	Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозмину
		Оранка					Поверхневий обробіток				
1	0-25	227,3	279,9	230,5	258,5	249	228,8	214,7	220,4	225,8	222,4
	0-40	345,7	411,4	338,4	385,1	370	352,6	320,7	328,3	335,8	334,4
2	0-25	236,4	292,3	236,7	253	254,6	237,9	218,1	219,2	225,4	225,1
	0-40	358,5	433,9	346,5	375,1	378,5	367,5	328,4	329	340	341,2
3	0-25	226,9	362,7	234,2	254,7	269,6	230,3	235,7	222	236,3	231,1
	0-40	347,9	443	341,3	373,7	376,5	253,7	347,3	331	355,4	321,9
4	0-25			236,6		236,6			225,5		225
	0-40			346,4		346,4			333,4		333

Найбільші запаси обмінного калію були при застосуванні помірних норм мінеральних добрив і під оранкою та при поверхневому обробітку ґрунту (варіант 3, табл. 5).

Збільшення запасів обмінного калію відбувалося за рахунок застосування добрив, сидератів та побічної продукції, а зменшення запасів цього елемента спостерігається при збільшенні виносу його урожаєм цукрового буряку (варіант 4, табл. 5).

Застосування органічних та мінеральних добрив по різному впливає на кислотність ґрунтового розчину. На контрольному варіанті без застосування добрив (варіант 1) в орному шарі ґрунту показник $pH_{\text{сол.}}$ склав 5,6 по оранці, та 5,7 при поверхневому обробітку ґрунту, а в шарі ґрунту 0-40 см – 6,0.

Заорювання сидератів та соломи зменшує показник $pH_{\text{сол.}}$, тобто збільшує кислотність ґрунтового розчину як по оранці, так і при поверхневому основному обробітку ґрунту (варіант 2, табл. 6). Це можна пояснити також підвищеною кислотністю корневих виділень еспарцету.

Внесення помірних та рекомендованих норм добрив (варіант 3, 4) впливає на підкислення ґрунтового розчину не тільки в орному шарі ґрунту, а і в шарі ґрунту 0-40 см. Особливо цей процес проявляється по оранці (табл. 6).

Підкислення ґрунтового розчину при внесенні мінеральних добрив пояснюється використанням фізіологічно кислих добрив – аміачної селітри, хлористого калію.

**Зміна показника рН в залежності від системи удобрення
та основного обробітку ґрунту (середнє за 2008-2010 рр.)**

Варіанти	Глибина відбору, см	Культури					Культури				
		Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну	Еспарцет	Озима пшениця	Цукрові буряки	Ячмінь з підсівом еспарцету	Середнє за сівозміну
		Оранка					Поверхневий обробіток				
1	0-25	5,6	5,4	5,6	5,8	5,6	5,7	5,5	5,6	6,0	5,7
	0-40	6,2	5,6	6,0	6,3	6,0	6,1	5,8	5,9	6,3	6,0
2	0-25	5,6	5,3	5,5	5,7	5,5	5,6	5,5	5,6	5,9	5,6
	0-40	6,0	5,6	5,9	6,1	5,9	6,1	5,7	6,0	6,4	6,0
3	0-25	5,6	5,4	5,4	5,5	5,4	5,8	5,6	5,6	6,0	5,7
	0-40	6,0	5,7	5,8	5,9	5,8	6,1	6,1	6,1	6,2	6,1
4	0-25			5,4		5,4			5,6		5,6
	0-40			5,8		5,8			6,0		6,0

Висновки.

1. За результатами досліджень на всіх культурах короткоротаційної зерно-просапної сівозміни застосування сидератів та побічної продукції сприяло стабілізації запасів гумусу в орному шарі 0-25 см та в цілому в шарі ґрунту 0-40 см. Внесення помірних та рекомендованих норм добрив збільшило мінералізацію гумусу та зменшило його запаси в орному шарі 0-25 см та в шарі ґрунту 0-40 см. При поверхневому обробітку ґрунту запаси гумусу менші по всіх варіантах дослідів як в орному, так і в шарі ґрунту 0-40 см в порівнянні з оранкою.

2. Застосування сидерату та побічної продукції збільшило запаси легкогідролізованого азоту в орному шарі та в цілому на глибині 0-40 см. При поверхневому обробітку ґрунту вони були меншими на всіх варіантах дослідів.

3. Запаси рухомих форм фосфору в основному залежали органічних і мінеральних добрив. При поверхневому обробітку ґрунту вони були меншими за варіантами дослідів на 52-97 кг/га в орному шарі та на 130-248 кг/га в шарі ґрунту 0-40 см.

4. Запаси обмінного калію під оранкою були більшими як в орному, так і в шарі ґрунту 0-40 см. Застосування сидератів, побічної продукції та

мінеральних добрив позитивно вплинуло на запаси обмінного калію як в орному шарі, так і в шарі 0-40 см.

5. Заорювання сидератів, побічної продукції та внесення мінеральних добрив збільшує обмінну кислотність ґрунтового розчину особливо по оранці.

Список використаної літератури:

1. Городній М. М. Агрохімія / М. М. Городній, А. В. Бикін, Л. М. Нечаєвська. – К., 2003. – 533 с.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / За ред. М. В. Зубця. – Аграрна наука, 2010. – 978 с.
3. Бойко П. І. Принцип побудови сівозмін в умовах земельної реформи / П. І. Бойко, В. О. Бородань, Л. І. Шиліна, Н. П. Коваленко // Вісник аграрної науки. – 2000. – Спец. вип. № 5. – С. 31-33.
4. Балаєв А. Д. Родючість чорноземів типових за довгострокового використання ґрунтозахисних технологій вирощування культур / А. Д. Балаєв, І. В. Євнак, Н. М. Маніжєвська // Агрохімія і ґрунтознавство. Харків, 2006. – Книга друга. – С. 8.
5. Медведєв В. В. Родючість і охорона ґрунтів / В. В. Медведєв, В. І. Кисіль // Вісник аграрної науки. – 2006. – Вип. 3-4. – С. 18.
6. Мартиненко В. М. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту на врожайність культур у сівозміні / В. М. Мартиненко // Вісник СНАУ, серія «Агрономія і біологія». Вип. 11, 2011. – С. 56.

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

В.М. Мартиненко, Н.К. Сенченко, Н.Г. Собко

Наведены результаты исследований, в которых изучалась эффективность использования сидератов, побочной продукции и умеренных и рекомендованных норм минеральных удобрений в короткоротационном севообороте на фоне вспашки и поверхностной обработки почвы. Установлено позитивное влияние использования сидератов и побочной продукции на стабилизацию содержания гумуса, увеличения запасов легкогидролизованного азота, подвижных форм фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы на глубине 0-40 см. Использование сидератов, побочной продукции и минеральных удобрений повышало обменную кислотность почвенного раствора, особенно по вспашке.

Ключевые слова: удобрения, побочная продукция, сидераты, обработка почвы, гумус, подвижные формы фосфора, обменный калий, обменная кислотность.

INFLUENCE OF FERTILIZERS AND METHODS FOR PRIMARY TREATMENT AGROCHEMICAL PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEMS

V.M. Martinenko, N.K. Senchenko, N.G. Sobko

The results of studies is shown about the effectiveness of using of green manure, by-products and moderate and recommended rates of mineral fertilizers in crop rotation on short rotation background plowing the soil and surface treatment. The positive impact of the use of green manure and by-products for stabilization of humus content, increasing reserves legkogidrolizovanogo nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium in topsoil at a depth of 0-40 cm was established. Using green manure, by-products and mineral fertilizers increased exchange acidity of the soil solution, especially plowing.

Keywords: fertilizer, by-products, green manure, soil humus, mobile forms of phosphorus, potassium exchange, exchange acidity.

Дата надходження до редакції: 31.03.2014 р.

Рецензент: Е.А. Захарченко