

УДК 631.81.033:631.582

КУПЧИК В.І., канд. с.-г. наук

ПРИМАК І.Д., д-р с.-г. наук

КОЛЕСНИК Т.В., здобувачка

*Білоцерківський національний аграрний університет***БІОЛОГІЧНИЙ КРУГООБІГ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ  
В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ**

Досліджено міграцію та біогенний кругообіг азоту, фосфору та калію у п'ятипільній плодозмінній сівозміні центрального Лісостепу України. Встановлено залежність накопичення біомаси культур короткоротаційної сівозміни, вмісту елементів живлення в урожаї основної та побічної продукції, рослинних рештках, виносу поживних речовин з ґрунту від рівнів застосування добрив. Визначено оптимальний рівень насичення сівозміни органічними та мінеральними добривами, який забезпечує оптимальне співвідношення елімінантної та відновлюваної родючості ґрунту ланок кругообігу біофільних макроелементів.

**Ключові слова:** сівозміна, добрива, елементи живлення, біологічний кругообіг.

**Постановка проблеми.** Добрива є одним з найбільш дієвих ресурсних засобів підвищення продуктивності сівозмін і відновлення родючості ґрунтів. Щорічно з ґрунтів України урожаєм вилучається 130–250 кг/га поживних речовин, що в умовах мінімізації застосування добрив порушує рівновагу кругообігу елементів живлення в агроєкосистемах і призводить до збіднення та деградації ґрунтів сільськогосподарського призначення [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сталий розвиток сучасних агроєкосистем неможливий без оптимізації сівозмінного чинника, який дозволяє забезпечити взаємозв'язок біотичних і абіотичних процесів в агроландшафтах. Одним із основних завдань сівозміни як біологічного чинника регулювання родючості є забезпечення керування потоками поживних речовин відповідно до біологічних потреб культур, які складають сівозміну. Технологічно біологічний кругообіг необхідно формувати таким чином, щоб з кожною ротацією сівозміни при зростанні її продуктивності відбувалося збільшення вмісту і запасів елементів живлення рослин у ґрунті [2]. Але існуюча практика ведення сівозмін та систем їх удобрення залишається розбалансованою щодо обігу органічної речовини та біогенних елементів в системі ґрунт – рослина. Так, скорочення площ посівів зернобобових і багаторічних бобових трав призвело до вилучення з кругообігу майже 250 тис. т азоту, а зменшення виробництва і внесення гною в державі зумовило випадання з кругообігу понад 300 тис. т азоту, що не компенсується застосуванням азотних мінеральних добрив [3]. На думку вітчизняних вчених, технологічно та економічно доцільним агрозаходом для покращення енергетичного та біоелементного балансу ґрунтів в сівозмінах є використання побічної продукції рослинництва як форми органічних добрив [4]. За результатами довготривалих досліджень В.Ф. Сайка, заорювання соломи в зерновій сівозміні забезпечує надходження в ґрунт на кожен гектар сівозмінної площі від 32,6 до 61,1 кг азоту, 12,4–24,5 кг фосфору та 46,4–90,9 кг калію [5]. С.П. Вахній зазначає, що дотримання традиційних систем застосування добрив більш ефективне. Застосування на кожен гектар ріллі плодозмінної сівозміни 7,5 т гною та мінеральних добрив в нормі N<sub>50</sub> P<sub>66</sub> K<sub>66</sub> забезпечує позитивний баланс фосфору, рівноважний – калію та мінімально дефіцитний баланс азоту [6].

**Мета і завдання досліджень** – вивчення і оцінка складових біологічного кругообігу елементів живлення під культури плодозмінної п'ятипільної короткоротаційної сівозміни.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2008–2012 рр. у стаціонарному польовому досліді на дослідному полі Білоцерківського НАУ в п'ятипільній сівозміні з 60 % насиченням зерновими культурами: конюшина лучна на один укіс, пшениця озима, буряки цукрові, горох, ячмінь з підсівом конюшини лучної. Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний грубопилуватолегкосуглинковий низькозабезпечений мінеральним азотом та середньозабезпечений рухомими формами фосфору та калію. У сівозміні на фоні відвального обробітку ґрунту досліджували чотири системи застосування добрив. Рівні щорічного внесення

добрив на 1 га сівозмінної площі становили: без добрив: перший – 4 т гною + N<sub>16</sub> P<sub>25</sub> K<sub>25</sub>; другий – 8 т гною + N<sub>32</sub> P<sub>50</sub> K<sub>50</sub>; третій – 12 т гною + N<sub>48</sub> P<sub>75</sub> K<sub>75</sub>.

Повторність досліду триразова з систематичним розміщенням ділянок, площа облікової ділянки – 112 м<sup>2</sup>.

У дослідах застосовували напівперепрілий підстилковий гній ВРХ, аміачну селітру, суперфосфат гранульований та калійну сіль.

Урожай побічної продукції, рослинних поверхневих і кореневих решток розраховували за величиною урожаю основної продукції з використанням рівнянь регресії відповідно до нормативів ґрунтозахисних систем землеробства [7].

Для проведення розрахунків виносу елементів живлення та накопичення їх у фітомасі основної, побічної продукції, рослинних і кореневих рештках в повітряно-сухих зразках рослин після їх мокрого озолення визначали вміст загального азоту – за К'ельдалем; фосфору – колориметрично; калію – полуменевометрично відповідно до діючих державних стандартів.

**Результати досліджень та їх обговорення.** У загальному вигляді схему біологічного кругообігу можна уявити, як динамічну систему, що складається з чотирьох ланок: ємність кругообігу; вилучення елементів живлення з урожаєм основної та побічної продукції; повернення поживних речовин в ґрунт з рослинними та кореневими рештками; запас рухомих форм поживних речовин в орному шарі ґрунту.

Серед культур сівозміни найбільш високими показниками накопичення біомаси характеризуються буряки цукрові: від 24,20 т/га на варіанті без застосування добрив до 54,36 т/га за внесення потрійної норми добрив: 60 т/га та норми мінеральних добрив N<sub>90</sub> P<sub>135</sub> K<sub>135</sub>. Господарсько-від'ємна частина біомаси коливається в межах 15,30–36,68 т/га або 63,2–67,5 %, а маса рослинних і кореневих решток 8,90–17,68 т/га (36,8–32,5 %). Вирощування пшениці озимої без внесення добрив забезпечує формування 8,99 т/га загальної біомаси, в структурі якої маса зерна і соломи становить 7,13 т/га (79,3 %), а пожнивні і кореневі рештки 1,86 т/га (20,7 %). Систематичне застосування добрив забезпечує збільшення біомаси на 3,65–8,77 т/га до контролю, а маси основної і побічної продукції – на 2,53–6,17 т/га, кількість рослинних і кореневих решток в ґрунті зросла на 1,12–2,60 т/га.

Вирощування гороху та ячменю без застосування добрив забезпечує формування близьких обсягів біомаси 5,24 та 5,71 т/га, відповідно, але урожай основної та побічної продукції гороху становить 3,46 т/га (66 %), а ячменю – 4,69 т/га (82,1 %). Маса рослинних і кореневих решток гороху 1,78 т/га (34 %), а ячменю – 1,02 т/га (17,9 %). Застосування одинарної, подвійної та потрійної норм добрив підвищує обсяги загальної біомаси гороху на 1,65–4,47 т/га. Відповідно зростає маса господарської частини урожаю на 1,25–3,41 т/га та рослинних і кореневих решток на 0,40–1,06 т/га. Біомаса ячменю на фоні застосування добрив зросла на 1,68–6,37 т/га. Господарська частина біомаси зросла на 1,39–4,71 т/га, а рослинних і кореневих решток – на 0,29–1,66 т/га.

Загальна біомаса конюшини лучної на один укіс за нульового рівня удобрення становила 4,90 т/га, в тому числі урожай основної продукції – 2,48 т/га, а рослинних і кореневих решток – 2,42 т/га. Застосування добрив забезпечило збільшення біомаси на 1,63–6,55 т/га. Прирости врожаю сіна і кореневих решток – 0,69–3,97 т/га.

Розрахунки параметрів ланок біологічного кругообігу базуються на результатах агрохімічного аналізу вмісту азоту, фосфору та калію в окремих структурних компонентах урожаю та біомаси культур сівозміни.

Результати дослідження сівозміни (табл. 1) свідчать, що за вирощування конюшини лучної без використання добрив загальна ємність кругообігу становила 89,8 кг/га. Застосування мінеральних добрив підвищує ємність кругообігу на 38–154 % з максимальним показником 228 кг/га на фоні застосування потрійної норми добрив. Нагромадження азоту в товарній частині врожаю перевищує повернення його в ґрунт з рослинними рештками на контролі та варіантів з мінімальною нормою добрив. Коефіцієнт повернення азоту в ґрунт становить 0,46–0,47. На фоні застосування подвійної та потрійної норм добрив кількість азоту акумульованого в рослинних рештках перевищує господарський винос товарною продукцією, а коефіцієнт повернення азоту збільшується до 0,51–0,52.

Вирощування пшениці озимої без використання добрив зумовлює зменшення зазначеної ємності кругообігу азоту в 1,3 рази порівняно з конюшиною, а повернення азоту в ґрунт

зменшується в 8,3 рази. Застосування мінеральних добрив підвищує ємність кругообігу азоту до 105–181 кг/га, але коефіцієнт його повернення дуже низький (0,08–0,09), незалежно від рівня удобрення.

Ємність кругообігу азоту в посівах буряків цукрових без застосування добрив становить 77,3 кг/га. З урожаєм коренеплодів з ґрунту вилучається 53,6 кг/га (69 %) ґрунтових запасів азоту, повернення його в ґрунт з рослинними рештками становить 23,7 кг/га (31 %). Органо-мінеральна система удобрення буряків цукрових забезпечує підвищення як виносу азоту з урожаєм коренеплодів, так і повернення його в ґрунт з рослинними рештками, але коефіцієнт повернення залишається низьким в межах 0,31–0,32.

Ємність кругообігу азоту в посівах гороху найвища серед культур сівозміни, становлячи на нульовому рівні удобрення 94 кг/га. Застосування мінеральних добрив підвищує ємність поглинання на 35–93 кг/га, але й збільшується відчуження азоту з товарним урожаєм до 83–87 %. Коефіцієнт повернення азоту в ґрунт становить 0,14–0,16.

Посіви ячменю характеризуються мінімальною ємністю кругообігу азоту, як на контролі, так і на фоні застосування мінеральних добрив (51,9–116 кг/га), але максимальні обсяги відчуження азоту з товарним урожаєм (88–94 %). Коефіцієнт повернення азоту в ґрунт з рослинними рештками становить 0,08–0,1.

За результатами досліджень Грант С., якщо кількість азоту в рослинних рештках менше 20–24 кг/га, то порушується баланс між іммобілізацією та мінералізацією органічних сполук азоту в ґрунті, внаслідок чого зменшуються запаси доступного для рослин азоту [8]. Таким чином, зернові і просапні культури сівозміни не забезпечують відтворення азотного фонду ґрунту навіть на фоні внесення добрив.

Розміри включення фосфору в біологічний кругообіг значно менше ніж азоту, що пов'язано з низькою концентрацією елемента в рослинах. Вміст фосфору в біомасі культур сівозміни без застосування добрив коливається від 20,2 кг/га в посівах конюшини лучної до 26 кг/га в посівах буряків цукрових (табл. 2). Застосування добрив забезпечує підвищення ємності кругообігу фосфору в 2,4–3,3 рази. Зернові і зернобобові культури вилучають з ґрунту з урожаєм основної і побічної продукції від 88 до 95 %, конюшина лучна 59–63 %, буряки цукрові – 36–58 % фосфору залученого до біологічного кругообігу.

Застосування добрив збільшує нагромадження фосфору в рослинних і корневих рештках на 4–22 %. Коефіцієнти повернення фосфору в ґрунт зерновими культурами 0,06–0,12, горохом – 0,12–0,16; буряками цукровими – 0,36–0,41; конюшиною лучною – 0,37–0,40.

Обсяги кругообігу калію займають проміжне місце між азотом і фосфором. Вирощування зернових культур без застосування добрив забезпечує ємність кругообігу 19,4–38,2 кг/га, гороху – 41,1 кг/га, конюшини лучної – 68,3 кг/га, буряків цукрових – 96,5 кг/га (табл. 3).

Таблиця 1 – Біологічний кругообіг азоту під культурами сівозміни, кг/га

Ланки біологічного кругообігу	конюшина лучна				пшениця озима				буряки цукрові				горох				ячмінь + конюшина			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	20 т/га + N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	40 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	60 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>15</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>
Вміст в біомасі	89,8	124	190	228	67,6	105	144	181	77,3	140	183	228	94,0	126	163	187	51,9	68,0	90,6	116
Нагромаджено в урожаї	47,4	66,7	92,3	112	62,5	95,6	131	164	53,6	97,7	127	154	78,8	109	140	162	48,0	62,5	82,1	104
Повернено в ґрунт з рослинними рештками	42,4	57,0	97,8	116	5,1	9,2	12,5	16,8	23,7	42,2	56,2	73,9	15,2	19,9	22,9	27,2	3,9	5,5	8,5	11,5

Таблиця 2 – Біологічний кругообіг фосфору під культурами сівозміни, кг/га

Ланки біологічного кругообігу	конюшина лучна				пшениця озима				буряки цукрові				горох				ячмінь + конюшина			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	20 т/га + N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	40 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	60 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>15</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>
Вміст в біомасі	20,2	30,2	48,7	65,1	23,5	35,7	46,6	65,5	26,0	49,3	69,0	86,4	23,6	33,1	43,5	53,4	20,3	27,3	37,3	48,5
Нагромаджено в урожаї	12,7	20,5	30,5	38,5	21,6	32,0	41,5	57,6	15,3	31,7	44,6	55,0	19,9	29,0	38,5	47,2	19,2	25,6	34,3	43,5
Повернено в ґрунт з рослинними рештками	7,5	9,7	18,2	26,6	1,9	3,7	5,1	7,9	10,7	17,6	24,4	31,4	3,7	4,1	5,0	6,2	1,1	1,7	3,0	5,0

Таблиця 3 – Біологічний кругообіг калію під культурами сівозміни, кг/га

Ланки біологічного кругообігу	конюшина лучна				пшениця озима				буряки цукрові				горох				ячмінь + конюшина			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	20 т/га + N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	40 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	60 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>15</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>
Вміст в біомасі	68,3	97,7	177	217	38,2	60,1	75,6	96,5	96,8	166	222	271	41,1	58,8	73,6	88,6	19,4	27,5	41,1	66,8
Нагромаджено в урожаї	37,7	54,7	86,5	110	31,9	49,1	60,9	77,1	61,2	116	153	183	29,0	41,7	54,3	66,1	17,5	24,8	35,7	55,6
Повернено в ґрунт з рослинними рештками	30,6	43,0	90,1	107	6,3	11,0	14,7	19,4	35,6	50,0	68,8	87,6	12,1	17,1	19,3	22,5	1,9	2,7	5,4	11,2

За систематичного внесення добрив до кругообігу залучається в 2,3–3,2 рази більше калію. Найбільше калію в біомасі накопичується за внесення потрійного рівня удобрення: конюшина лучна – 217 кг/га, буряки цукрові – 271 кг/га, пшениця озима – 96,5 кг/га, горох – 88,6 кг/га, ячмінь – 66,8 кг/га. З урожаєм основної і побічної продукції на варіантах без застосування добрив найбільше з ґрунту вилучають калію озима пшениця та ячмінь – 84 та 90 %, відповідно, горох – 71 %, буряки цукрові – 63 %, конюшина лучна – 55 %. На фоні внесення добрив частка відчуженого калію зменшується на 3–5 %. Коефіцієнт повернення калію в ґрунт з рослинними рештками зернових культур – 0,16–0,20; гороху – 0,25–0,29; буряків цукрових – 0,32–0,37; конюшини лучної – 0,44–0,49.

Особливості живлення культур сівозміни, перебіг в системі ґрунт – рослина процесів біогенної міграції елементів живлення зумовлюють необхідність узагальнення параметрів кругообігу поживних речовин в цілому за сівозміну (табл. 4).

Таблиця 4 – Біологічний кругообіг поживних речовин в сівозміні залежно від рівнів удобрення, кг/га (2008 – 2012 рр.)

Ланки біологічного кругообігу	Всього за сівозміну			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	4 т/га + N <sub>16</sub> P <sub>25</sub> K <sub>25</sub>	8 т/га + N <sub>32</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	12 т/га + N <sub>48</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>
Азот				
Ємність кругообігу	76,2	113	155	188
Вилучено з ґрунту з урожаєм	58,1	86,3	115	139
Надходження в ґрунт з рослинними рештками	18,1	26,8	39,6	49,1
Фосфор				
Ємність кругообігу	22,7	35,2	49,0	63,8
Вилучено з ґрунту з урожаєм	17,7	27,8	37,9	48,4
Надходження в ґрунт з рослинними рештками	5,0	7,4	11,1	15,4
Калій				
Ємність кругообігу	52,8	82,0	118	148
Вилучено з ґрунту з урожаєм	35,5	57,3	78,1	98,4
Надходження в ґрунт з рослинними рештками	17,3	24,7	39,9	49,6

Природний рівень родючості ґрунту без застосування добрив забезпечує ємність кругообігу азоту – 76,2 кг/га, фосфору – 22,7 кг/га та калію – 52,8 кг/га. Мінімальний рівень застосування добрив 4 т/га гною + N<sub>16</sub> P<sub>25</sub> K<sub>25</sub> збільшує ємність кругообігу азоту до 113 кг/га, фосфору – 35,2 кг/га, калію – 82 кг/га. Максимальне накопичення поживних речовин в біомасі забезпечує потрійний рівень застосування добрив 12 т/га гною + N<sub>48</sub> P<sub>75</sub> K<sub>75</sub>: азоту – 188 кг/га, фосфору – 63,8 кг/га та калію – 148 кг/га. Господарський винос азоту з ґрунту одного гектара сівозмінної площі становить 74–76 %, фосфору – 76–78 %, калію – 65–67 %. Коефіцієнт повернення в ґрунт з рослинними рештками азоту становить 0,24–0,26; фосфору – 0,22–0,24; калію – 0,33–0,35. Це дозволяє прогнозувати можливість мобілізації азотного і калійного фонду ґрунту на фоні як мінімального, так і максимального рівня застосування добрив у сівозміні.

Визначені параметри біологічного кругообігу елементів живлення є основою розрахунку статичного та динамічного балансу поживних речовин в сівозміні та оптимізації систем удобрення.

**Висновки.** 1. В короткоротаційній сівозміні в біологічний кругообіг найбільшу кількість поживних речовин залучають конюшина лучна та буряки цукрові – 510 та 585 кг/га NPK, відповідно.

2. Коефіцієнт повернення елементів живлення в ґрунт зерновими культурами мінімальний – 0,08–0,1.

3. Застосування органічних і мінеральних добрив в сівозміні дозволяє мобілізувати доступні для живлення рослин сполуки азоту та калію.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сайко В.Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні/ В.Ф.Сайко// Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». – К.: ВД «ЕКМО», 2010. – Вип.3. – С.3–16.

2. Екологічна роль сівозмін у підвищенні стійкості агроєкосистем Лїсостепу/ П.І.Бойко, Н.П.Коваленко, В.В.Гангур та ін.// Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». – К.: ВД «ЕКМО», 2010. – Вип. 3. – С.175–185.
3. Іванїна В.В. Баланс біогенних елементів та його регулювання в агроєкосистемах Лїсостепу за умов біологізації землеробства/ В.В. Іванїна// Агробіологія: Зб. наук. пр. – Біла Церква, 2011. – Вип.6 (86). – С.63–67.
4. Сайко В.Ф. Проблеми забезпечення ґрунтів органічною речовиною/ В.Ф.Сайко// Вісник аграрної науки. – 2003. – № 5. – С.5–8.
5. Сайко В.Ф. Використання та удобрення побічної продукції рослинництва в Україні/ В.Ф.Сайко// Землеробство: міжвід. темат. наук. зб. – Вип.81. – К.:ВД«ЕКМО», 2009. – С.3–9.
6. Вахній С.П. Формування агрофітоценозів сільськогосподарських культур у правобережній частині України: Монографія / С.П. Вахній. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 384 с.
7. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства/ За ред. акад. УААН О.Г. Тараріко, чл.-кор. УААН М.Г. Лобаса. – К., 1998. – 158 с.
8. Грант С. Улучшение управления питательными веществами сельскохозяйственных культур/ С. Грант// Агроном. – 2009. – № 1. – С.16–24.

**Биологический круговорот элементов питания в короткоротационном севообороте**

**В.И. Купчик, И.Д. Примак, Т.В. Колесник**

Исследована миграция и биогенный круговорот азота, фосфора и калия в пятипольном севообороте центральной Лесостепи Украины. Установлена зависимость накопления биомассы культур короткоротационного севооборота, содержания элементов питания в урожае основной и побочной продукции, растительных остатках, выноса питательных веществ из почвы от уровней применения удобрений. Установлен оптимальный уровень насыщения севооборота органическими и минеральными удобрениями, который обеспечивает оптимальное соотношение элиминантного и воспроизводительного плодородия почвы звеньев круговорота биофильных макроэлементов.

**Ключевые слова:** севооборот, удобрения, элементы питания, биологический круговорот.

*Надійшла 27.09.2013.*