

УДК: 631.582:631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ В КОРОТКОРОТАЦИОННОМ СЕВООБОРОТЕ

Е. А. ЧЕРНЕЛИВСКАЯ, В. С. ДЕРКАЧ, И. Н. ДЗЮБЕНКО

Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН,
г. Винница, Украина, 21100, labtehvtk@ukr.net

(Поступила в редакцию 21.03.2018)

Одним из эффективных способов сохранения плодородия почвы и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в севообороте является применение органо-минеральной системы удобрений. Исследуемая система удобрений включала разное соотношение норм минеральных удобрений, побочную продукцию предшественника и их сочетание, которые положительно влияли на продуктивность культур в севообороте. Установлено, что при внесении минеральных удобрений в норме $N_{276}P_{276}K_{276} + N_{130}$ или $N_{414}P_{414}K_{414} + N_{195}$ + побочная продукция предшественника, способствовало повышению урожайности зерна озимой пшеницы до 6,47–6,76 т/га, ярового ячменя 4,79–5,25, сои 2,67–2,85 т/га и корнеплодов сахарной свеклы до 56,8–59,7 т/га. Прирост урожайности зерна от использования такой системы удобрений составил 2,23–2,52 т/га озимой пшеницы, ярового ячменя 1,16–1,62 и 0,95–1,13 т/га сои, корнеплодов сахарной свеклы 19,5–22,4 т/га. Показатели урожайности, переведенные в зерновые и кормопroteinные единицы, позволили реально оценить продуктивность одного гектара севооборотной площади, которые соответственно составили 7,23–7,63 и 6,70–7,15 т/га.

Установлено, что сочетание различных норм минеральных удобрений на фоне побочной продукции способствует повышению стоимости продукции на 0,5–1,9 тыс.грн./га по сравнению с применением одних минеральных удобрений. При таком чередовании зерновых культур, сои и сахарной свеклы в севообороте с короткой ротацией, получили наибольшую условную чистую прибыль в размере 6,7–7,0 тыс.грн./га при рентабельности 74–87 %.

Разработанную систему удобрений можно использовать в агропромышленном производстве в короткоротационных севооборотах.

Ключевые слова: озимая пшеница, яровой ячмень, сахарная свекла, соя, система удобрений, урожайность, севооборот.

One of the effective ways to preserve soil fertility and increase the productivity of agricultural crops in crop rotation is the use of an organo-mineral fertilizer system. The studied system of fertilizers included a different ratio of the norms of mineral fertilizers, the by-products of the predecessor, and their combination, which positively influenced the productivity of crops in crop rotation. It was established that when mineral fertilizers were applied in the norm of $N_{276}P_{276}K_{276} + N_{130}$ or $N_{414}P_{414}K_{414} + N_{195}$ + by-products of the predecessor, it increased the yield of winter wheat grain to 6.47-6.76 t / ha, spring barley – 4.79-5.25, soybean – 2.67-2.85 t / ha and sugar beet roots – up to 56.8-59.7 t / ha. The increase in grain yield from the use of such a system of fertilizers was 2.23-2.52 t / ha of winter wheat, spring barley – 1.16-1.62, soybean – 0.95-1.13 t / ha, sugar beet roots – 19.5-22.4 t / ha. The yield indicators, converted into grain and fodder-protein units, made it possible to realistically assess the productivity of one hectare of the crop rotation area, which respectively amounted to 7.23-7.63 and 6.70-7.15 t / ha.

It was established that the combination of various norms of mineral fertilizers on the background of by-products contributes to an increase in the cost of production by 0.5-1.9 thousand UAH / ha compared with the use of mineral fertilizers alone. With such an alternation of grain crops, soybeans and sugar beet in a crop rotation with a short rotation, we received the largest conditional net profit of 6.7-7.0 thousand UAH / ha with a profitability of 74-87%.

The developed fertilizer system can be used in agro-industrial production in short-term crop rotations.

Key words: winter wheat, spring barley, sugar beet, soybean, fertilizer system, yield, crop rotation.

Введение

Структура посевных площадей – основная и неотъемлемая часть системы земледелия, которая имеет большое значение в повышении продуктивности и сохранении плодородия почвы, эффективного использования вегетационного периода и экономии энергетических затрат. Реформирование аграрного сектора экономики в направлении развития рыночных отношений привело к образованию узкоспециализированных агроформирований, деятельность которых направлена на производство, в первую очередь, «прибыльных» культур при любых условиях, что приводит к грубому нарушению законов чередования культур в севообороте [1]. В таких условиях остро стоит вопрос о разработке оптимальных форм организации территории землепользования хозяйств, а также внедрения узкоспециализированных севооборотов с короткой ротацией [2].

На современном этапе важной задачей является увеличение производства и применение органических и минеральных удобрений в сельском хозяйстве: высокий уровень продуктивности агроэкосистем в условиях недостатка техногенных ресурсов требует компенсации их за счет внедрения элементов биологизации, в частности использования нетоварной продукции и сидератов [3, 4].

Одним из наиболее эффективных средств сохранения плодородия почвы и повышения

продуктивности сельскохозяйственных культур является применение органоминеральной системы удобрений в севообороте [5].

Опыты Национального научного центра «Институт земледелия Национальной академии аграрных наук Украины» показали, что в среднем на 1 га севооборотной площади в почву поступает 32,6–61,1 кг азота, 12,4–24,5 кг фосфора и 46,4–90,9 кг калия. Больше всего биогенных элементов поступает при использовании побочной продукции при выращивании кукурузы на зерно, минимальное – сои. В зерновом севообороте благодаря запахиванию соломы почва обогащается гумусом в среднем на 0,76–1,31 т/га севооборотной площади, такой эффект остаётся и при использовании побочной продукции кукурузы и озимой пшеницы на зерно, у которых предшественником был горох. Прирост урожая зерна ячменя от применения ботвы кормовой свеклы составляет 0,9 т/га [6].

Таким образом, солома зерновых культур является дешевым источником органического вещества для микрофлоры почвы, у которой, например, в 4 т содержится около 20 кг N, 10 – P_2O_5 , 35–40 – K_2O , 8–10 – Ca, 3–5 – Mg и 4–5 кг S, а также микроэлементы: 20 г B, 12 – Cu, 120 – Mn, 5 – Mo, 160 – Zn и 2 г Co [5].

Основная часть

В условиях Правобережной лесостепи Украины на серых лесных почвах были разработаны и усовершенствованы теоретические основы повышения продуктивности и эффективного использования короткоротационного севооборота.

Почва опытного участка серая лесная на лессе с содержанием в пахотном слое (0–30 см): гумуса 2,26–2,51 %, $pH_{\text{сол.}}$ – 5,0–5,5, щёлочногидролизованного азота – 8,5–9,0 мг/100 г, подвижного фосфора – 15–19 мг/100 г, обменного калия – 12–16 мг/100 г, гидролитической кислотности 3,5–4,5 мг–экв./100 г, суммы поглощенных оснований – 12–15 мг–экв./100 г.

Погодные условия осенне–зимнего периода 2011–2013 гг. исследований были благоприятными для перезимовки озимых культур. На время возобновления весенней вегетации запасы продуктивной влаги под пшеницей озимой составляли 171–195 мм, а под ранними яровыми культурами – 175–200 мм. Весенне–летний период вегетации 2011 г. характеризовался недостатком осадков, выпало 306 мм (78 % от нормы), в 2012 г. – 292 мм (74 %) и 353 мм (90 %) в 2013 г. Погодные условия 2013–2014 гг. были благоприятными и положительно влияли на рост, развитие, формирование урожайности и качественных показателей сельскохозяйственных культур. При этом 2014–2015 гг. характеризовались дефицитом осадков, повышенным температурным режимом на протяжении вегетации культур, что негативно влияло на ростовые процессы и формирование урожайности.

Исследования проводили в стационарном опыте Института кормов и сельского хозяйства Подолья Национальной академии аграрных наук Украины, заложенном в 2011 г. Схема чередования зерновых культур, сои и сахарной свеклы в севообороте была следующей: 1 поле – озимая пшеница; 2 поле – сахарная свекла; 3 поле – ячмень яровой; 4 поле – соя.

Минеральные удобрения вносили весной под предпосевную культивацию, из расчёта 25, 50, 75, 100, 150 % от полной нормы, и дополнительно предусматривалось запахивание побочной продукции предшественника, контроль без удобрений и побочная продукция. Нормы внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу составляла от $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{17}$ до $N_{96}P_{96}K_{96}+N_{102}$ (внекорневая подкормка); сахарную свеклу от $N_{30}P_{30}K_{30}+N_9$ до $N_{180}P_{180}K_{180}+N_{51}$; ячмень яровой от $N_8P_8K_8+N_7$ до $N_{48}P_{48}K_{48}+N_{42}$; под сою от $N_{15}P_{15}K_{15}$ до $N_{90}P_{90}K_{90}$. Таким образом, на гектар севооборотной площади всего вносили азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений от 69 до 414 кг/га д.в. Для внекорневой подкормки использовали от 33 до 195 кг/га д.в. азотных удобрений.

Агротехника выращивания сельскохозяйственных культур в севообороте общепринятая для условий региона, за исключением исследуемых факторов. Под пшеницу озимую, ячмень яровой, сою проводили поверхностную обработку почвы на глубину 10–12 см, под сахарную свеклу – вспашку на 20–22 см. В качестве побочной продукции использовали солому зерновых культур, сои и ботву сахарной свеклы.

Проведение полевого опыта осуществляли на основе программы научных исследований и общепринятых методик [9].

Экономическую эффективность рассчитывали согласно технологическим картам выращи-

вания сельскохозяйственных культур и севооборота в целом. Перевод основной продукции в зерновые и кормопротеиновые единицы проводили по справочнику планирования в агропромышленном комплексе [7].

Установлено, что применяемая в севообороте система удобрений (минеральные удобрения, побочная продукция предшественника, а также их сочетание) положительно влияла на продуктивность культур. Наибольшую урожайность зерна пшеницы озимой 6,42 т/га (предшественник – соя) получили при внесении минеральных удобрений из расчёта $N_{96}P_{96}K_{96} + N_{102}$, что составляет 150 % от полной нормы. При внесении минеральных удобрений в норме $N_{64}P_{64}K_{64} + N_{68}$ урожайность зерна была на 0,16 т/га меньше и составила 6,26 т/га по сравнению с максимальной. Использование такого уровня удобрений способствовало повышению урожайности зерна на 48–51 %, а при внесении их в количестве 25, 50 и 75 % – на 13–38 % по отношению к контролю. Выращивание ярового ячменя и сои при использовании минеральных удобрений 100 и 150 % от нормы также обеспечили максимальный валовой сбор зерна с гектара, а именно ячменя 4,54–4,64 и 2,47–2,59 т/га сои, что соответственно на 25–28 и 44–51 % больше, чем на контроле без удобрений (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от системы удобрений, т/га (среднее за 2012–2015 гг.)

% от полной нормы минеральных удобрений	Зерно			Корнеплоды
	озимой пшеницы	ярового ячменя	соя	сахарной свеклы
0	4,24	3,63	1,72	37,3
25	4,77	4,02	2,00	44,5
50	5,46	4,07	2,29	48,6
75	5,83	4,28	2,36	50,5
100	6,26	4,54	2,47	53,7
150	6,42	4,64	2,59	56,8
Побочная продукция	4,68	3,89	1,84	40,3
25 + пп	5,54	4,49	2,37	50,2
50 + пп	5,70	4,45	2,37	50,4
75 + пп	6,14	4,42	2,32	52,9
100 + пп	6,47	4,79	2,67	56,8
150 + пп	6,76	5,25	2,85	59,7

На посевах сахарной свеклы максимальные показатели продуктивности корнеплодов 53,7–56,8 т/га получили при внесении минеральных удобрений из расчета $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{34}$ и $N_{180}P_{180}K_{180} + N_{51}$, что выше на 44–52 % в сравнении с вариантом без удобрений. При уменьшении норм минеральных удобрений прибавка урожайности снизилась до 19–35 % и составляла 7,2–13,2 т/га.

Нашими исследованиями установлено, что использование побочной продукции в качестве удобрения обеспечивает повышение урожайности зерна озимой пшеницы на 10 %, ярового ячменя и сои – 7 %, корнеплодов сахарной свеклы на 8 % по сравнению с контролем. Внесение минеральных удобрений в комплексе с побочной продукцией предшественника способствует увеличению урожайности пшеницы озимой на 1,30–2,52 т/га, ячменя ярового 0,86–1,62 и 0,65–1,13 т/га сои, корнеплодов сахарной свеклы 12,9–22,4 т/га.

Минеральная и органоминеральная системы удобрений (с применением полной нормы минеральных удобрений и увеличенной на 50 %) обеспечивают высокие показатели продуктивности сельскохозяйственных культур севооборота, где пшеница озимая и свекла сахарная обеспечили прибавку урожайности 52–60 %, ячмень яровой – 32–45 %, соя 55–66 % по сравнению с контролем без удобрений. Меньшие показатели получили при использовании минеральных удобрений из расчета 75 % от нормы, в сочетании с побочной продукцией.

Для объективной оценки продуктивности севооборота был проведен перерасчёт урожайности исследуемых культур в единые показатели, а именно выход с 1 га севооборотной площади зерновых и кормопротеиновых единиц. В результате исследований установлено, что максимальный выход зерновых и кормопротеиновых единиц обеспечили варианты при внесении повышенных норм минеральных удобрений от $N_{207}P_{207}K_{207} + N_{98}$ до $N_{414}P_{414}K_{414} + N_{195}$ на фоне побочной продукции и соответственно составили 6,70–7,63 и 6,23–7,15 т/га. Наблюдения показали, что за счет побочной продукции предшественника выход зерновых единиц повысился до 5,20 т/га и кормопротеиновых единиц – 4,85 т/га, или был больше на 0,4 т/га (8,3–9,0 %), чем на контроле без применения удобрений (рис. 1).

Многочисленными исследованиями установлено и экономически подтверждено применение соломы зерновых культур, как источника органического вещества, улучшения структуры пахотного слоя почвы и повышения его плодородия при выращивании сельскохозяйственных культур. Но в наших исследованиях, кроме соломы зерновых культур, изучали побочную продукцию сои и ботву сахарной свеклы.

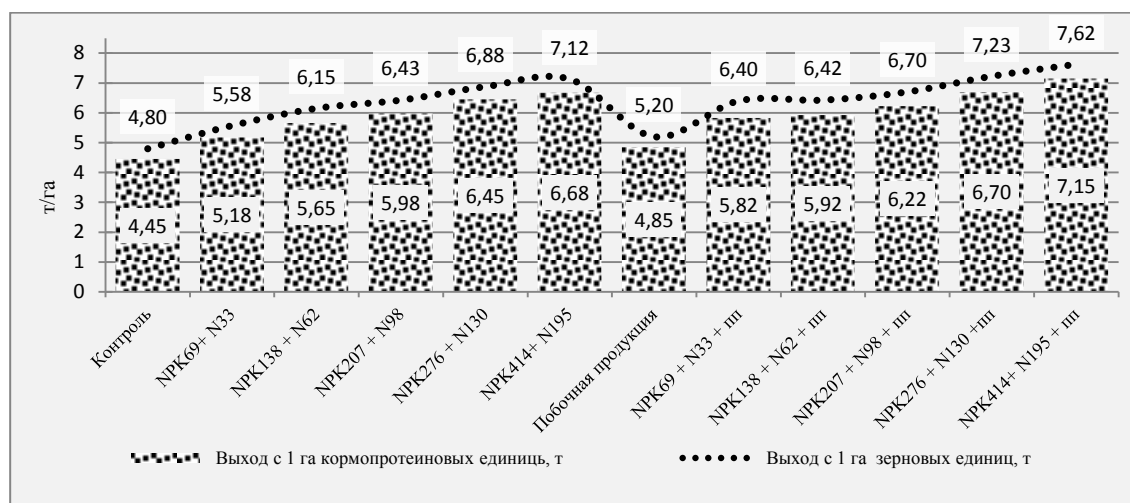


Рис. 1. Выход зерновых и кормопroteinных единиц в зависимости от использования системы удобрений в севообороте короткой ротации, т/га (в среднем за 2012–2015 гг.)

Насыщение севооборотной площади минеральными удобрениями от 50 до 150 % от полной нормы на фоне побочной продукции обеспечили наибольшую прибыль 6,5–7,0 тыс. грн./га. Однако максимальные показатели рентабельности (95 %) выращивания сельскохозяйственных культур в севообороте получили при использовании минеральных удобрений в норме NPK₁₃₈+N₆₅ (50 % от полной нормы) на фоне побочной продукции. Увеличение нормы минеральных удобрений способствовало снижению рентабельности из-за высокой стоимости минеральных удобрений, доля которых в структуре общих производственных затрат составила на посевах пшеницы озимой 40–50 %, ячменя ярового – 17–43 %, сои – 25–39 и 32–47 % сахарной свеклы (рис.2).

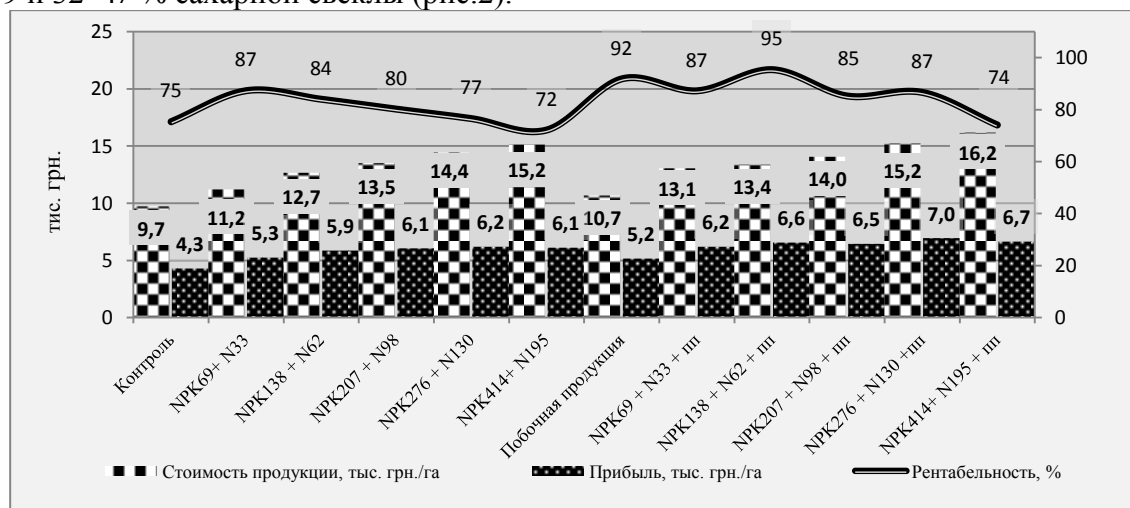


Рис. 2 Показатели экономической эффективности выращивания сельскохозяйственных культур при различных системах удобрений в зернопропашном севообороте (в среднем за 2012–2015 гг.)

Заклучение

Таким образом, в условиях Правобережной лесостепи Украины на серых лесных почвах для повышения продуктивности севооборотной площади и сохранения питательности почвы, необходимо использовать побочную продукцию предшественников – солому и ботву сахарной свеклы на фоне минеральных удобрений, что обеспечивает получение условной чистой прибыли на уровне 6,7–7,0 тыс.грн./га с рентабельностью 74–87 %.

Полученные результаты исследований дают возможность рекомендовать органоминеральную систему удобрений в агропромышленном производстве при выращивании сельскохозяйственных культур в зернопропашном севообороте короткой ротации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сівозміни у землеробстві України / За ред. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка. – К.: Аграрна наука, 2002. – 146 с.
2. Браженко, І. П. Оптимальні сівозміни Лісостепу / І. П. Браженко // Пропозиція. – 2005. – №3. – С. 38–44.
3. Тараріко, Ю. О. Енергетична оцінка системи землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур / Ю. О. Тараріко, О. Є. Несмачна, Л. Д. Глущенко. – К.: Нора-прінт. 2002. – 60 с.
4. Ермантраут, Е. Р. Сидерати і урожайність цукрових буряків / Е. Р. Ермантраут, Ю. Г. Міщенко // Цукрові буряки – 2006. – № 1(49). – С. 14–15.
5. Носко, Б. С. Вплив меліоративних заходів та хімізації землеробства на фізико-хімічні властивості ґрунтів / Б. С. Носко, А. О. Христенко // Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. – К.: Урожай, 1994. – С. 45–53.
6. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроecosистем (Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва). – К.: Аграрна наука, 2004. – 126 с.
7. Гревцова, В. Д. Справочник по планированию в агропромышленном комплексе / В. Д. Гревцова. – К.: Урожай, 1991. – 241 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – М., 2011. – 352 с.