

## DURATION AFTEREFFECT OF RESIDUAL QUANTITIES OF PHOSPHORIC AND POTASH FERTILIZERS

V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko, A.A. Gracheva

### Summary

The data on speed of agrochemical degradation of sod-podzolic loamy sand soil depending on productivity of agricultural crops and level of fertilization are presented.

*Поступила 02.05.14*

УДК 631.8:631.45:631.559

## СТРУКТУРА СЕВООБОРОТОВ, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЕ И ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

**А.В. Демиденко<sup>1</sup>, Ю.И. Кривда<sup>2</sup>, В.А. Величко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Черкасская государственная сельскохозяйственная опытная станция*

*ННЦ «Институт земледелия НААН»,*

*пос. Холоднянское, Черкасская обл., Украина*

<sup>2</sup>*Черкасский филиал ГУ «Институт охраны почв Украины»,*

*пос. Холоднянское, Черкасская обл., Украина*

<sup>3</sup>*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,*

*г. Харьков, Украина*

### ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях в АПК Украины и Черкасской области важное значение приобретают структура посевных площадей, система удобрения и способ обработки почвы как факторы оптимизации режима увлажнения, баланса органического вещества и элементов питания сельскохозяйственных культур в севооборотах в плане влияния на повышение плодородия и продуктивности агроценозов Левобережной Лесостепи Украины [1, 2, 3]. Повышение плодородия почв является необходимым условием для внедрения передовых агротехнологий при рациональном использовании зональных почвенно-климатических ресурсов, средств интенсификации и системы севооборотов. Баланс питательных веществ и гумуса в значительной степени определяется соблюдением научно обоснованных севооборотов, а состав и соотношение культур в севообороте обуславливают выход органического вещества растительных остатков на единицу севооборотной площади и количественные показатели воспроизводства гумуса в условиях недостаточно развитого животноводства [4, 5, 6, 7].

Цель исследований: дать оценку состояния черноземов Центральной Лесостепи Украины, где географически находится Черкасская область, и показать значение севооборота, удобрения и обработки почвы для воспроизводства плодородия при использовании различных видов органических удобрений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в условиях государственной опытной станции ННЦ «Институт земледелия НААН». Опыт заложен в Драбовском агропочвенном районе лесостепной зоны Левобережной низменной провинции северной подпровинции на черноземах типичных малогумусных легкосуглинистых муловато-пылеватых. Показатель структурности (ПС): ПС = 25–38%. Соотношение ФП к ФГ: 1,76–2,52. Агрохимические показатели в слое почвы 0–20 см: содержание гумуса – 3,86–3,98%; активная кислотность –  $pH_{\text{сн}} = 6,4–6,7$ ; гидролитическая кислотность – 0,9–1,01 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощенных оснований – 30–31 мг-экв/100 г почвы; содержание подвижных фосфатов – 12–14 мг/100 г почвы; обменного калия – 12–15 мг/100 г почвы.

Срнительная оценка эффективности различных видов органических удобрений проводилась в 10-польном севообороте: 50% зерновых, 10% зернобобовых, 20% пропашных, 20% кормовых. Чередование культур: многолетние травы – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на зерно – горох – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на силос – озимая пшеница – ячмень + многолетние травы. Система удобрения:  $N_{40}P_{36}K_{40} + 6,0$  т/га навоза (10 лет до 2001 г.);  $N_{40}P_{36}K_{40} + 7,0$  т/га побочной продукции (2001–2010 гг.). Система обработки почвы: дифференцированная.

В 5-польных севооборотах (2001–2010 гг.): с насыщением зерновыми культурами до 60%, в т.ч. горохом – до 20%, кукурузой – до 20% (горох – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза – кукуруза); с насыщением зерновыми – до 60%, техническими – до 20% и многолетними травами – до 20% (многолетние травы – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза – ячмень + подсев многолетних трав). Система удобрения: контроль без внесения минеральных удобрений + 5 т/га побочной продукции;  $N_{31}P_{33}K_{41} + 7$  т/га побочной продукции;  $N_{64}P_{66}K_{82} + 7$  т/га побочной продукции. Система обработки почвы: вспашка – на 22–25 см; безотвальное рыхление – на 22–25 см; поверхностная обработка – на 10–12 см. Площадь деленок – 120 м<sup>2</sup>, учетная – 100 м<sup>2</sup>. Повторность определения – 3-кратная.

Агрохимическое состояние почв Черкасской области исследовано Черкасским филиалом государственного учреждения «Институт охраны почв Украины». Балансовые расчеты органического вещества и питательных элементов в почвах АПК Черкасской области и в исследуемых севооборотах в стационарном опыте проведены общепринятыми методами для почв черноземного типа на Украине [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За последние 20 лет (по данным Департамента АПР Черкасской области) зерновые культуры в структуре посевных площадей составляют 60,3–62,0% от общей посевной площади. В структуре зерновых культур на кукурузу приходится

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

45–65%, на озимые зерновые – 20–32%. Между площадями посева зернобобовых, кормовых культур и содержанием гумуса в почвах области выявлена прямая сильная зависимость ( $R = +0,69-0,71 \pm 0,03$ ,  $R^2 = 0,47-0,50$ ), а между площадями посева сои, подсолнечника, кукурузы и рапса зависимость обратная:  $R = -0,69-0,91 \pm 0,03$ ,  $R^2 = 0,47-0,83$ . Увеличение площадей посева кукурузы на зерно формирует обратную связь с содержанием гумуса:  $R = -0,83-0,85 \pm 0,03$ ,  $R^2 = 0,69-0,72$ , а между площадями посева озимых зерновых и содержанием гумуса в почве зависимость прямая на уровне сильной корреляции:  $R = +0,69 \pm 0,03$ , что свидетельствует о проблематичности воспроизведения содержания гумуса в почвах в ближайшей и отдаленной перспективах в связи с нарушением оптимальности соотношения культур в структуре посевных площадей. За последние 50 лет в АПК Черкасской области положительный баланс органического вещества был достигнут в период 1975–1990 гг. благодаря внесению 9–11 т/га органических удобрений, наличию в структуре посевов более 10% многолетних трав и внесению 175–190 кг/га действующего вещества минеральных удобрений.

Под урожай 2010–2012 гг. в АПК Черкасской области было внесено около 1134,4 тыс. т (в среднем по 1,2 т/га) органических удобрений, что является третьим показателем по Украине, где насыщенность пашни органическими удобрениями составила 0,52 т/га. В современных условиях в сельскохозяйственном производстве навоз практически полностью заменен на побочную продукцию растениеводства, что требует дополнительного изучения, оценки и научного обоснования. За последние годы вносится примерно 106,8 кг/га действующего вещества минеральных удобрений на площади около 810 тыс. га. Часть удобренной площади по всем культурам составила 85,9%. Под зерновые и зернобобовые культуры было внесено по 116 кг/га минеральных удобрений на 90,6% посевных площадей, под технические культуры – по 104 кг/га на 83%, под кормовые культуры – по 48 кг/га на 63,9% посевных площадей. Под сахарную свеклу – 356 кг/га д.в. NPK, а часть удобренной площади составила 98,2%. Всего сельскохозяйственными предприятиями области внесено около 100 тыс. т питательных веществ минеральных удобрений, в том числе азотных – 67,718 (67,7%), фосфорных – 15,479 и калийных – 17,446 тыс. т, что в пересчете на 1 га посевной площади составило 106,8 кг NPK (азота – 72 кг, фосфора – 16 кг, калия – 19 кг). Дефицит баланса элементов питания составил –22,7 кг/га (–9,4 N; –11,4 P; –2,0 K). Анализ интенсивности баланса элементов питания показывает, что за счет недовнесения минеральных удобрений они были возвращены в почву на 86%. Если сравнить стоимость вынесенных элементов питания урожаем с ценами на минеральные удобрения на конец 2012 г., то общий «кредит» за счет невозвращенных почве элементов питания составляет 294 грн./га (больше 30\$ на 1 га). Внесение навоза за последние годы не превышает 1–1,2 т/га севооборотной площади, а в качестве органических удобрений используется побочная продукция растениеводства.

Исследования показали, что в зернопропашном 10-польном севообороте без внесения минеральных удобрений с полным изъятием побочной продукции баланс органического вещества был более дефицитным (на –2,93 т/га) по сравнению с периодом, когда на поле оставалась вся побочная продукция (2001–2010 гг.). Интенсивность баланса органического вещества при полном изъятии побочной

продукции составляла 25%, а с оставлением ее на месте выращивания – 77%, что свидетельствует о высокой эффективности использования нетоварной части урожая в качестве органических удобрений, хотя баланс органического вещества соответствовал убывающему плодородию. Внесение навоза на фоне минеральных удобрений ( $6 \text{ т/га} + N_{45}P_{36}K_{40}$ ) уменьшило дефицитность баланса органического вещества до  $-5,6 \text{ т/га}$ , на 20% по сравнению с контролем без удобрений. При замене навоза на побочную продукцию ( $7 \text{ т/га} + N_{45}P_{55}K_{45}$ ) происходит рост дефицитности баланса органического вещества в севообороте на 37%. Интенсивность баланса в обоих случаях составляла 69–70%.

В 5-польных севооборотах (2001–2010 гг.) с насыщением зерновыми культурами до 60%, в т.ч. горохом – до 20%, кукурузой – до 20%, при оставлении на месте выращивания  $5 \text{ т/га}$  побочной продукции более дефицитным баланс органического вещества был при глубоком безотвальном рыхлении, а менее дефицитным (в 1,44–2,20 раза) – при поверхностной обработке, как после первой, так и второй ротации культур. Внесение средней дозы минеральных удобрений ( $N_{31}P_{33}K_{41}$ ) на фоне  $7 \text{ т/га}$  побочной продукции обеспечило формирование положительного баланса органического вещества при глубоком безотвальном рыхлении и поверхностной обработке, тогда как при вспашке формируется его дефицитный баланс. За две ротации культур в севообороте при поверхностной и безотвальной обработке почвы баланс органического вещества составил  $+0,41 - +0,52 \text{ т/га}$  и  $+0,55 - +0,83 \text{ т/га}$  соответственно. При вспашке баланс органического вещества был более дефицитным:  $-0,86 - -1,16 \text{ т/га}$ .

При внесении повышенной дозы минеральных удобрений ( $N_{62}P_{66}K_{81}$ ) на фоне  $7 \text{ т/га}$  побочной продукции складывается бездефицитный баланс органического вещества как при вспашке, так и при безотвальной и поверхностной обработке почвы. При завершении второй ротации при глубоком и мелком безотвальном рыхлении баланс органического вещества был выше, чем при вспашке в 1,54–1,67 раза.

В 5-польном зерно-пропашном севообороте с насыщением зерновыми до 60%, техническими – до 20% и многолетними травами – до 20% без внесения минеральных удобрений и оставлением побочной продукции в количестве  $5 \text{ т/га}$  баланс органического вещества имел дефицитный характер независимо от способа обработки почвы. По окончании второй ротации он был более дефицитный – в 2,21 и 1,69 раза по сравнению с безотвальной и поверхностной обработкой почвы. В сравнении с севооборотом с горохом при аналогичной системе удобрения дефицитность баланса органического вещества при поверхностном и безотвальном рыхлении была в 3,18 и 1,11 раза меньше, тогда как при вспашке возрастала в 1,10 раза.

При внесении средней дозы минеральных удобрений ( $N_{31}P_{33}K_{41}$ ) на фоне  $7 \text{ т/га}$  побочной продукции создается бездефицитный баланс органического вещества независимо от способа обработки чернозема. При безотвальном рыхлении бездефицитность баланса была выше  $+1,27 - +1,42 \text{ т/га}$ , что соответствует условиям расширенного воспроизводства плодородия, тогда как при поверхностной обработке и вспашке формируется баланс, который отвечает простому воспроизводству плодородия. При внесении двойной дозы минеральных удобрений ( $N_{62}P_{66}K_{81}$ ) на фоне  $7 \text{ т/га}$  побочной продукции положительность баланса

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

органического вещества при вспашке и безотвальном рыхлении возрастала как по отношению к одинарной дозе минеральных удобрений с многолетними травами, так и по отношению к севообороту с горохом: в 1,44–1,56 раза в первом и в 1,87–1,73 раза – во втором случае. При поверхностной обработке почвы баланс органического вещества отвечал простому воспроизводству плодородия чернозема, хотя его положительность выросла в 1,88 раза относительно одинарной дозы удобрений, но осталась меньшей в 2,66 раза в сравнении с двойной дозой минеральных удобрений в севообороте с горохом.

Замена навоза на побочную продукцию существенно повлияла на баланс элементов питания в исследуемых севооборотах. Сравнительный анализ баланса элементов питания в 10-польном зернопропашном севообороте проведен за два периода: 1-й период, когда вносилось  $N_{40}P_{36}K_{40} + 6,0$  т/га навоза, и 2-й период, когда вносилось  $N_{45}P_{55}K_{45} + 7$  т/га побочного продукции на 1 га севооборота. Так, интенсивность баланса азота в первый период составляла 53% , а во второй – 69%, что привело к формированию дефицитного баланса азота на уровне –31 – –41 кг/га. При внесении минеральных удобрений интенсивность баланса азота возрастала до 89–92%, что снизило дефицитность азота при внесении навоза в 3,7 раза, а при оставлении побочной продукции – в 1,7 раза (табл. 1).

Интенсивность баланса фосфора на контроле без внесения минеральных удобрений составила 29% (1 период) и 45% при оставлении побочной продукции (2 период), что в 1,56 раза эффективнее. При этом сформировался дефицитный баланс фосфора на уровне –14 – –17 кг/га. При внесении минеральных удобрений интенсивность баланса фосфора возрастала в 5 раз, при внесении навоза – в 3,34 раза при оставлении побочной продукции на месте выращивания. Баланс фосфора в обоих случаях был бездефицитный, но при внесении навоза на фоне минеральных удобрений положительность баланса была выше в 3,6 раза. Интенсивность баланса калия в 10-польном севообороте при оставлении побочной продукции без внесения минеральных удобрений была в 3,6 раза выше, чем при полном изъятии побочной продукции без минеральных удобрений, что повлияло на снижение дефицитности баланса калия, в первом случае – на 10 кг/га. При внесении навоза и оставлении побочной продукции на фоне минеральных удобрений интенсивность баланса калия в первом случае возросла в 6,74 раза, а во втором – в 2,66 раза, что повлияло на баланс калия, который был положительным как при внесении навоза, так и при оставлении побочной продукции (табл. 1).

При использовании побочной продукции в качестве органических удобрений вынос азота снижается в 1,22 раза, а при внесении минеральных удобрений – в 1,13 раза, фосфора – в 1,17 и 1,05 раза; калия – в 1,09 и 1,03 раза относительно периода с внесением навоза. Суммарный вынос NPK без внесения минеральных удобрений снизился в 1,17 раза, а при внесении минерального питания – в 1,08 раза. При замене навоза на побочную продукцию на фоне минерального питания вынос азота, фосфора и калия был одинаковым: 52–55% азота, 14–17% фосфора и 29–32% калия, а соотношение элементов питания составило: 1,5–1,7(N): 0,4–0,5 (P): 1 (K) без минеральных удобрений и 1,8–1,9 (N): 0,5 (P): 1 (K) при внесении органических удобрений на фоне минерального питания (табл. 2).

Таблица 1  
Сравнительный баланс элементов питания в 10-польном зернопропашном севообороте при замене навоза на побочную продукцию для условий Левобережной Лесостепи Украины

Статьи баланса	Система удобрения	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		ΣNPK	
		**период внесения навоза 2001 г	2010 г	**период внесения навоза 2001 г	2010 г	**период внесения навоза 2001 г	2010 г		
кг на 1 га	Без удобрений	-44	-31	-17	-14	-56	-47	-118	-90
	N <sub>40</sub> P <sub>36</sub> K <sub>40</sub> +6,0 т/га навоза	-12	-18	+18	+5	0	-7	+6	0
*И <sub>6</sub> , %	5 т/га побочной продукции	53,0	69,0	29,0	45,0	15,0	35,0	36	54
	N <sub>45</sub> P <sub>55</sub> K <sub>45</sub> +7 т/га побочной продукции	92,0	89,0	143	150	101	93,0	151	162

Примечания. 1. И<sub>6</sub>, % – интенсивность баланса. 2. 1964–1973 гг.

Таблица 2  
Вынос азота, фосфора и калия сельскохозяйственными культурами в 10-польном зернопропашном севообороте для условий Левобережной Лесостепи Украины, кг/га на абсолютно сухое вещество

Система удобрения	Надземной массой			Растительными остатками			Всего			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Σ
Без удобрений	920	243	603	277	55	117	1197	298	724	2219
N <sub>40</sub> P <sub>36</sub> K <sub>40</sub> +6,0 т/га навоза	1327	419	806	420	95	145	1747	513	951	3211
*период внесения навоза 2001–2010 гг.										
5 т/га побочной продукции	607	172	271	374	83	393	981	255	665	1901
N <sub>45</sub> P <sub>55</sub> K <sub>45</sub> +7 т/га побочной продукции	993	336	384	563	161	542	1555	497	926	2978
Примечание. 1964–1973 гг.										

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

В 5-польном севообороте с горохом без внесения удобрений общий вынос азота, фосфора и калия составил 1101 кг/га, а при внесении удобрений вынос увеличился в 2,1 раза. В севообороте с травами общий вынос макроэлементов без внесения удобрений снизился в 1,3 раза, а при внесении удобрений вырос в 1,2 раза. В севообороте с горохом основной продукцией выносились 44% элементов питания, тогда как в севообороте с травами – 45–53,8% от общего выноса. На побочную продукцию приходился 41% выноса в первом случае и 25,6–32,7% – во втором.

Пожнивные и корневые остатки содержали в себе 14,9% и 19,3–20,6% макроэлементов от общего выноса соответственно севооборотами. В целом нетоварной частью урожая выносились 56% макроэлементов в севообороте с горохом и 46–52% – в севообороте с травами, что свидетельствует о достаточном резерве элементов питания при использовании нетоварной части урожая в качестве органического удобрения. Сопоставление основных статей выноса и поступления баланса питательных веществ в севооборотах различного типа показывает, что количество внесенных удобрений не компенсирует вынос макроэлементов питания при формировании урожая культур. Так, в севообороте с травами без внесения удобрений баланс составил –488 кг/га, а при внесении удобрений – –491 кг/га, или –97,6 и –113 кг/га ежегодно. В севообороте с травами без внесения удобрений дефицитность баланса макроэлементов была на уровне севооборота с горохом и в 1,3 раза меньше при внесении удобрений.

Возвращение всей нетоварной части урожая обеспечивало положительность баланса элементов питания по калию, но его уровень был в 2,9 раза меньше, чем в севообороте с горохом, а дефицитность по азоту и фосфору выросла в 5,2 и 2,5 раза. При внесении удобрений возвращение нетоварной части урожая обеспечивало положительность баланса, которая была ниже в 1,31 раза, а на 1 га севооборота приходилось 20 кг/га азота, 26 кг/га фосфора и 74 кг/га калия.

Установленные особенности формирования баланса органического вещества и макроэлементов питания влияли на урожайность культур в разноротационных севооборотах. Так, максимально типичная урожайность в севообороте с многолетними травами за 2 ротации составила: зерновых – 6,82–7,89 т/га, в т.ч.: озимой пшеницы – 4,99–5,29 т/га, кукурузы – 8,63–10,6 т/га, гороха – 3,17–3,45 т/га, сахарной свеклы – 56,4–61,3 т/га. Отклонение урожайности от максимального до минимального значения составляет: по зерновым – 35%, по озимой пшенице – 48%. Коэффициент вариации урожайности зерновых культур относительно среднего – 30%, озимой пшеницы – 35,3%, кукурузы – 27,7%, гороха и сахарной свеклы – 18,1–19,1%. Выход зерновых единиц составил 5,85 т/га, кормовых – 6,65 т/га, переваримого протеина – 0,47 т/га. Максимально-типичная урожайность в севообороте с горохом: зерновых – 5,55–6,11 т/га, в т.ч.: озимой пшеницы – 4,25–4,54 т/га, кукурузы – 8,8–9,0 т/га, сахарной свеклы – 48,0–53,1 т/га, многолетних трав – 29,3–35,0 т/га. Размах урожайности от максимального значения до минимального составляет по зерновым – 28%, озимой пшенице – 25,4%. Выход зерновых единиц – 4,96 т/га, кормовых – 6,37 т/га, переваримого протеина – 0,46 т/га.

Сравнительная оценка производительности 10-польного зернопропашного севооборота при замене навоза на побочную продукцию показала, что использование побочной продукции как органического удобрения без внесения

минерального питания способствует росту урожайности зерновых культур на 121%, в т.ч. кукурузы – на 147%, сахарной свеклы – на 140%, кукурузы на силос – на 120%. Оставление побочной продукции без внесения минеральных удобрений способствовало росту урожайности зерновых культур на 125%, в т.ч. кукурузы на зерно – на 161%, гороха – на 136% , сахарной свеклы – на 111%. Общий выход з.е. с 1 га севооборота вырос на 117%, а хозяйственный выход – на 115%. При замене 6 т/га навоза на побочную продукцию (7 т/га) с внесением  $N_{45}P_{55}K_{45}$  выход з.е. с 1 га вырос на 129%, а хозяйственный выход – на 125% (табл. 3).

Таблица 3

**Срнительная продуктивность 10-польного зернопропашного севооборота при замене навоза на побочную продукцию растениеводства для условий Левобережной Лесостепи Украины**

Структура севооборота	%	Урожайность, т/га			
		*период полной утилизации побочной продукции	2001–2010 гг.	*период внесения навоза	2001–2010 гг.
		без удобрений	5 т/га побочной продукции	$N_{40}P_{36}K_{40} + 6,0$ т/га навоза	$N_{45}P_{55}K_{45} + 7$ т/га побочной продукции
1. Зерновые	50	2,83	3,40	3,93	4,90
Озимая пшеница	30	2,64	2,60	3,78	3,87
Ячмень	10	2,20	2,25	3,21	3,31
Кукуруза на зерно	10	3,66	5,36	4,80	7,72
2. Зернобобовые					
Горох	10	2,20	2,12	2,32	3,14
3. Пропашные					
Сахарная свекла	20	25,3	35,4	32,6	36,2
4. Кормовые					
Кукуруза на силос	20	31,4	37,0	40,1	39,4
Многолетние травы	20	3,61	2,64	3,91	3,63
Выход з.е., т/га		3,74	4,36	4,84	6,21
Хозяйственный выход з.е., т/га		4,56	5,23	5,99	7,46

Примечание. 1964–1973 гг.

### ВЫВОДЫ

1. Анализ интенсивности баланса элементов питания в АПК области показывает, что за счет недовнесения минеральных удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур элементы питания возвращаются в почву на 82–86% ежегодно. При сравнении стоимости вынесенных элементов питания урожаем с ценами на минеральные удобрения оказалось, что общий «кредит» за счет невозвращенных почве элементов питания составляет 290–295 грн./га (более 30\$) и ежегодно возрастает. Внесение навоза за последние годы не превышает 1–1,2 т/га севооборотной площади, а в качестве органических удобрений используется побочная продукция растениеводства. Снижение плодородия сопровождается нарушением структуры севооборотов – неоправданно возрастают площади посева кукурузы на зерно, сои и подсолнечника, что в комплексе не обеспечивает воспроизводство плодородия почв в АПК Черкасской области Украины.

2. В 10-польном зернопропашном севообороте с насыщением зерновыми до 50%, горохом – до 10%, сахарной свеклой – до 20%, кормовыми культурами – до 40% без внесения минерального питания за счет побочной продукции в количестве 6 т/га обеспечивается рост продуктивности севооборота на 0,62 т/га з.е., а хозяйственный выход увеличивается на 0,67 т/га з.е., или на 117% и 115%. Замена 6 т/га навоза на фоне минерального питания побочной продукцией (7 т/га) с внесением 145 кг д.в. NPK способствует увеличению выхода з.е. на 1,37 т/га, а хозяйственного выхода – на 1,47 т/га, или на 120% и 125%.

3. Использование нетоварной части урожая в качестве удобрений в короткоротационных севооборотах различного типа позволяет компенсировать расход элементов питания из почвы по азоту и фосфору на 70–75%, а по калию происходит 100% компенсация. При внесении удобрений ( $N_{31}P_{33}K_{41}$  1 га с.в. площади) в нетоварной части урожая содержалось достаточное количество элементов питания для достижения положительного баланса по азоту и фосфору: в среднем в севообороте с горохом на 1 га севооборота приходилось 22 кг азота, 33 кг фосфора и 102 кг калия; в севообороте с травами – 20 кг/га азота, 26 кг/га фосфора и 74 кг/га калия. Для обеспечения оптимального удобрения ( $N_{33}P_{31}K_{41}$  на 1 га севооборота) необходимо вносить 15–20 кг д.в. азотных удобрений при заделке побочной продукции и 10–15 кг д.в. фосфора при посеве культур ежегодно.

4. Рост продуктивности севооборота по выходу з.е. с 1 га в период 2001–2010 гг., когда на поле оставляли всю побочную продукцию в количестве 7 т/га на фоне минерального питания (145 кг д.в. NPK), обеспечивается высокой производительностью новых сортов и гибридов кукурузы, свеклы сахарной и гороха. При использовании в качестве органических удобрений побочной продукции показатели баланса органического вещества и питательных элементов в большей мере соответствуют убывающему плодородию, чем при внесении навоза, что свидетельствует о необходимости развития животноводства и использовании навоза, побочной продукции и минеральных удобрений комплексно.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демиденко, О.В. Продуктивність п'ятипольних сівозмін залежно від обробітку ґрунту і удобрення та їхня здатність до відтворення родючості чорноземів /

О.В. Демиденко; Мін. АПК, Ін-т рослинництва ім. Юр'єва // Посібник Українського хлібороба. – 2010. – С. 122–126.

2. Демиденко, О.В. Баланс поживних речовин в сівозмінах з короткою ротацією на чорноземах лівобережного лісостепу України / О.В. Демиденко, І.С. Шаповал; Мін. АПК, Ін-т рослинництва ім. Юр'єва // Посібник Українського хлібороба. – 2011. – С. 71–73.

3. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол.: М.В. Зубець [та інш.]. – К.: Аграрна наука, 2010. – 980 с.

4. Сівозміни у землеробстві України: реком. / за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. – К.: Аграрна наука, 2002. – 146 с.

5. Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур в сівозмінах з різною ротацією за основними ґрунтово-кліматичними зонами України: реком./ за ред.. А.С. Заришняка, М.В. Лісового.– К.: Аграрна наука, 2008.– 120с.

6. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. – Харків: Міська друкарня, 2011. – 30 с.

7. Система применения удобрений / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 418 с.

8. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління / С.А. Балюк [та інш.]. – Харків: Міська друкарня, 2011. – 30 с.

## **THE STRUCTURE OF CROP ROTATION, TILLAGE, FERTILIZER AND FERTILITY OF CHERNOZEMS OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

**A.V. Demidenko, Yu.I. Krivda, V.A. Velichko**

### **Summary**

It is showed that in the modern conditions of management in default of stock-raising and manure indemnification of nutrients takes place due to uncommodity part of harvest, that is considered as biologization of crop rotations. In 5 field crop rotations with a pea and herbares without top-dressing returning all uncommodity part, provides complete indemnification of macroelements feeding on potassium, and on nitrogen and phosphorus balance was negative. At top-dressing in uncommodity part of harvest there were sufficient quantities of nutrients for achieving of positive balance on nitrogen and phosphorus, and at the average to 1 ga of crop rotation were recovered: 22 kg of nitrogen, 33 kg of phosphorus and 102 kg of potassium.

*Поступила 02.02.14*