

УДК 631.582:631.816.1

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ

О. И. КАЧМАР, О. В. ВАВРИНОВИЧ, М. М. ЩЕРБА

*Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины,  
с. Оброшино, Украина, 81115, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net*

*(Поступила в редакцию 04.01.2019)*

Для обеспечения высокого уровня урожайности сельскохозяйственных культур и восстановления плодородия почвы необходимы новые высокопродуктивные экологически сбалансированные короткоротационные севообороты и системы удобрения. Исследованиями, проведенными в длительном стационарном опыте в 2011–2015 гг., установлено, что наивысший уровень продуктивности сельскохозяйственных культур формировался в условиях плодосменного севооборота при всех системах удобрения. При внесении 10 т/га навоза в сочетании с минеральными удобрениями в дозе  $N_{52,5}P_{60}K_{60}$  (традиционная система) выход кормовых единиц составлял 5,87 тыс./га, перевариваемого протеина – 0,55 т/га. При альтернативной системе, состоящей из половинных доз навоза и минеральных удобрений в сочетании с соломой и сидератами, эти показатели ниже на 0,8 и 0,07 т/га соответственно. При отсутствии навоза их значения снижались до 4,84 и 0,47 т/га. Продуктивность зерно-травяного севооборота была несколько меньше, чем плодосменного, и находилась, в зависимости от удобрения, в пределах 4,61–5,35 тыс./га корм.ед. и 0,55–0,64 т/га переваримого протеина, зерно-пропашного – еще ниже 3,19–4,07 тыс./га и 0,26–0,33 т/га соответственно. Самая низкая продуктивность выявлена в зерновых севооборотах – 2,88–5,28 тыс./га и 0,36–0,49 т/га. Наивысший выход зерна (4,49 т/га) и зерновых единиц (4,15 т/га) отмечен при органо-минеральной системе удобрения в зерновом 4-польном севообороте со следующим набором культур: горох, пшеница озимая, кукуруза на зерно, овес. Применение альтернативных систем удобрения снижало выход зерна на 17,8–20,1 %, зерновых единиц – на 0,68–0,76 тыс./га. Наибольшая продуктивность сельскохозяйственных культур формируется в плодосменном севообороте при совместном применении органических и минеральных удобрений. Такая система удобрения обеспечивает и самый высокий выход зерна в зерновых севооборотах. В условиях альтернативных систем удобрения всех севооборотов показатели продуктивности культур ниже, чем при традиционных.

**Ключевые слова:** короткоротационные севообороты, системы удобрения, продуктивность культур, плодородие почвы.

To provide a high level of crop productivity, and recovery of soil fertility, new highly productive and ecologically balanced crop rotations and fertilizers are necessary. Studies conducted in long-term inpatient experience (2011–2015 years) revealed that the highest level of productivity of agricultural crops was formed in conditions of crop rotation on all fertilizers systems. When making 10 t/ha of manure in combination with mineral fertilizers  $N_{52,5}P_{60}K_{60}$  (traditional system) feed units output amounted 5.87 t/ha, digestible protein totaled 0.55 t/ha. Alternative system consisting half doses of manure and mineral fertilizers in combination with straw and green manure provided their values 0.8 and 0.07 t/ha respectively. Exclusion of manure led to the reduction of these indicators to the level 4.84 and 0.47 t/ha. Productivity of grain-grass crop rotation was slightly lower than with 50% grain part and was, depending on the fertilization, within 4.61 t/ha to 5.35 t/ha and 0.55 of feed units 0.64 t/ha digestible protein, grain-cultivated 3.19–4.07 t/ha and 0.26–0.33 t/ha appropriately. The lowest productivity was at the grain crop rotation – 2.88–5.28 and 0.36–0.49 t/ha. The highest grain yield (4.49 t/ha) and grain units yield (4.15 t/ha) were by organic and mineral fertilization in grain rotation with these crops: peas, winter wheat, maize for grain, oats. The use of fertilizers alternative systems resulted in reduction of grain yield to 17.8–20.1 per cent, grain units to 0.68–0.76 t/ha. Higher productivity of agricultural crops is formed while combination of organic and mineral fertilizers in crop rotation. This system of fertilization provides the highest grain yield in grain crop rotations. In terms of alternative systems of crop rotation, the productivity of crops was lower than the traditional ones.

**Key words:** short rotation crop rotation, fertilization system, crops productivity, soil fertility.

### Введение

Современное сельскохозяйственное производство Украины характеризуется многоукладностью формы, включает как многоотраслевые, так и узкоспециализированные предприятия. Севообороты с длинной ротацией внедряют в крупных предприятиях, где больше возможностей в размещении культур в зависимости от почвенно-климатических и ландшафтных факторов, сохранение и восстановление плодородия почв. Однако с возникновением новых форм земельных отношений, разукрупнением больших хозяйств возросло количество товаропроизводителей, которые имеют относительно небольшую площадь землепользования, ограниченный набор культур и узкую специализацию. Им необходимо внедрять динамические севообороты с короткой ротацией, основанные на научных принципах размещения культур после соответствующих предшественников, в зависимости от их биологических

особенностей и физиологических потребностей, с учетом сбалансированности показателей плодородия почвы и фитосанитарного состояния посевов. В этом случае появляется возможность оперативно реагировать на конъюнктуру рынка [1–5].

Цель исследований – определение высокопродуктивных экологически сбалансированных короткоротационных севооборотов и систем удобрения, которые обеспечивают высокий уровень урожайности сельскохозяйственных культур и восстановление плодородия почвы.

#### Основная часть

В 2001 г. на серой лесной поверхностно оглеенной почве был заложен двухфакторный стационарный опыт. В 2011–2015 гг. изучали 9 схем полевых разноротационных севооборотов (3-, 4-, 5-польные) с насыщением зерновыми культурами (н.з.к.) от 50 до 100 % (табл. 1). Определили несколько вариантов: совместное внесение навоза с минеральными удобрениями (традиционная система удобрения); применение соломы, сидератов и минеральных удобрений; использование навоза, соломы, сидератов и минеральных удобрений (альтернативные системы удобрения).

Перед закладкой опыта содержание гумуса в почве составляло 1,67–1,71 %, сумма поглощенных оснований – 4,4–5,0 мг-экв/100 г почвы, щелочно-гидролизуемого азота – 9,2–9,9 мг/100 г почвы, подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 10,8–11,13 и 9,3–9,5 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора  $pH_{KCl}$  – 4,70–4,84, гидролитическая кислотность – 2,26 мг-экв/100 г почвы.

Таблица 1. Порядок размещения культур в севооборотах и системы удобрения (схема опыта)

Севооборот (н.з.к. *, %)	Культура	Система удобрения		
		Классическая	Альтернативная	
<b>5-польные севообороты</b>				
Зерновой (100)	гречиха	$N_{60}P_{60}K_{60}$	солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$	солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$
	пшеница озимая	$N_{90}P_{90}K_{90}$	солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$
	соя	$N_{30}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{15}P_{22}K_{22}$	солома + $N_{15}P_{22}K_{22}$
	пшеница озимая	$N_{90}P_{90}K_{90}$	солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$
		навоз, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$		навоз, 20 т/га + солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$
	кукуруза на зерно / ячмень яровой	навоз, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{120}$	сидерат + $N_{60}P_{50}K_{60}$ + солома + $N_{60}P_{50}K_{60}$	навоз, 20 т/га + сидерат + $N_{60}P_{50}K_{60}$ + солома
$N_{60}P_{60}K_{60}$		сидерат + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$	сидерат + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + солома	
<b>4-польные севообороты</b>				
Зерновой (100)	горох	$N_{45}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{23}P_{23}K_{23}$	солома + $N_{23}P_{23}K_{23}$
	пшеница озимая	$N_{60}P_{90}K_{90}$	солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	пшеница озимая	навоз, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$	навоз, 20 т/га + сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома
	овес	$N_{40}P_{40}K_{40}$	солома + $N_{20}P_{20}K_{20}$	солома + $N_{20}P_{20}K_{20}$
Зерновой (100)	горох	$N_{45}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{23}P_{23}K_{23}$	солома + $N_{23}P_{23}K_{23}$
	пшеница озимая	$N_{60}P_{90}K_{90}$	солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	кукуруза на зерно	навоз, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{120}$	сидерат + $N_{60}P_{50}K_{60}$ + солома + $N_{60}P_{50}K_{60}$	навоз, 20 т/га + сидерат + $N_{60}P_{50}K_{60}$ + солома
	овес	$N_{40}P_{40}K_{40}$	солома + $N_{20}P_{20}K_{20}$	солома + $N_{20}P_{20}K_{20}$
Зерно-травяной (75)	клевер	–	–	–
	пшеница озимая	$N_{60}P_{90}K_{90}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$
	пшеница озимая	навоз, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$	навоз, 20 т/га + сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома
	ячмень яровой + клевер	$N_{60}P_{60}K_{60}$	солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$	солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$
Плодосменны й (50)	Клевер	–	–	–
	пшеница озимая	$N_{60}P_{90}K_{90}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$
	картофель	навоз, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$	навоз, 20 т/га + сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома
	ячмень яровой + клевер	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$
Зерно-пропашной (75)	гречиха	$N_{60}P_{60}K_{60}$	солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$	солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$
	пшеница озимая	$N_{90}P_{90}K_{90}$	солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$	солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$
	картофель	навоз, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома + $N_{45}P_{45}K_{45}$	навоз, 20 т/га + сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + солома
	ячмень яровой	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$
<b>3-польные севообороты</b>				
Зерновой (66)	соя	$N_{30}P_{45}K_{45}$		
	пшеница озимая	$N_{60}P_{90}K_{90}$		
	пшеница озимая	$N_{90}P_{90}K_{90}$		
Зерновой (66)	кормовые бобы	$N_{45}P_{45}K_{45}$		
	пшеница озимая	$N_{60}P_{90}K_{90}$		

	пшеница озимая	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	
--	----------------	---	--

\* н.з.к. – насыщение зерновыми культурами.

На полях опыта в севооборотах выращивали пшеницу озимую сорта Мироновская 65, ячмень яровой – Княжий, овес – Ант, гречиху – Аэлита, кукурузу – Закарпатская зубовидная, горох – Зекон, сою – Агат, кормовые бобы – Пикуловицкие, картофель – Оксамит, клевер луговой – Дрогобицкий; сидеральная культура – редька масличная.

Учет урожая основной продукции озимой пшеницы, ярового ячменя, гречихи, овса, гороха, сои, кукурузы проводили методом сплошного обмолота каждого участка с последующим пересчетом на 100 %-ю чистоту и 14 %-ю влажность, картофеля и многолетних трав – вручную, побочной продукции (соломы) – взвешиванием с каждой деланки. Образцы почвы отбирали и готовили к анализам согласно ДСТУ ISO 11464-2001. Содержание щелочно-гидролизующего азота определяли по Корнфилду, доступного фосфора и обменного калия – по Чирикову в вытяжке 0,5 н. CH<sub>3</sub>COOH (ДСТУ 4115-2002); азота, фосфора, калия в основной и побочной продукции культур – методом мокрого озоления по Гинзбург, общего азота – по Кьельдалю, фосфора – фотометрическим методом, калия – на пламенном спектрофотометре. При статистической обработке данных урожая использовали метод дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову в дисперсионном пакете Statistica.

В ходе исследований установлено, что продуктивность растений зависит от насыщения севооборотов разными культурами, их соотношения, а также от использованных систем удобрения. Наибольших величин она достигла в плодосменном севообороте при внесении 10 т/га навоза в сочетании с минеральными удобрениями в дозе N<sub>52,5</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Выход кормовых единиц составлял 5,87 т/га, переваримого протеина – 0,55 т/га (табл. 2). Использование половинных доз навоза и минеральных удобрений в сочетании с соломой и сидератами снижали значения этих показателей на 0,8 т/га и 0,07 т/га соответственно; а наименьшими они были в варианте без применения навоза – 4,84 т/га и 0,47 т/га.

По сравнению с плодосменным севооборотом, продуктивность зерно-травяного была меньше – 5,35 т/га корм. ед., 0,64 т/га переваримого протеина. А самые низкие значения она имела в зерновом севообороте в вариантах с традиционной системой удобрения – 5,28 т/га корм. ед., 0,49 т/га соответственно. Использование альтернативной системы удобрения уменьшало эти показатели на 13,1–16,1 % и 17,3–20,0 %. Изучение критериев продуктивности показало, что 3-, 4-, 5-польные севообороты при 100 %-ном насыщении зерновыми культурами и применении разных систем удобрения обеспечивали урожайность 3,23–4,49 т/га. Наивысшее значение выявлено в зерновом 4-польном чередовании: горох – пшеница озимая – кукуруза на зерно – овес при органо-минеральной системе удобрения. Высокий сбор зерна предопределен насыщением этого севооборота высокоурожайной зерновой кукурузой (25 %). Уменьшение доз внесения навоза и минеральных удобрений в сочетании с соломой и сидератами, а также исключение навоза закономерно снижали выхода зерна – на 17,8–20,1 % (зерновых единиц – на 0,68–0,76 тыс./га). Сокращение доли зерновых культур в структуре посевов до 50 % при одновременном введении в севооборот многолетних трав обусловило минимальный сбор зерна – 2,05 т/га в варианте с совместным применением 10 т/га навоза и N<sub>52,5</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, причем уменьшение дозы удобрений снижало величину этого показателя до 1,62–1,68 т.

В трехпольных зерновых севооборотах, где 33 % в структуре посевов занимают зернобобовые (соя, кормовые бобы) в вариантах с минеральным удобрением было собрано 3,80–3,87 т/га корм. ед., 3,30–3,40 т/га зерн. ед. и 0,57–0,60 т/га переваримого протеина.

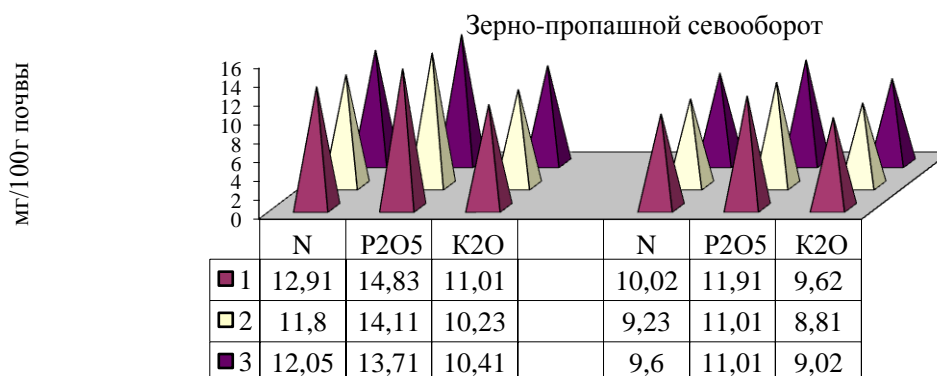
Таблица 2. Продуктивность севооборотов в зависимости от систем удобрения

Культура и ее доля в севообороте, %	Внесено на 1 га севооборотной площади				Выход, т/га			
	навоз, т	N, кг	P, кг	K, кг	всего зерна	корм.ед.	переваримого протеина	зерн. ед.
<i>Зерновой (100 % н.з.к.)</i>								
Пшеница – 40	8	72,0	77,0	81,0	3,80	4,58	0,50	3,70
Гречиха – 20	–	48,0	48,4	52,4	3,16	3,81	0,43	3,06
Кукуруза (зерно) – 20	4	36,0	38,4	40,4	3,20	3,85	0,43	3,10
Соя – 20	–	60,0	69,0	69,0	3,23	3,64	0,47	3,38
Пшеница – 40	–	36,0	40,4	40,4	2,55	2,88	0,36	2,68
Ячмень яровой – 20	–	30,0	34,4	34,4	2,61	2,95	0,38	2,74
Гречиха – 20	–	–	–	–	–	–	–	–
Соя – 20	–	–	–	–	–	–	–	–
Пшеница – 50	10	58,8	66,3	66,3	3,95	4,28	0,54	3,96

Овес – 25	–	40,7	44,5	44,5	3,29	3,57	0,45	3,31
Горох – 25	5	29,5	33,2	33,2	3,41	3,69	0,46	3,41
Пшеница – 25	10	66,3	68,8	73,8	4,49	5,28	0,49	4,15
Овес – 25	–	48,2	47,0	52,0	3,73	4,41	0,41	3,45
Кукуруза (зерно) – 25	–	–	–	–	–	–	–	–
Горох – 25	5	33,3	34,5	37,0	3,81	4,50	0,42	3,52
<i>Зерно-травяной (75 % н.з.к.)</i>								
Пшеница – 50	10	52,5	60,0	60,0	3,26	5,35	0,64	3,26
Ячмень яровой – 25	–	37,5	41,3	41,3	2,68	4,61	0,55	2,68
Клевер – 25	5	26,3	30,0	30,0	2,84	4,73	0,56	2,84
<i>Плодосменный (50 % н.з.к.), контроль</i>								
Пшеница – 50	10	52,5	60,0	60,0	2,05	5,87	0,55	3,39
Картофель – 25	–	37,5	41,3	41,3	1,62	4,84	0,47	2,60
Клевер – 25	5	26,3	30,0	30,0	1,68	5,07	0,48	2,79
<i>Зерно-пропашной (75 % н.з.к.)</i>								
Пшеница – 25	10	75,0	75,0	75,0	2,24	4,07	0,33	3,89
Ячмень яровой – 25	–	37,5	41,3	41,3	1,80	3,19	0,26	2,85
Гречиха – 25	–	–	–	–	–	–	–	–
Картофель – 25	5	26,3	30,0	30,0	1,85	3,42	0,27	3,04
<i>Зерновой (66 % н.з.к.)</i>								
Пшеница – 66	–	50,0	75,0	75,0	3,30	3,80	0,57	3,37
Соя – 33	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Зерновой (66 % н.з.к.)</i>								
Пшеница – 66	–	65,0	75,0	75,0	3,40	3,87	0,60	3,44
Кормовые бобы – 33	–	–	–	–	–	–	–	–

Важное условие формирования высокого уровня продуктивности севооборотов и урожайности сельскохозяйственных культур – обеспечение растений достаточным количеством элементов питания. Наибольшее содержание щелочно-гидролизуемого азота (12,1–14,0 мг/100г почвы), подвижного фосфора (12,0-13,7 мг/100 г почвы) и обменного калия (9,37–12,2 мг/100 г почвы) при традиционной и альтернативных системах удобрения (11,0–13,2; 10,9–13,2; 8,78–11,7 мг/100 г почвы соответственно) зафиксировано под пшеницей озимой в пахотном слое при возобновлении весенней вегетации. Перед сбором урожая их количество уменьшалось, что объясняется потреблением растениями. На обеспеченность выращиваемой культуры элементами питания влияли предшественники. Анализ результатов исследований, проведенных после их уборки, показал, что в вариантах, где под пшеницу озимую вносили минеральные удобрения ( $N_{60}P_{90}K_{90}$ ) наивысшее содержание доступного азота до посева культуры отмечено после клевера лугового (12,3 мг/100 г почвы). Несколько меньше оно было после сои и гороха–11,2 и 11,6 мг/100 г почвы. Размещение пшеницы озимой в повторных посевах и после гречихи снижало содержание доступного азота (9,6 и 10,8 мг/100 г почве), при этом норма азотных удобрений под эту культуру была больше на 30 кг д.в. ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ).

Анализ питательного режима почвы (рис. 1) под яровыми культурами, а именно картофелем и яровым ячменем, показал, что лучший уровень обеспеченности важными для растений элементами формировался при органо-минеральной системе удобрения.



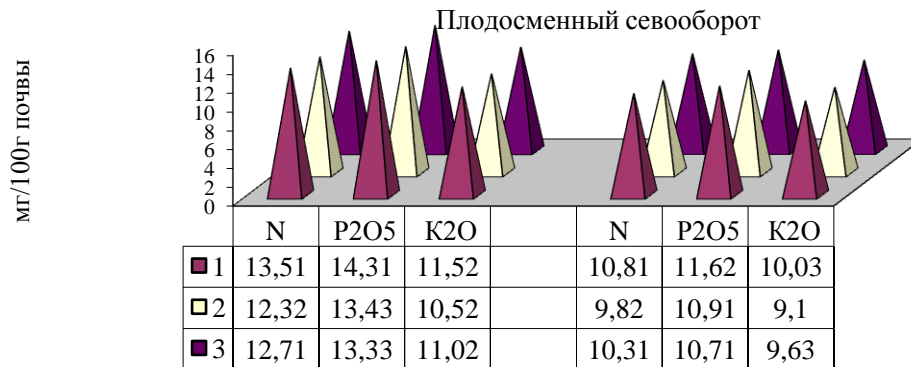
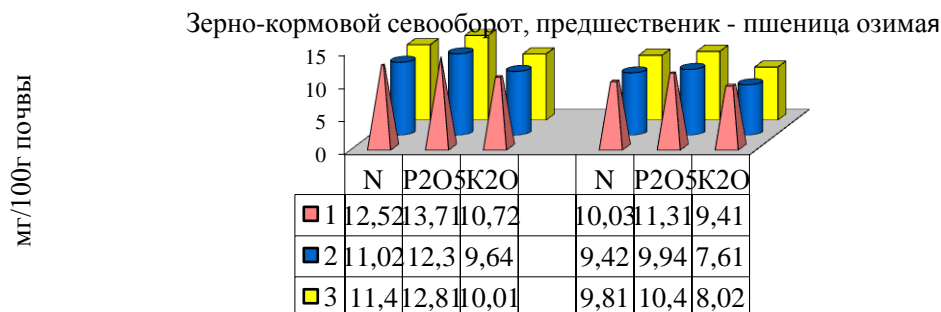


Рис. 1. Питательный режим почвы под картофелем, предшественник пшеница озимая: 1 – традиционная система удобрения; 2, 3 – альтернативные системы удобрения.

Так, совместное внесение непосредственно под картофель в зерно-пропашном и плодосменном севооборотах минеральных удобрений в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$  и 40 т/га навоза способствовало наиболее интенсивному накоплению щелочно-гидролизуемого азота – на уровне 12,91–13,51, доступного фосфора – 14,31–14,83 и обменного калия – 11,01–11,52 мг/100 г почвы в пахотном слое в начале вегетации культуры. Уменьшение дозы минеральных удобрений, запашка сидерата и соломы предшественника уменьшали количество подвижных элементов питания растений, соответственно, на 0,86–0,80; 1,12–0,98 и 0,60–0,50 мг/100 г почвы. Самые низкие значения этих показателей отмечено при запашке сидерата, побочной продукции и половинной нормы минеральных удобрений. По мере роста и развития растений картофеля наблюдали уменьшение содержания элементов питания во всех вариантах опыта в результате поглощения их растениями. В формировании эффективного плодородия почвы под ячменем отмечены те же закономерности: самый высокий уровень накопления подвижных соединений азота, фосфора и калия зафиксирован при традиционной системе удобрения в севообороте с большей частью зерновых культур (рис. 2).



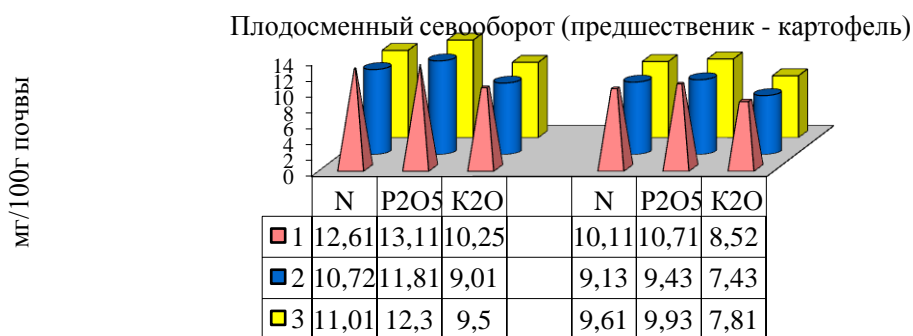


Рис. 2. Питательный режим почвы под ячменем яровой: 1 – традиционная система удобрения; 2, 3 – альтернативные системы удобрения

Баланс основных питательных веществ характеризует степень интенсификации и культуры земледелия. Формируя на его основе систему удобрения, мы учли прибыльную и расходную части (табл. 3).

Таблица 3. Баланс элементов питания в севооборотах, кг/га

Культура и ее доля в севообороте, %	Поступление			Вынос			Баланс (±)					
	N	P	K	N	P	K	за ротацию севооборота			за 1 год		
							N	P	K	N	P	K
<i>Зерновой (100% н.з.к.)</i>												
Пшеница – 40	692	491	647	647	204	502	+45	+287	+145	+9,0	+57,4	+29,0
Гречиха – 20	541	337	578	587	174	427	-46	+163	+151	-9,2	+32,6	+30,2
Кукуруза (зерно) – 20	584	338	642	543	177	435	+41	+162	+207	+8,2	+32,4	+41,4
Соя – 20	635	452	590	592	182	419	+42	+270	+171	+8,4	+54,0	+34,2
Пшеница – 40	434	278	404	462	144	330	-28	+134	+74,0	-5,6	+26,8	+14,8
Ячмень яровой – 20	513	301	508	499	158	363	+14	+143	+145	+2,8	+28,6	+29,0
Гречиха – 20	583	372	510	581	192	420	+2	+180	+90	+0,5	+45,0	+22,5
Соя – 20	443	253	383	494	164	361	-51	+89	+22	-12,9	+22,2	+5,5
Пшеница – 50	502	261	468	495	168	300	+8	+93	+168	+2,0	+23,2	+42,0
Овес – 25	612	380	540	611	271	491	+1	+109	+49	+0,3	+27,3	+12,3
Горох – 25	506	278	510	509	174	412	-3	+104	+98	-0,8	+26,0	+24,5
Пшеница – 25	548	278	571	508	178	420	+40	+100	+151	+10,0	+25,0	+37,8
Овес – 25	<i>Зерно-травяной (75% н.з.к.)</i>											
Кукуруза (зерно) – 25	581	347	484	531	176	435	+50	+171	+49	+12,5	+42,8	+12,3
Горох – 25	420	222	315	467	155	384	-47	+67	-69	-11,8	+16,8	-17,3
Клевер – 25	480	228	393	471	159	394	+9	+69	-1	+2,3	+17,3	-0,25
<i>Плодосменный (50% н.з.к.), контроль</i>												
Пшеница – 50	591	348	501	532	193	559	+57	+155	-58	+14,3	+38,8	-14,5
Картофель – 25	400	212	274	449	161	463	-49	+51	-189	-12,2	+12,7	-47,3
Клевер – 25	457	217	349	449	165	474	+8	+52	-125	+2,0	+13,0	-31,3
<i>Зерно-пропашной (75% н.з.к.)</i>												
Пшеница – 25	560	408	561	521	165	486	+39	+243	+75	+9,8	+60,7	+18,7
Ячмень яровой – 25	356	256	360	373	125	365	-17	+131	-5	-4,3	+32,8	-1,3
Гречиха – 25	406	261	436	384	134	394	+22	+127	+42	+5,5	+31,8	+10,5
Картофель – 25	<i>Зерновой (66% н.з.к.)</i>											
Пшеница – 66	271	230	229	339	96	213	-68	+134	+16	-22,6	+44,7	+5,3
Соя – 33	<i>Зерновой (66% н.з.к.)</i>											
Пшеница – 66	302	231	229	360	110	257	-58	+121	-28	-19,3	40,3	-9,3
Кормовые бобы – 33	<i>Зерновой (66% н.з.к.)</i>											

Балансовые расчеты элементов питания в 3–5-польных севооборотах при разных системах удобрения указывают, что применение на 1 га площади севооборота 8–10 т навоза и минеральных удобрений в дозе N<sub>52,5-75</sub>P<sub>60-77</sub>K<sub>60-81</sub>, а также уменьшенное вдвое их количество с последующей запашкой сидерата и побочной продукции обеспечило положительный баланс азота в пределах от 0,5–14,3 до 2,0–10,0 кг/га. Дефицит этого элемента установлен после применения сидерата, соломы и уменьшенных доз минеральных удобрений.

Наибольшее накопление азота отмечено в зерно-травяном (+2,5 кг/га) и плодосменном (+14,3 кг/га) севооборотах при традиционной системе удобрения и наличии в структуре посевных площадей 25 % клевера лугового. Это свидетельствует о включении в круговорот азота атмосферного источника этого элемента.

Положительный баланс фосфора обеспечили все изученные системы удобрения во всех севооборотах. Дефицит калия формировался при использовании альтернативных систем удобрения, если доля зерновых культур составляла 50–75 %. Это указывает на необходимость его дополнительного внесения с органическими и минеральными удобрениями. Увеличение доли зерновых культур в структуре посевных площадей до 100 % способствовало нормализации баланса калия.

#### **Заключение**

Таким образом, наивысшую продуктивность севооборотов – выход корм. ед. 5,87 т/га и переваримого протеина 0,55 т/га – обеспечивает совместное внесение 10 т/га навоза и минеральных удобрений в дозе  $N_{52,5}P_{60}K_{60}$  в плодосменном севообороте при наличии в структуре посевных площадей 25 % клевера лугового, 25 % пшеницы озимой, 25 % картофеля, 25 % ячменя ярового. Лучшая урожайность зерна – 4,48 т/га (зерновых единиц – 4,20 т/га) достигается в зерновом четырехпольном севообороте (горох, пшеница озимая, кукуруза на зерно, овес) при органо-минеральной системе удобрения. Сочетание органической и минеральной системы удобрения обеспечило бездефицитный баланс питательных веществ в серой лесной почве при различных по структуре севооборотах.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Gadzalo Ya. M. Crop rotations in agriculture of Ukraine // Ya. M. Gadzalo, V. F. Kaminsky, V. F. Saiko / Agriculture. Inter-departmental thematic scientific collection. – К.: ЕСМО, 2015. – Вип. 1 – Р. 38–46.
2. Гера, А. Н. Продуктивность севооборотов на осушаемых органогенных почвах Полесья Украины // А. Г. Гера / Земледелие и селекция в Беларуси: Сборник научных трудов Национальной академии наук Беларуси РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2012. – Вып.48. – С. 18–24.
3. Качмар, О. Й. Альтернативные системы удобрения картофеля в севооборотах / О. Й. Качмар, Ю. Н. Олифир, О. В. Вавринович // Картофелеводство: сб. науч. тр.: В 2 ч. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Т. 21. Ч.2. – С. 50–57.
4. Качмар, О. Й. Вплив систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах Західного регіону України / О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, М. М. Щерба // Землеробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: ЕКМО, 2015. – Вип. 1. – С. 38–46.
5. Каминский, В. Ф. Биологический круговорот органического вещества и элементов питания в короткоротационных севооборотах / В. Ф. Каминский, Д. В. Литвинов, Н. Л. Шаронова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 3. – С. 11–15.