

**Н. Н. Семененко**

*Институт мелиорации, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

## **ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ**

Приведены результаты многолетних исследований по оценке влияния комплексного применения разных предшественников, способов основной обработки антропогенно-преобразованных торфяных почв и систем удобрения на продуктивность культур кормового севооборота. Установлено, что использование почвозащитной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, включающей возделывание сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной, и применение сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с микроэлементами и регуляторами роста обеспечивает аналогичную с базовой (проведение зяблевой вспашки почвы, применение повышенных доз минеральных удобрений и др.) продуктивность кормового севооборота – 11,5 и 11,6 т/га в год к. ед. соответственно. Однако при почвозащитной технологии исключается необходимость проведения зяблевой вспашки почвы, до минимума сводятся потери ОВ почвы и миграция в нижележащие горизонты азота, калия, кальция и других элементов минерального питания, улучшается ее водный режим и фитосанитарное состояние посевов, обеспечивается по сравнению с базовой технологией повышение прибыли на 190 долл/га и снижение себестоимости произведенной продукции – на 27 %. Положительной стороной почвозащитной технологии возделывания культур в севообороте является возможность ее использования на удаленных полях. Возделывание сидерата в виде кулисной культуры и внесение дифференцированных доз минеральных удобрений, определяемых на планируемую урожайность с учетом результатов новых методов почвенной диагностики, применение в подкормку микроэлементов и биологически активных веществ может служить основой почвозащитной ресурсосберегающей технологии возделывания сельскохозяйственных культур в кормовых севооборотах на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья.

*Ключевые слова:* антропогенно-преобразованные торфяные почвы, деградация, органическое вещество, почвозащитное земледелие, сидерат, кулисная культура, удобрения, кукуруза, ячмень, озимый рапс, урожайность, продуктивность, плодородие

**N. N. Semenenko**

*The Institute for Land Reclamation, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

## **INNOVATIVE FARMING SYSTEM ON ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED SOILS OF POLESSYE**

The results of years of studies aimed at evaluation of the effect of combined application of different precursors, methods of the basic cultivation of anthropogenically transformed peat soils and fertilization systems on performance of crops in fodder crop rotation. It was determined that application of soil protection method for agricultural crops cultivation, including green manure cultivation in the form of strip crop of oil radish, and application of fertilizer doses balances with crops combined with trace elements and growth regulators, provides the same fodder crop rotation performance as the base one (autumn plowing of soil, application of increased mineral fertilizers doses, etc.) – 11.5 and 11.6 t/ha per year to the unit, respectively. However, in case of soil protection technology, the need for autumn plowing of soil is eliminated, loss of soil OM and migration into underlying nitrogen, potassium, calcium and other mineral nutrients layers are reduced to minimum, its water regime and phytosanitary condition of crops is improved, the profit increases by 190 USD/ha and the prime cost of produce is decreased by 27% compared to the basic technology. The positive aspect of soil protection technology for crops cultivation in rotation is possibility to use it in remote fields. The cultivation of green manure in the form of a strip crop and introduction of differentiated doses of mineral fertilizers defined for planned crop yield taking into account the new methods of soil diagnostics, application of trace elements and biologically active substances as fertilizers can be the basis for soil protection resource-saving technology for cultivation of agricultural crops in fodder crop rotations on anthropogenically transformed peat soils of Polesye.

*Keywords:* of anthropogenically transformed peat soils, degradation, organic substance, soil protection farming, green manure, strip crop, fertilizers, maize, barley, winter rape, crop yield, performance, fertility

Перед земледелием Беларуси в настоящее время стоит задача – существенно повысить эффективность использования мелиорированных земель, удобрений и других средств интенсификации производства, снизить себестоимость растениеводческой продукции. Решение этих вопросов особенно актуально для зоны Полесья, где около 700 тыс. га сельскохозяйственных земель размещаются на агроторфяных почвенных комплексах.

Одной из наиболее актуальных экологических и экономических проблем зоны Полесья, сдерживающей причиной его устойчивого развития, является деградация агроторфяных почв. Ведущими факторами, провоцирующими деградацию и тем самым снижение плодородия и производительную способность этих почв, являются дефляция (в отдельные годы до 10–15 т/га и более) и минерализация органического вещества (4–6 т/га в год и более) [1–10 и др.]. Наибольшие потери органического вещества на таких почвах наблюдаются при возделывании пропашных культур, проведении вспашки и применении повышенных доз минеральных, особенно азотных, удобрений. Поэтому при ведении земледелия на агроторфяных почвах рекомендуется максимально их использовать под многолетние травы, при возделывании пропашных культур вносить органические удобрения в дозах 50–60 т/га, заменять вспашку на обработку без оборота пласта и др.<sup>1</sup> Однако в зоне Полесья, где значительные площади земель сельскохозяйственного назначения размещаются на агроторфяных почвах, выполнить эти рекомендации в реальной жизни сложно. С целью укрепления кормовой базы животноводства на этих почвах в структуре посевных площадей зерновые фактически занимают до 50 %, а кукуруза (как ведущая кормовая культура) – около 30 %. Основной способ осенней обработки почвы – зяблевая вспашка, органические удобрения применяются, как правило, на полях, расположенных вблизи животноводческих комплексов. Также установлено, что применяемая «базовая» система использования минеральных удобрений на антропогенно-преобразованных торфяных почвах нуждается в совершенствовании. Для повышения производительной способности и устойчивости к деградации агроторфяных почв Полесья необходима разработка альтернативных почвозащитных, экономически и экологически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и систем земледелия на основе новых методических решений.

В результате проведенных ранее исследований на антропогенно-преобразованных торфяных почвах установлено [11], что одним из лучших предшественников основных культур севооборота являются промежуточные, надземная масса которых используется на зеленый корм, а в почву под зяблевую вспашку заделываются пожнивно-корневые остатки (ПКО). Однако использование и такого предшественника под кукурузу на агроторфяных почвах не исключает проведение зяблевой вспашки, внесение органических удобрений, интенсивную дефляцию и минерализацию ОВ почвы в течение длительного периода, что приводит к снижению ее плодородия. Поэтому в последние годы в ряде стран (Англии, Германии, США и др.) в качестве предшественника кукурузы, сахарной свеклы и сои используют кулисные посевы промежуточных культур.

Цель исследований – разработать инновационную, основанную на принципах ресурсосбережения и повышения экологической устойчивости, почвозащитную систему земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья.

**Объекты и методы исследований.** Предполагалось, что снизить потери ОВ почвы, затраты на зяблевую вспашку и применение органических удобрений, химических средств защиты растений, повысить продуктивность культур звена севооборота и поступление ОВ в почву возможно за счет использования в качестве предшественника кулисной культуры более зрелых растений редьки масличной. В фитомассе таких растений больше накапливается лигнина, полифенолов с соотношением С:N – 20–25 и более, из которых образуются гумусовые вещества. Посевы растений редьки масличной, оставленные в зиму в качестве кулисной культуры, за зимний период отмирают. Весной при созревании почвы они заделываются в почву дискатором на глубину 10–12 см, при этом растительные остатки кулисной культуры продолжают сохранять

<sup>1</sup> Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур: метод. указания. – Минск. 1998. – 25 с.; Национальный доклад о состоянии, использовании и охране земельных ресурсов (по сост. на 1 янв. 2011 г.) / Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь; под ред. Г.И. Кузнецова. – Минск: РУП «БелНИЦзем», 2011 – 184 с.; Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг./ В.Г. Гусаков [и др.]; под ред. В.Г. Гусакова. – НАН Беларуси, МСХП РБ, Госкомимущества, Ин-т почвоведения и агрохимии; Минск, 2010. – 106 с.; Лапа, В.В. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.; Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.; Система применения органических и минеральных макро- и микроудобрений в севооборотах: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 56 с.

почвозащитную функцию в виде мульчи после посева кукурузы. Научный и практический интерес представляют также результаты исследований по установлению количества поступившего в почву органического вещества и элементов минерального питания с растительной массой кулисной культуры, влияние ее на водно-физические свойства и ветровую эрозию почвы, засоренность посевов, эффективность применения удобрений, продуктивность и экономическую эффективность возделывания культур звена почвозащитного севооборота.

Экспериментальные полевые исследования проводили в 2010–2014 гг. в стационарных условиях на опытном поле Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства на антропогенно-преобразованных торфяных почвах, подстилаемых песком с глубины 35–40 см. Агрохимическая характеристика почвы ( $A_n$ ) опытного поля перед закладкой опыта: содержание органического вещества – 17–22 %;  $pH_{KCl}$  – 5,7–5,9; доступные растениям соединения (в 0,2 М уксусной кислоте): азот – 98 кг/га (низкое);  $P_2O_5$  – 87 кг/га (низкое);  $K_2O$  – 513 кг/га (среднее). Подвижные формы (в 0,2 М HCl):  $P_2O_5$  – 376 мг/кг почвы (среднее) и  $K_2O$  – 399 (среднее),  $CuO$  – 5,6 (среднее) и  $ZnO$  – 8,1 мг/кг почвы (низкое).

Исследования проводили в следующем звене севооборота: 1) пелюшко-овсяная смесь, поукосно редька масличная; 2) кукуруза на зеленую массу; 3) ячмень на зерно; 4) озимый рапс на маслосемена, пожнивно пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм.

Эффективность систем удобрений и способов основной обработки почвы изучали на двух фонах последствия редьки масличной в качестве предшественника других культур:

1) базовый вариант – пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно редька масличная на зеленый корм, вспашку проводили на глубину 20–22 см под кукурузу, ячмень и озимый рапс;

2) пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно редька масличная в качестве кулисной культуры, осеннюю обработку почвы под кукурузу не проводили. Под ячмень и озимый рапс после уборки кукурузы и ячменя в качестве основной обработки проводили поверхностное дискование на глубину 10–12 см в два следа.

Исследуемые варианты систем удобрения по культурам звена севооборота представлены в табл. 1, 2. Дозы удобрений рассчитаны на получение урожайности зеленой массы кукурузы – 55–60, зерна ячменя – 5,0–5,5 и маслосемян озимого рапса – 4,0–4,5 т/га. Формы удобрений: основное внесение – мочевины (под озимый рапс – сернокислый аммоний), аммонизированный суперфосфат, хлористый калий. Изучали также эффективность нового медленнодействующего удобрения марки  $N_5P_{16}K_{35}$  с добавкой азотных удобрений, бора и цинка, разработанного в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» под руководством доктора с.-х. наук Г.В. Пироговской.

Сорта исследуемых культур: кукуруза – гибрид Алмаз раннеспелый ФАО-180, норма высева – 110 тыс. всхожих зерен, ширина междурядий – 70 см; ячмень – сорт Атаман, норма высева – 200 кг/га; озимый рапс на маслосемена – сорт Зорны, норма высева – 1 млн всхожих зерен. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур в опыте – рекомендованная в зоне Полесья для антропогенно-преобразованных торфяных почв. Общая площадь делянки 24 м<sup>2</sup> (4 м × 6 м).

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были контрастными и оказали различное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Отмечалось чередование прохладной в весенний период, иногда с заморозками, и дождливой или жаркой и сухой в летний период. В целом погодные условия в период вегетации сельскохозяйственных культур были типичными для зоны Полесья в последние годы. Более благоприятными по погодным условиям были вегетационные периоды 2011–2012 гг. и худшими – 2013 г. (избыточное) и 2014 г. (недостаточное) увлажнение во второй период вегетации культур.

## Результаты и их обсуждение

**1. Влияние кулисной культуры на плодородие почвы.** В результате проведенных исследований установлено, что в среднем за два года при внесении удобрений  $N_{57}P_{49}K_{75}$  под пелюшко-овсяную смесь и  $N_{58}$  под редьку масличную получена достаточно высокого уровня урожайность зеленой массы этих культур на корм скоту – 354 и 649 ц/га соответственно, а в сумме – 1003 ц/га.

Т а б л и ц а 1. Распределение удобрений по культурам звена севооборота, годы

Table 1. Distribution of fertilizers by rotation link crops

Вариант системы удобрений	Культура				Внесено удобрений NPK, кг/га	
	однолетние травы*	кукуруза на силос	ячмень	озимый рапс*	всего	среднее за год
I. Без удобрений (общий фон – $N_{161}P_{99}K_{150}$ ) <sup>1</sup>	$N_{115}P_{50}K_{75}$	–	–	–	$N_{161}P_{99}K_{150}$	$N_{41}P_{24}K_{38}$
II. Доза азота рассчитывается на возмещение выноса, $P_2O_5$ – 150 и $K_2O$ – 130 % к выносу <sup>2</sup>	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{180}P_{135}K_{240}$	$N_{120}P_{90}K_{140}$	$N_{165}P_{120}K_{160}$	$N_{626}P_{444}K_{690}$	$N_{157}P_{111}K_{173}$
III. Компенсация выноса РК на 110 %, доза азота определяется по выносу и корректируется с учетом содержания $N_{min}$ в почве <sup>3</sup>	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$	$N_{90}P_{70}K_{120}$	$N_{135}P_{90}K_{120}$	$N_{521}P_{349}K_{570}$	$N_{130}P_{87}K_{143}$
IV. Вариант III + микроэлементы, БАВ, ретарданты	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$ Zn, Экосил	$N_{90}P_{70}K_{120}$ Cu, Экосил, PP	$N_{135}P_{90}K_{120}$ Cu, B, Экосил	$N_{521}P_{349}K_{570}$ МЭ, PP, Экосил	$N_{130}P_{87}K_{143}$
V. Вариант III – МДУ <sup>4</sup>	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$	$N_{90}P_{70}K_{120}$	$N_{135}P_{90}K_{120}$ B, Гуматы	$N_{521}P_{349}K_{570}$	$N_{130}P_{87}K_{143}$

<sup>1</sup> Для выравнивания уровня плодородия почвы опытного участка доза удобрений применялась одного уровня под две культуры –  $N_{115}P_{50}K_{75}$  (пелюшка + овес –  $N_{45}P_{50}K_{75}$ ; поукосно редька масличная –  $N_{70}$ ).

<sup>2</sup> Дозы азота рассчитаны на возмещение выноса, фосфора и калия на возмещение выноса элементов с урожаем и дополнительно на повышение плодородия почвы (базовый).

<sup>3</sup> Компенсация выноса РК на 110 %, доза азота определяется по выносу с урожаем и корректируется на содержание азота в почве.

<sup>4</sup> Медленнodelствующее удобрение марки  $N_{16}P_{16}K_{35}$  с добавкой азотных удобрений, бора и цинка.

\* После уборки озимого рапса пожнивно высеяна пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, внесено  $N_{46}P_{49}K_{75}$ .

Т а б л и ц а 2. Схемы применения удобрений под основные культуры

Table 2. Fertilizers application schemes for main crops

Система удобрения	Применение удобрений		
	основное	подкормки	
		1-я	2-я
<i>A – кукуруза*</i>			
I. Без удобрений	Без удобрений	–	
II. $N_{180}P_{135}K_{240}$ (базовая)	$N_{60}P_{45}K_{60}$	4–5 листьев – $N_{60}$	7–8 листьев – $N_{60}$
III. $N_{135}P_{90}K_{180}$	$N_{40}P_{30}K_{40}$	$N_{45}$	$N_{50}$
IV. Вариант III + Zn + Экосил	$N_{40}P_{30}K_{40}$	$N_{45}$	$N_{50}$ + Адоп-Zn, 2 л/га + Экосил
V. Вариант III, МДУ	$N_{90}P_{70}K_{120}$	–	$N_{45}$ (Гумат)
<i>B – ячмень*</i>			
I. Без удобрений	Без удобрений	–	
II. $N_{120}P_{105}K_{140}$ (Ндробно)	$N_{60}P_{45}K_{60}$	$N'_{40}$	$N''_{20}$
III. $N_{90}P_{70}K_{120}$ (Ндробно)	$N_{45}P_{30}K_{40}$	$N'_{30}$	$N''_{15}$
IV. Вариант III + Cu, PP, + Экосил, фунгицид	$N_{45}P_{30}K_{40}$	$N'_{30}$ + ЭлеГумCu, Терпал, Экосил	$N''_{15}$ , фунгицид
V. Вариант III, МДУ	$N_{90}P_{70}K_{120}$	–	–
<i>B – озимый рапс**</i>			
I. Без удобрений	–	–	–
II. $N_{165}P_{120}K_{160}$	$N_{45}P_{30}K_{40}$	$N_{120}$	–
III. $N_{135}P_{90}K_{120}$	$N_{45}P_{30}K_{40}$	$N_{90}$	–
IV. Вариант III + (ЭлеГумCu, B, Экосил)	$N_{45}P_{30}K_{40}$	$N_{90}$	$N_{30}$ + (ЭлеГум Cu, B, Экосил)
V. Вариант III + (ЭлеГум B, Гуматы)	$N_{45}P_{30}K_{40}$	$N_{90}$	$N_{30}$ + (ЭлеГум B, Гуматы)

\*  $N'_{40}$  – начало стеблевания (стадия 29–31);  $N''_{20}$  – последний лист развернут (стадия 47–50).

\*\* 1-я – ранневесенняя; \*\* 2-я – через 2,5 недели (16–18 сут).



Химический состав биомассы редьки масличной, убираемой в разные сроки, существенно различается (табл. 3). Зеленая масса молодых растений редьки масличной, используемой на корм в сентябре, содержит больше азота, фосфора, калия и меньше углерода, чем более зрелая (октябрь) биомасса сидерата кулисной культуры.

Т а б л и ц а 3. Химический состав биомассы редьки масличной

T a b l e 3. Chemical composition of oil radish biomass

Сроки отбора проб	Вид продукции	Химический состав, %				C:N
		C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
15–25 сентября	Зеленая масса на корм	30,8	3,0	0,99	5,83	12,0
	Корни	32,0	1,86	0,73	7,44	20,1
20–25 октября	Зеленая масса кулисной культуры	33,1	2,03	0,85	5,54	19,1
	Корни	38,9	1,78	0,91	6,95	25,6

Важным показателем растительной массы как источника пополнения ОБ почвы является соотношение содержания в ней углерода к азоту. Зеленая масса редьки масличной, убираемая на корм (с высоким содержанием азота – 3,0 % и узким соотношением C:N = 12,0), при запашке в почву интенсивно минерализуется, аккумулируя микробами углерод почвы. Пополнение почвы гумусовыми соединениями при этом не происходит. В то же время растительная надземная масса кулисной культуры редьки масличной, а также корневая масса двух способов ее использования, имеющих соотношение C:N в сухой массе около 20 и более, способствует образованию гумусовых соединений и снижению дефицита баланса ОБ в почве.

Данные по накоплению биомассы и элементов питания в почве при разных способах использования редьки масличной показывают (табл. 4), что при отчуждении зеленой массы редьки масличной на корм с пожнивно-корневыми остатками (ПКО) в почву поступает в среднем за два года только 15,7 ц/га сухой массы. При использовании редьки масличной в качестве кулисной культуры более эффективно повышается плодородие почвы.

Т а б л и ц а 4. Продуктивность сухой массы и накопление элементов питания поукосных посевов редьки масличной

T a b l e 4. Performance of dry weight and accumulation of nutrient elements of oil radish postcut droppings

Вид продукции	Сухая масса, ц/га	Содержание в сухой массе, кг/га				
		C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	C:N
<i>Зеленая масса на корм</i>						
Пожнивно-корневые остатки	15,7	510	29	11	117	21
<i>Кулисная культура</i>						
Надземная масса	81,5	2681	165	69	452	19
Корни	12,1	446	21	11	84	25
Всего	93,6	3127	187	80	536	20
50 т/га навоз КРС*	125	10500	250	125	300	–
Усвоение в 1-й год	–	–	50	35	100	–

\*Справочно.

Перед уходом в зиму (по состоянию на 20–25 октября) вес сухого вещества надземной и корневой массы редьки масличной в сумме составил 98,0 ц/га, в которой аккумулировано 195 кг/га азота, 84 кг/га фосфатов и 567 кг/га калия. Это количество элементов питания превышает их потребление сельскохозяйственными культурами в 1-й год внесения 50 т/га подстильного навоза КРС. В почве накапливаются элементы минерального питания и углерод, снижается их миграция в нижележащие слои и грунтовые воды. Широкое соотношение C:N в биомассе кулисной культуры указывает на возможное новообразование ОБ в почве. Учитывая нормативный коэффициент гумификации растительных остатков 20–25 %, в почву с надземной и корневой массой поступает около 2,2 т/га гуму-

совых соединений, что эквивалентно внесению подстилочного навоза 45–50 т/га. При этом уже за осеннее-зимний период в почве перед посевом кукурузы накапливаются в значительных количествах элементы минерального питания растений (табл. 5).

Кроме того, кулисная культура улучшает водно-физические свойства почвы, укрывает ее поверхность почти 7 месяцев в году (рис. 1), а также создание мульчи и шероховатой поверхности после весенней обработки почвы и посева кукурузы сводит до минимума потери ОБ от дефляции и минерализации, снижается засоренность посевов.



Рис. 1. Состояние поверхности почвы под кулисной культурой в конце марта (до начала весенней обработки почвы)

Fig. 1. Soil surface condition under the strip crop at the end of March (before the spring cultivation)

Т а б л и ц а 5. Изменение агрохимических свойств почв под влиянием предшественника ( $P_2O_5$  и  $K_2O$  вытяжка 0,2 М НСl)

Table 5. Change of soils agrochemical properties under influence of a predecessor ( $P_2O_5$  and  $K_2O$  extract 0.2 M HCl)

Предшественник (редька масличная)	Агрохимические свойства почвы		
	$N_{\text{усв}}^*$	$P_2O_5$	$K_2O$
На зеленый корм, зяблевая вспашка	233	406	506
Кулисная культура, без вспашки	308	431	537
± к базовой, мг (%)	+75 (+32)	+25 (+6)	+31 (+6)

\* Среднее из 20 повторений по каждому показателю.

## 2. Влияние кулисной культуры на водно-физические свойства почвы и засоренность посевов.

При оценке способов основной обработки почвы наряду с энергетическими и экономическими затратами важной характеристикой этих работ служат также и такие показатели, как плотность и накопление влаги в корнеобитаемом слое почвы, наличие сорной растительности и др., которые оказывают существенное влияние на формирование урожайности и создание условий для минерализации органического вещества. Результаты исследований, приведенные на примере кукурузы [12], показывают, что плотность почвы слоя 0–20 см после зяблевой вспашки и после кулисной культуры (без осенней обработки) по всем срокам учета различается несущественно. Равновесная величина ее за период вегетации составляет 0,724 и 0,722 г/см<sup>3</sup> соответственно. Несколько выше плотность слоя 21–40 см, которая после вспашки составляет 0,750, а после кулисной культуры – 0,952 г/см<sup>3</sup>. Однако и эта величина плотности почвы лишь приближается к границе оптимальных значений для кукурузы (около 1,10 г/см<sup>3</sup>). Равновесная плотность почвы слоя 41–50 см значительно выше, чем верхних органогенных слоев, и составляет 1,377–1,442 г/см<sup>3</sup>.

Важной характеристикой почвы является накопление влаги в ней за осеннее-зимний период. Обычно считается, что зяблевая вспашка способствует повышению запаса продуктивной влаги в почве. Результаты наших исследований показывают [12], что при возделывании кулисной культуры запасы продуктивной влаги в слое 0–50 см почвы как весной после зимы до посева (28–30 марта), так и равновесная за вегетационный период в среднем на 22 % превышают запасы влаги при вспашке. Например, средние равновесные за период вегетации растений запасы продуктивной влаги в слое 0–50 см при вспашке составляют 150, а при кулисной культуре – 183 мм. Вероятно, это происходит потому, что при кулисной культуре осадки меньше мигрируют в нижележащие слои и больше накапливаются в почве, меньше теряются с испарением. Отсюда следует важный практический вывод: при возделывании кукурузы на антропогенно-преобразованных торфяных почвах с точки зрения состояния их плотности кулисная культура редьки масличной не хуже проведения зяблевой вспашки, а по водному режиму превосходит этот способ обработки почвы.

Агроторфяные почвы отличаются сильной засоренностью. В пахотном слое этих почв количество семян сорняков превышает 2 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Поэтому важным показателем состояния посевов и эффективности проведения способов основной обработки почвы, применения гербицидов является наличие сорной растительности. Результаты учета сорной растительности показывают [12], что после посева пелюшко-овсяной смеси на зеленую массу, а затем поукосно редьки масличной в качестве кулисной культуры почти в 2 раза снизилась по сравнению с вспашкой засоренность посевов кукурузы в варианте без применения гербицидов. Применение гербицидов в 3–4 раза снижает засоренность посевов кукурузы. Приведенные данные показывают, что и по признаку «состояние засоренности посевов» целесообразно при возделывании кукурузы зяблевую вспашку антропогенно-преобразованных торфяных почв заменять на использование кулисной культуры.

**3. Агроэкологическая эффективность комплексного использования агробиотехнологических приемов на посевах культур звена почвозащитного севооборота.** В табл. 6 представлены результаты полевых исследований по оценке эффективности комплексного действия систем удобрений на фоне вспашки и кулисной культуры на посевах культур звена севооборота. По каждой культуре представлены средние данные за два года.

Т а б л и ц а 6. Урожайность основных культур звена почвозащитного севооборота

Table 6. Yield of major crops of soil protection rotation link

Система удобрения	Предшественник – редька масличная		Прибавка от кулисной культуры
	на зеленый корм (фон 1), вспашка (20–22 см)	кулисная культура (фон 2), дискование (10–12 см)	
<i>Кукуруза за зеленую массу (30 % СМ), т/га*</i>			
I. Без удобрений	36,7	56,9	+20,2
II. N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>240</sub> <sup>1</sup>	51,1	66,6	+15,5
III. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> <sup>2</sup>	48,5	69,9	+21,4
IV. Вариант III + Zn, Экосил	56,9	74,1	+17,2
V. Вариант III – МДУ <sup>3</sup>	–	77,4	+20,5
<i>Ячмень, ц/га</i>			
I. Без удобрений	26,3	30,1	3,8
II. N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> <sup>1</sup>	37,7	40,5	+2,8
III. N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> <sup>2</sup>	37,5	41,7	+4,2
IV. Вариант III + Cu, PP, Экосил	37,7	41,6	+3,9
V. Вариант III – МДУ <sup>3</sup>	–	40,3	+2,6
<i>Озимый рапс, ц/га</i>			
I. Без удобрений	27,2	27,2	0
II. N <sub>165</sub> P <sub>120</sub> K <sub>160</sub> <sup>1</sup>	38,5	40,0	+1,5
III. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> <sup>2</sup>	39,3	41,9	+2,6
IV. Вариант III + Cu, B, Экосил	41,4	45,9	+4,5
V. Вариант III + B, Гуматы	–	45,1	3,7

<sup>1</sup> Базовый, доза P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 150 и K<sub>2</sub>O – 130 % к выносу, азота – на возмещение выноса.

<sup>2</sup> Доза P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – 110 % к выносу, определяется по выносу с корректировкой на содержание N<sub>min</sub> в почве.

<sup>3</sup> МДУ – медленнодействующее удобрение марки N<sub>5</sub>P<sub>16</sub>K<sub>35</sub> с добавкой азотных, бора и цинка.

\* Без обработки почвы.

Анализ полученных результатов исследований показывает, что на фоне 1 последствие предшественника пожнивно-корневых остатков редьки масличной и зяблевой вспашки почвы получена достаточно высокого уровня урожайность зеленой массы кукурузы – 36,7 т/га. Дополнительное внесение минеральных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста позволило повысить урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с контролем на 20,2, достигнув уровня 56,9 т/га. Использование редьки масличной в качестве кулисной культуры (фон 2) обеспечило повышение по сравнению с фоном 1 урожайности также на 20,2 т/га в варианте без удобрений. При дополнительном внесении удобрений на фоне 2 достигнута урожайность 66,6–77,4 т/га. По сравнению

с базовым фоном 1 урожайность по аналогичным вариантам внесения удобрений повысилась на 15,5–21,4 т/га, или на 30–44 %. Наиболее высокая урожайность получена при комплексном применении сбалансированных по выносу элементов питания с урожаем доз макро- и микроудобрений и биологически активных веществ – 74,1 т/га. По этому варианту получена и самая высокая окупаемость 1 кг NPK – 42 кг массы, что в 2,4 раза больше, чем при применении повышенных доз удобрений базового варианта. Также высокая урожайность зеленой массы кукурузы на фоне кулисной культуры получена при внесении медленнодействующей формы удобрения – 77,4 т/га.

Представленные в табл. 6 результаты исследований также показывают, что урожайность зерна ячменя как в варианте «без удобрения», так и в вариантах других исследуемых систем удобрений на фоне последствия кулисной культуры сформировалась выше на 2,6–4,2 ц/га, или около 10 % выше по сравнению с фоном 1, достигнув уровня 40,3–41,7 ц/га. Применение повышенных доз NPK (вар. II) не имеет преимуществ по урожайности перед вариантом доз удобрений, рассчитанных на вынос с планируемой урожайностью (вар. III). При более благоприятных погодных условиях 2012 г. урожайность ячменя по этому варианту внесения удобрений достигала 50 ц/га.

Последствие кулисной культуры проявилось и на посевах третьей культуры – озимого рапса, при этом уровень урожайности маслосемян рапса в среднем за два года по варианту системы удобрений, предусматривающей внесение повышенных доз (вар. II), не имеет преимуществ перед вариантом доз удобрений, сбалансированных по выносу с планируемой урожайностью (вар. III). Более высокая урожайность получена в вариантах с внесением сбалансированных доз удобрений в комплексе с микроэлементами, регулятором роста и биологически активными веществами на фоне кулисной культуры, которая составляет 45,1–45,9 ц/га. Прибавка урожайности от последствия кулисной культуры в вариантах с внесением удобрений колебалась от 1,5 до 4,5 ц/га. Более высокая прибавка получена в вариантах с применением сбалансированных доз макро- и микроудобрений, регуляторов роста.

В табл. 7 представлены результаты оценки влияния различных предшественников, способов обработки почвы и систем применения удобрений на продуктивность культур звена почвозащитного севооборота. Приведенные данные показывают, что продуктивность культур звена севооборота при внесении удобрений по предшественникам кулисной культуры и базовому варианту (в котором наряду с основными культурами учитывается также и продуктивность зеленой массы редьки масличной) по выходу кормовых единиц и обменной энергии примерно одного уровня. Различия по вариантам систем удобрений и предшественников находятся в пределах 2–5 %. Только по выходу переваримого протеина базовый вариант предшественника более существенно превосходит культуры звена севооборота на фоне последствия кулисной культуры. Однако и по этому предшественнику обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином составляет 112–116 г/к.ед., что выше физиологической нормы.

Таким образом, доказано, что кулисная культура оказывает положительное влияние на рост урожайности культур звена севооборота в течение трех лет исследований. Установлено, что за счет последствия кулисной культуры максимальный прирост урожайности составил: зеленой массы кукурузы – 21,4 т/га, ячменя – 4,2 и семян рапса – 4,7 ц/га.

Выход кормовых единиц и обменной энергии культур звена севооборота при внесении удобрений на фоне предшественника кулисной культуры и базовому варианту предшественника (в котором наряду с основными культурами учитывается также и продуктивность зеленой массы редьки масличной) примерно одного уровня и колеблется в пределах 10,7–12,1 т/га в год к.ед. и 105–114 ГДж/га в год. Наиболее высокая продуктивность достигнута при внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с микроэлементами, ретардантами и биологически активными веществами. По этому варианту технологии возделывания культур получена также самая высокая окупаемость удобрений в расчете на 1 кг NPK – 6,9–7,2 к.ед., что в 1,5–1,9 раза больше базового варианта внесения удобрений.

**4. Экономическая эффективность комплексного использования агротехнологических приемов на посевах культур звена почвозащитного севооборота.** При разработке технологий возделывания культур и систем земледелия в почвозащитных севооборотах на антропогенно-преобразованных торфяных почвах наряду с агрономической и экологической оценкой исследуемых приемов важное значение имеет и оценка экономической целесообразности прове-



Т а б л и ц а 7. Продуктивность культур звена почвозащитного севооборота, среднее за 2010–2014 гг.

T a b l e 7. Performance of crops of soil protection rotation link, the average for 2010–2014

Система удобрения, NPK кг/га в год	Предшественник – редька масличная		Прибавка от кулисной культуры
	зеленый корм, вспашка <sup>1</sup>	кулисная культура <sup>2</sup>	
<i>Кормовые единицы, т/га в год</i>			
I. Без удобрений	9,5	9,0	-0,5
II. N <sub>157</sub> P <sub>111</sub> K <sub>173</sub>	11,6	10,7	-0,6
III. N <sub>130</sub> P <sub>87</sub> K <sub>143</sub>	11,3	11,0	-0,3
IV. Вариант III + МЭ, РР, БАВ	12,1	11,5	-0,6
V. Вариант IV – МДУ	–	11,7	-0,4
<i>Переваримый протеин, ц/га в год</i>			
I. Без удобрений	13,7	10,1	-3,6
II. N <sub>157</sub> P <sub>111</sub> K <sub>173</sub>	15,9	12,4	-3,5
III. N <sub>130</sub> P <sub>87</sub> K <sub>143</sub>	15,7	12,3	-3,4
IV. Вариант III + МЭ, РР, БАВ	16,4	13,3	-3,1
V. Вариант IV – МДУ	–	13,3	-3,1
<i>Обменная энергия, ГДж/га в год</i>			
I. Без удобрений	91,3	90,5	-0,8
II. N <sub>157</sub> P <sub>111</sub> K <sub>173</sub>	109,2	105,0	-4,2
III. N <sub>130</sub> P <sub>87</sub> K <sub>143</sub>	107,5	108,6	+1,1
IV. Вариант III + МЭ, РР, БАВ	114,0	112,7	-1,3
V. Вариант IV – МДУ	–	113,4	-0,6

<sup>1</sup> В общую продуктивность культур звена севооборота включена и урожайность зеленой массы редьки масличной 64,9 т/га, а также урожайность 29,5 т/га пелюшко-овсяной смеси на зеленый корм, высеянной пожнивно после уборки озимого рапса.

<sup>2</sup> Учтена также урожайность 29,5 т/га пелюшко-овсяной смеси на зеленый корм, высеянной пожнивно после уборки озимого рапса.

дения тех или иных мероприятий. В исследованиях расчет показателей экономической эффективности проведен исходя из расценок и закупочных цен, действующих по состоянию на 2014 г. Производственные затраты рассчитаны по технологическим картам, составленным на основе фактически выполняемых работ при проведении полевых опытов. Стоимость кормовой единицы приравнивали к закупочной цене овса.

Приведенные в табл. 8 результаты исследований показывают, что в целом по исследуемым технологиям возделывания кормовых культур получена достаточно высокая условная прибыль, которая колеблется в пределах 1187–1390 долл/га. Наиболее высокий уровень прибыли (1390 долл/га) получен при возделывании культур звена севооборота по технологии, включающей использование посевов редьки масличной в качестве кулисной культуры и предшественника кукурузы, отсутствие осенней обработки почвы под кукурузу, под другие культуры проводится дискование на глубину 10–12 см. Система применения удобрений включает дробное внесение дозы азота, рассчитанной на возмещение выноса с урожаем и скорректированной с учетом содержания N<sub>min</sub> в почве, доза P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O составляет 110 % к выносу + микроэлементы, ретарданты и БАВ. При такой технологии возделывания культур достигается высокий, практически равный с базовой уровень выхода кормовых единиц (11,5 и 11,6 т/га в год) при снижении себестоимости производства на 27 % (49 против 67 долл/т к. ед.).

При оценке почвозащитной технологии необходимо особо отметить ее экологическую направленность – снижение до минимума потерь почвы с дефляцией, минимизацию потерь ОВ за счет эрозии и минерализации, улучшение водного режима и биологической активности почвы, сохранение ее плодородия. При средних минимальных ежегодных потерях торфа около 3 т/га и стоимости его 1 т, равной 50 долл/т, реальная прибыль от внедрения такого варианта почвозащитной технологии возделывания культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах будет на 150 долл/га выше приведенной в табл. 8.

Т а б л и ц а 8. Экономическая эффективность комплексного использования агробιοтехнологических приемов на посевах культур звена почвозащитного севооборота

Table 8. Economic efficiency of integrated application of agricultural biotechnological methods for dropping crops of soil protection rotation link

Система удобрения, NPK кг/га в год	Выход к. ед., т/га	Стоимость продукции	Общие затраты	Условная прибыль	Себестоимость 1 т к. ед., долл.
		долл/га			
<i>Фон I – редька масличная на зеленый корм, вспашка</i>					
I. N <sub>157</sub> P <sub>111</sub> K <sub>173</sub>	11,6	1972	772	1200	67
II. N <sub>130</sub> P <sub>87</sub> K <sub>143</sub>	11,3	1922	695	1227	62
III. Вариант II + МЭ, РР, БАВ	12,1	2057	709	1348	59
<i>Фон II – кулисная культура редьки масличной</i>					
I. N <sub>157</sub> P <sub>111</sub> K <sub>173</sub>	10,7	1819	632	1187	59
II. N <sub>130</sub> P <sub>87</sub> K <sub>143</sub>	11,0	1870	553	1317	50
III. Вариант II + МЭ, РР, БАВ	11,5	1955	565	1390	49

### Выводы

1. В результате проведенных исследований впервые установлено, что использование редьки масличной в качестве кулисной культуры по своему действию на продуктивность культур звена севооборота эквивалентно внесению около 45 т/га навоза, исключает необходимость проведения зяблевой вспашки почвы под кукурузу, сводит до минимума потери ОВ почвы, улучшает ее водный режим и фитосанитарное состояние посева.

2. Доказано, что кулисная культура оказывает положительное влияние на рост урожайности культур звена севооборота в течение трех лет. За счет последствия кулисной культуры максимальный прирост урожайности составил: зеленой массы кукурузы – 21,4 т/га, зерна ячменя – 4,2 ц/га и маслосемян озимого рапса – 4,7 ц/га. Наиболее высокая продуктивность культур звена севооборота достигнута при внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с микроэлементами и регуляторами роста: выход кормовых единиц и обменной энергии достигает 11,5 т/га в год и 113 ГДж/га в год соответственно, получение прибыли более 1500 долл/га в год при снижении себестоимости производства по сравнению с базовым вариантом системы земледелия на 27 %.

3. Комплексное использование редьки масличной в качестве кулисной культуры, энергосберегающих приемов основной обработки почвы и дифференцированных доз минеральных удобрений, определяемых с учетом требований новых методических решений, применение микроэлементов и регуляторов роста может служить основой высокоэффективной инновационной системы земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья, обеспечивающей повышение их производительности и экологической устойчивости. Положительной стороной разработанной системы земледелия является возможность ее использования на удаленных полях мелиоративных объектов.

### Список использованных источников

1. Бамбалов, Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Н. Н. Бамбалов ; под ред. А. В. Тишковича. – Минск : Наука и техника, 1984. – 176 с.
2. Скоропанов, С. Г. Эволюция торфяных почв / С. Г. Скоропанов, Н. Н. Бамбалов, П. Ф. Тиво // Охрана сельскохозяйственных угодий и окружающей среды / под ред. А. И. Мурашко. – Минск, 1984. – С. 193–210.
3. Скоропанов, С. Г. Избранные труды / С. Г. Скоропанов ; ред. В. Г. Гусаков. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 468 с.
4. Смян, Н. Н. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н. Н. Смян [и др.] // Вес. Акад. аграр. навук Рэсп. Беларусь. – 2000. – № 3. – С. 54–57.
5. Жилко, В. В. Почвозащитные севообороты на дефляционно-опасных землях Белорусского Полесья / В. В. Жилко, Н. Н. Цыбулька, А. Ф. Черныш // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель : материалы конф. / Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 2000. – С. 202–203.
6. Мееровский, А. С. Современное состояние и стратегия сохранения и рационального использования торфяных почв Беларуси / А. С. Мееровский, В. И. Белковский // Междунар. аграр. журн. – 2001. – № 10. – С. 12–15.

7. Мееровский, А. С. Проблемы использования и сохранения торфяных почв / А. С. Мееровский, В. П. Трибис // Новости науки и технологий. – 2012. – № 4. – С. 3–9.
8. Черныш, А. Ф. Дефляция почв в Беларуси / А. Ф. Черныш, Ю. А. Чижиков // Природ. ресурсы. – 2005. – № 3. – С. 38–50.
9. Черныш, А. Ф. Влияние почвозащитных обработок на дефляцию торфяно-болотных почв и продуктивность / А. Ф. Черныш, А. В. Юхновец // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель: докл. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20–22 сент. 2005 г. / Ин-т мелиорации и луговодства НАН Беларуси. – Минск, 2005. – С. 432–434.
10. Семененко, Н. Н. Влияние способов длительного использования на эволюцию свойств маломощной торфяной почвы / Н. Н. Семененко, Н. М. Авраменко // Воспроизводство плодородия почв и их охрана в условиях современного земледелия: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, Минск, 22–26 июня 2015 г.: в 2 ч. / Ин-т почвоведения и агрохимии, Белорус. о-во почвоведов и агрохимиков. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 242–246.
11. Семененко, Н. Н. Продуктивность антропогенно-преобразованных торфяных почв Полесья в зависимости от предшественника основных культур и типов севооборотов / Н. Н. Семененко, П. П. Крот // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 6. – С. 19–25.
12. Семененко, Н. Н. Ресурсосберегающая почвозащитная технология возделывания кукурузы на зеленую массу на деградированных почвах Полесья / Н. Н. Семененко, Е. В. Каранкевич // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 5 (102). – С. 12–16.

## References

1. Bambalov N.N., Tishkovich A.V. (ed.) *Balans organicheskogo veshchestva torfyanykh pochv i metody ego izucheniya* [Balance of organic matter in peat soils and methods of its study]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1984. 176 p. (In Russian).
2. Skoropanov S.G., Bambalov N.N., Tivo P.F. *Evolutsiya torfyanykh pochv* [Evolution of peat soils]. *Okhrana sel'skokhozyaystvennykh ugodiy i okruzhayushchey sredy* [Protection of agricultural land and the environment]. Minsk, 1984, pp. 193–210. (In Russian).
3. Skoropanov S.G., Gusakov V.G. (ed.) *Izbrannye trudy* [Select works]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2010. 468 p. (In Russian).
4. Smeyan N.I., Tsytron G.S., Shibut L.I., Pesetskaya O.V. *Transformatsiya torfyano-bolotnykh pochv yugo-zapadnoy chasti Respubliki Belarus' pod vliyaniem osusheniya i dlitel'nogo sel'skokhozyaystvennogo ispol'zovaniya (na primere Brestskoy oblasti)* [Transformation of peat-bog soils of the south-west part of Belarus under the influence of drainage and long-term agricultural use (illustrated by Brest region)]. *Vesti Akademii agrarnykh nauk Respubliki Belarus'* [Proceedings of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Belarus], 2003, no. 3, pp. 54–57. (In Russian).
5. Zhilko V.V., Tsybul'ka N.N., Chernysh A.F. *Pochvozaschitnye sevooboroty na deflyatsionno-opasnykh zemlyakh Belorusskogo Poles'ya* [Soil protective crop rotations on deflation-dangerous lands of the Belarusian Polesie]. *Ekologo-ekonomicheskie printsipy effektivnogo ispol'zovaniya meliorirovannykh zemel': materialy konferentsii* [Ecological and economic principles of the efficient use of reclaimed land: conference materials]. Minsk, 2000, pp. 202–203. (In Russian).
6. Meerovskiy A.S., Belkovskiy V.I. *Sovremennoe sostoyaniye i strategiya sokhraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya torfyanykh pochv Belarusi* [Current state and strategy of conservation and rational use of peat soils in Belarus]. *Mezhdunarodnyy agrarnyy zhurnal* [International Agricultural Journal], 2001, no. 10, pp. 12–15. (In Russian).
7. Meerovskiy A.S., Tribis V.P. *Problemy ispol'zovaniya i sokhraneniya torfyanykh pochv* [Problems of the use and preservation of peat soils]. *Novosti nauki i tekhnologii* [News of Science and Technology], 2012, no. 4, pp. 3–9. (In Russian).
8. Chernysh A.F., Chizhikov Yu.A. *Deflyatsiya pochv v Belarusi* [Deflation of soils in Belarus]. *Prirodnye resursy* [Natural Resources], 2005, no. 3, pp. 38–50. (In Russian).
9. Chernysh A.F., Yukhnovets A.V., Zhilko V.V., Ustinova A.M., Dubovik A.E. *Vliyanie pochvozaschitnykh obrabotok na deflyatsiyu torfyano-bolotnykh pochv i produktivnost'* [Influence of soil protective treatments on deflation of peat bog soils and productivity]. *Povysheniye effektivnosti melioratsii sel'skokhozyaystvennykh zemel': doklady Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Minsk, 20–22 sentyabrya 2005 g.* [Increase of the efficiency of agricultural land reclamation: reports of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, 20–22 September 2005]. Minsk, 2005, pp. 432–434.
10. Semenenko N.N., Avramenko N.M. *Vliyanie sposobov dlitel'nogo ispol'zovaniya na evolyutsiyu svoystv malomoshchnoy torfyanoy pochvy* [Influence of the ways of long-term use on the evolution of properties of low power peat soil]. *Vosproizvodstvo plodorodiya pochv i ikh okhrana v usloviyakh sovremennogo zemledeliya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i V s'ezda pochvedov i agrokhimikov (Minsk, 22–26 iyunya, 2015 g.)* [Reproduction of soil fertility and its protection in the conditions of modern agriculture: proceedings of the International scientific-practical conference and V congress of soil scientists and agrochemists (Minsk, June 22–26, 2015)]. Minsk, 2015, vol. 1, pp. 242–246.
11. Semenenko N.N., Krot P.P. *Produktivnost' antropogenno-preobrazovannykh torfyanykh pochv Poles'ya v zavisimosti ot predshestvennika osnovnykh kul'tur i tipov sevooborotov* [Productivity of anthropogenically transformed peat soils of Polesie, depending on main crops precursor and types of crop rotations]. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2012, no. 6, pp. 19–25.
12. Semenenko N.N., Karankevich E.V. *Resursosberegayushchaya pochvozaschitnaya tekhnologiya vozdelvaniya kukuruzy na zelenuyu massu na degradirovannykh pochvakh Poles'ya* [Power saving soil protective technology of maize growing for green mass on light peat soils of Polesie]. *Zemledeliye i zashchita rasteniy* [Agriculture and Plant Protection], 2015, no. 5 (102), pp. 12–16.

**Информация об авторе**

*Семененко Николай Николаевич* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник. Институт мелиорации (ул. М. Богдановича, 153, корп. 2, 220040 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nn-semenenko@mail.ru

**Для цитирования**

*Семененко, Н.Н.* Инновационная система земледелия в звене севооборота на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья / Н.Н. Семененко // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2017. – № 1. – С. 58–69.

**Information about the author**

*Semenenko Nikolai N.* – D. Sc. (Agricultural), Professor, the Institute for Land Reclamation (153 M. Bogdanovich Str., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nn-semenenko@mail.ru

**For citation**

Semenenko N. N. Innovative farming system on anthropogenically transformed soils of Polesye. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 58–69.

Национальная академия наук Беларуси