

УДК 631.445.24.631.4161

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-83-87>

Тип статьи: Оригинальное исследование

Type of article: Original research

**О.В. Гладышева,
В.А. Свирина,
О.А. Артюхова**

*Институт семеноводства и агротехнологий-филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИСА — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) 390502, РФ, Рязанская обл., Рязанский р-он, п/о Подвязье, ул. Парковая, д. 1
podvyaze@bk.ru*

Ключевые слова: севообороты, минеральные удобрения, гумус, продуктивность культур

Для цитирования: Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А. Влияние севооборотов и минеральных удобрений на гумусное состояние почвы в длительном стационарном опыте. *Аграрная наука.* 2020; 342 (10): 83–87.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-83-87>

Конфликт интересов отсутствует

**Olga V. Gladysheva,
Vera A. Svirina,
Oksana A. Artyukhova**

Institute of Seed Production and Agrotechnology — a branch of the FSBSI «Federal Scientific Agroengineering Center VIM» Russia, 390502, Ryazan region, s. Podvyaz'e, str. Parkovaya, 1

Key words: crop rotations, mineral fertilizers, humus, crop productivity

For citation: Gladysheva O.V., Svirina V.A., Artyukhova O.A. Influence of crop rotations and mineral fertilizers on the humus state of the soil in a long-term stationary experiment. *Agrarian Science.* 2020; 342 (10): 83–87. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-83-87>

There is no conflict of interests

Влияние севооборотов и минеральных удобрений на гумусное состояние почвы в длительном стационарном опыте

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методика. Представлены данные научных исследований по влиянию полевых севооборотов с применением сложных минеральных удобрений в дозе 90 кг д.в. и без них на гумусное состояние темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы и продуктивность пашни в условиях Рязанской области. Исследования проводили на полях ИСА — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ с 1992–1994 годов. Цель исследований — изучить влияние длительного использования разных севооборотов и минеральных удобрений на содержание гумуса и изменение продуктивности пашни в темно-серой лесной почве и спрогнозировать последствия их применения.

Результаты. Для воспроизводства плодородия почвы и бездефицитного баланса гумуса необходимо, прежде всего, иметь в посевах научно обоснованные севообороты. Нашими исследованиями, проведенными на темно-серой лесной тяжелосуглинистой по гранулометрическому составу почве, установлено, что насыщение севооборотов бобовыми и бобово-злаковыми травами способствует повышению содержания общего гумуса на 0,16–0,195% на неудобренном и на 0,324–0,290% — на удобренном фонах, тогда как в севообороте с полем черного пара без применения удобрений запасы данного показателя почвенного плодородия в слое 0–30 см уменьшались на 0,154%, вследствие усиления его минерализации и отсутствия поступления органического вещества. Отмечено, что длительное использование севооборотов, насыщенных травами, ведет как к стабилизации почвенного плодородия, так и к росту продуктивности пашни, исходное значение которой при закладке опыта составляло 33,0 ц к.ед./га, по окончании четвертой ротации значение данного показателя увеличилось на 55,2% и на 105,8%, соответственно на неудобренном и удобренном фонах.

Influence of crop rotations and mineral fertilizers on the humus state of the soil in a long-term stationary experiment

ABSTRACT

Relevance and methods. The article presents the data of scientific research on the influence of field crop rotations with the use of complex mineral fertilizers at a dose of 90 kg d. v. and without them on the humus state of dark gray forest heavy loam soil and arable land productivity in the Ryazan region. Research was carried out in the fields of ISA—a branch OF fgbnu FNAC VIM from 1992–1994. The aim of the research is to study the effect of long-term use of different crop rotations and mineral fertilizers on the humus content and changes in arable land productivity in dark gray forest soil and to predict the consequences of their use. In order to reproduce soil fertility and a deficit-free balance of humus, it is necessary, first of all, to have scientifically-based crop rotations in crops.

Results. Our studies on dark grey forest heavy loam on granulometric structure of the soil, it was found that the saturation of crop rotations of legumes and legume-grasses contributes to the content of the total humus 0.16–0.195% for unfertilized and 0.324–0.290% in the fertilized soil, whereas in the rotation with the black field pair without application of fertilizer stocks this indicator of soil fertility in the layer 0–30 cm was reduced by 0.154%, the result of the increasing salinity and the lack of input of organic matter. It is noted that the long-term use of crop rotations saturated with grasses leads both to the stabilization of soil fertility and to an increase in the productivity of arable land, the initial value of which when the experiment was laid was 33.0 C.K. units/ha. at the end of the fourth rotation, the value of this indicator increased by 55.2% and 105.8%, respectively, on wind and fertilized backgrounds.

Поступила: 9 сентября
После доработки: 8 октября
Принята к публикации: 10 октября

Received: 9 september
Revised: 8 october
Accepted: 10 october

Введение

Длительные опыты являются уникальной основой для исследования изменений свойств почвы под воздействием различных приемов — обработки почвы, севооборотов, минеральных и органических удобрений, защиты растений и метеорологических условий.

Информация, полученная в результате длительных опытов, представляет большой практический интерес, так как систематический мониторинг элементов питания, и особенно органического вещества дает объективную оценку влиянию систематического применения удобрений, набора культур в севообороте и других факторов на почвенное плодородие и продуктивность пашни [1, 2, 3].

Продуктивность пашни определяется производительностью почвы, т.е. содержанием органического вещества, под которым подразумевают весь комплекс органических соединений, содержащихся в почве и многосторонне влияющих на все основные ее свойства [4, 5]. Поскольку органическое вещество служит основным критерием потенциального плодородия почвы, то оно же является и основным мерилем урожая.

Интенсивное использование почвы в условиях многолетнего невосполнимого выноса питательных веществ урожаем из-за резкого сокращения применения органических и минеральных удобрений привело к снижению потенциальной продуктивности пашни и нарушению экологического состояния, в результате чего ускоренно разрушается гумус, происходит агрохимическая деградация почвы [6, 7].

Так, например, в Рязанской области уже с первой половины 90-х годов наметились и в дальнейшем только усилились отрицательные тенденции в балансе основных элементов почвенного плодородия, содержании гумуса в почвах. Проведенные обследования в периоды 1993–2003 годов и 2004–2015 годов показали снижение содержания гумуса на 0,9% [8]. Следует отметить, что количество внесенных органических удобрений на гектар посева в регионе в 2015–2019 гг. составляло 0,9–1,1 т/га, а площадь, удобряемая ими, не более 3,2% к общей посевной площади. Тенденции к увеличению применения органических удобрений нет. Количество внесенных минеральных удобрений в эти годы составило 55–87 кг на гектар посева, при общей удобряемой ими площади 70–84%. В совокупности все это меньше требуемого в 7–15 раз. Можно констатировать, что в целом имеет место недостаточное внесение органических и минеральных удобрений и, как следствие, продолжение снижения плодородия почвы региона.

Главным источником пополнения органического вещества почвы, следовательно, и гумуса в современных условиях следует рассматривать остатки от выращиваемых в поле сельскохозяйственных культур (пожнивные и поукосные, опавшие листья, корни, солома, сидеральные зеленые растения). Заделка их в почву при основной обработке или равномерное распределение в качестве мульчи оказывает прямое воздействие на содержание органического вещества, предотвращает потери питательных веществ и спо-

собствует активизации гумификации почвы. Использование многолетних бобовых трав, соломистых остатков является перспективным, экономичным и энергоемким мероприятием по воспроизводству почвенного плодородия [9, 10].

В этой связи большое значение имеют севообороты, предусматривающие воспроизводство плодородия почвы и наращивание содержания гумуса, запасы и состав которого практически определяют все физико-химические свойства и продуктивность почв [11]. Биологические особенности культур, используемых в севообороте, являются фактором регулирования процессов накопления и разложения органического вещества и оптимизации уровня эффективного плодородия [12]. Длительное применение минеральных удобрений в системе севооборотов одновременно воздействует на физические, химические, биологические свойства почвы, в том числе и на такой показатель, как гумусное состояние, и на количество отчуждаемой продукции и оставляемых на полях пожнивно-корневых остатков [13, 14].

В условиях интенсивного пользования землей важно не допустить дальнейшего снижения почвенного плодородия в отношении гумуса, поэтому изучение его трансформации в почве, как под влиянием длительного применения удобрений, так и с учетом протекающих процессов под действием культур севооборотов представляется актуальным.

Цель исследований — изучить влияние длительного использования разных севооборотов и минеральных удобрений на содержание гумуса и изменение продуктивности пашни в темно-серой лесной почве и спрогнозировать последствия их применения.

Методика

Наблюдения за изменением содержания гумуса почвы в севооборотах проводятся в стационарном полевом опыте, заложенном в 1992–1994 годах лабораторией земледелия ИСА — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Шестипольные севообороты с различным насыщением многолетними травами, сидеральными культурами разбиты во времени и частично в пространстве на трех закладках (табл. 1). Исследования ведутся по методу расщепленных делянок: делянки первого порядка —

Таблица 1. Схема севооборотов

Table 1. Crop rotation scheme

Севооборот					
№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Ячмень	Ячмень + клевер луговой	Ячмень + клевер луговой	Ячмень + злаковые травы	Ячмень + пожнивно горчица белая на сидерат	Ячмень + бобово-злаковые травы
Овес	Клевер 1 г.п.	Клевер 1 г.п.	Злаковые травы 1 г.п.	Ячмень + клевер	Бобово-злаковые травы 1 г.п.
Черный пар	Ячмень	Клевер 2 г.п.	Злаковые травы 2 г.п.	Клевер 1 г.п.	Бобово-злаковые травы 2 г.п.
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
Кукуруза	Кукуруза	Кукуруза	Кукуруза	Кукуруза	Кукуруза
Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница

севообороты, деланки второго порядка — без удобрений и фон минеральных удобрений под зерновые культуры и кукурузу под основную обработку почвы (NPK)₉₀, под клевер P₉₀K₉₀, злаковые травы осенью N₄₅P₉₀K₉₀ + N₆₀ после первого укоса, под бобово-злаковую смесь N₄₅P₉₀K₉₀ + N₄₅ после первого укоса, в черном пару — 30 т/га подстилочного навоза КРС + N₄₅(PK)₉₀.

Почва опытного участка перед закладкой опыта имела следующие агрохимические показатели: содержание гумуса в слое 0–30 см 2,89–3,05%, общего азота 0,158 — 0,160%, подвижного фосфора 12,3–16,7 мг/100 г почвы, обменного калия 11,2–14,7 мг/100 г почвы, pH_{сол.} 4,5–4,9; Нг 4,11–4,77 мг-экв/100 г почвы. Тип почвы темно-серый лесной, тяжелосуглинистый по гранулометрическому составу.

При проведении исследований использовали методики: «Методические рекомендации по технологии возделывания новых сортов зерновых культур ЦРЗН России» (1995); «Совершенствование методики проведения длительных полевых опытов и математические методы обработки экспериментальных данных» (2003), «Программа и методы исследования гумусного состояния длительных опытов Геосети, реперных участков и полигонов агроэкологического мониторинга» (2008). Площадь учетных деланок зерновых культур — 140 м², многолетних трав и кукурузы — 50 м².

Агротехника культур севооборота соответствовала рекомендациям, принятым в Рязанской области. Используемые в опыте сорта районированы.

Результаты и их обсуждение

Состояние плодородия почвы при интенсивном использовании во многом определяется возможностью восполнения запасов гумуса с помощью чередования в полевых севооборотах или их звеньях культур.

Длительные исследования показали, что в течение четырех ротаций в севообороте № 1 без удобрений запасы гумуса постепенно снижались от исходного значения, что связано с усиленной минерализацией гумуса в поле черного пара и отсутствием поступления органического вещества (растительных остатков) в необходимом количестве (рис. 1). Запасы гумуса в слое 0–30 см уменьшились на 2,1 т/га в этом варианте.

В зернотравянопропашных севооборотах на вариантах без удобрений произошло накопление органического вещества на 5,9–10,9 т/га с наибольшими значениями в севооборотах № 3, 5 и 6.

Результаты исследований показали, что применение минеральных удобрений способствует поддержанию наиболее высокого уровня органического вещества по сравнению с неудобренными вариантами (рис. 2). На удобренном фоне в севообороте № 1 произошло увели-

Рис. 1. Изменение запасов гумуса в слое 0–30 см по ротациям на не удобренном фоне, т/га
Fig. 1. Change in humus reserves in the 0–30 cm layer by rotations on a non-fertilized background, t/ha

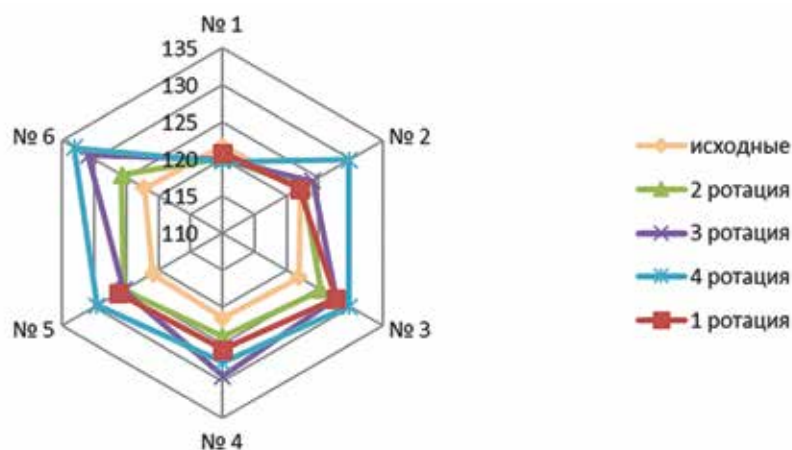
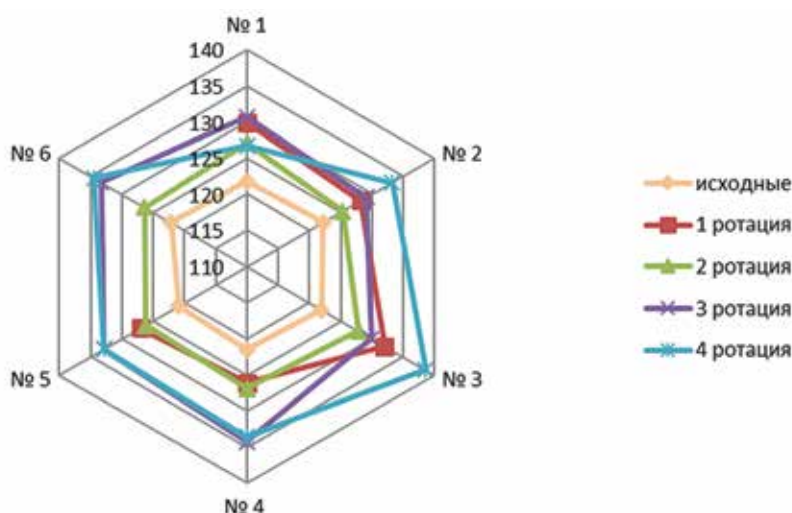


Рис. 2. Изменение запасов гумуса в слое 0–30 см по ротациям на удобренном фоне, т/га
Fig. 2. Change in humus reserves in the 0–30 cm layer by rotations on a fertilized background, t / ha



чение запаса гумуса — на 4,92 т/га за счет внесения в паровое поле навоза и увеличения массы растительных остатков под действием удобрений.

Больше всего внесенные удобрения обеспечили прирост гумуса в севооборотах № 3 — 14,6 т/га, № 4 — 12,0 и № 6 — 12,3 т/га с двухлетним использованием многолетних трав.

Установлено, что среди культур, входящих в севообороты, наиболее высокие показатели превращения солнечной энергии в органическое вещество принадлежат многолетним травам. Использование энергии ФАР достигает 2% и более. Например, бобово-злаковые травы 1 года пользования формируют надземную массу на фоне без удобрений 8,85 т/га (в сухом веществе), с удобрениями — 9,86 т/га, 2 года пользования — 7,18 т/га и 8,64 т/га, соответственно. Полная биомасса достигает в 1 год пользования 15,08 т/га и 17,6 т/га, во 2 год пользования — 13,43 т/га и 17,2 т/га. У зерновых культур полная биомасса в 2 и более раза меньше и составляет на фоне без удобрений 3,53–4,85 т/га (в сухом веществе), с удобрениями — 6,55–6,88 т/га.

Наблюдения за количеством органических остатков в течение четырех ротаций севооборотов показали достоверное преимущество фона с применением мине-

ральных удобрений. В среднем по севооборотам запасы органических остатков на удобренном фоне превышали контроль на 3,12 т/га, что составляет 37,3 %.

В результате исследований установили, что планомерному накоплению гумуса в почве за ротацию севооборота способствует поступление свежего органического вещества в среднем 7,5–8,9 т/га за год.

Чередование культур в севооборотах, систематическое применение минеральных удобрений позволило в разной степени повысить уровень органического вещества почвы по сравнению с исходными значениями. Также это подтверждается содержанием общего гумуса (табл. 2).

Уменьшение общего гумуса по сравнению с исходным содержанием зафиксировано в севообороте № 1 с чистым паром без удобрений — на 0,153%. При этом удобренный фон этого севооборота обеспечил прибавку гумуса в 0,213%.

Насыщение полевых севооборотов многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами привело к повышению содержания общего гумуса на 0,16–0,195 % на не удобренном фоне и на 0,324–0,29 % на удобренном. Севообороты № 3, № 4, № 6 обеспечили воспроизводство гумуса за счет большого количества пожнивных и корневых остатков и двухлетнего их использования. Введение в севооборот поля с клевером (вместо поля чистого пара) — севооборот № 2 — увеличило общий гумус на 0,133% от исходного значения на неудобренном варианте.

Проведенные исследования в начале 5 ротации севооборота показали, что по результатам 4 ротаций содержание общего гумуса в слое 0–30 см по вариантам севооборотов практически стабилизировалось, так как большинство факторов, влияющих на плодородие почвы, остались неизменными (чередование культур, структура севооборота, поступление элементов питания и др.). С целью дальнейшего повышения гумусного состояния почвы необходимо обеспечивать положительный баланс возврата в почву питательных элементов. В наших исследованиях на темно-серой лесной почве с учетом дальнейшего использования в опыте новых высокопродуктивных сортов их необходимо довести до 414,8 кг д.в., из которых 65% следует вносить с минеральными удобрениями и не менее 35% с органикой. Все это может обеспечить более эффективный процесс воспроизводства гумуса.

Установлено, что длительное использование севооборотов, насыщенных травами, и их интенсификация способствовали реализации плодородия в виде роста продуктивности. Исходная продуктивность участка пашни при закладке опыта была 33,0 ц к.ед/га, по окончании

Таблица 2. Содержание общего гумуса в слое 0–30 см в темно-серой лесной почве по севооборотам (%)

Table 2. Content of total humus in 0–30 cm layer in dark gray forest soil by crop rotation (%)

Севооборот Ротация, фон	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Исходные	2,987	3,00	3,016	3,01	3,02	3,00
IV ротация	-	2,834	3,133	3,176	3,123	3,20
	NPK	3,200	3,29	3,34	3,220	3,230
± к исходному	-	-0,153	+0,133	+0,160	+0,113	+0,180
± к исходному	NPK	+0,213	+0,290	+0,324	+0,210	+0,211

четвертой ротации она достигла 38,3–64,1 ц к.ед/га и 51,9–83,9 ц к.ед/га, соответственно, на неудобренном и удобренном фонах. Минимальная продуктивность получена в севообороте № 1. Максимальная продуктивность отмечена в севооборотах № 3 и № 6, только за счет введения 2 полей многолетних бобовых трав она увеличилась в 1,94–1,86 раза и 2,54–2,39 раза, соответственно, на не удобренном и удобренном фонах.

Выводы

Таким образом, результаты, полученные в длительном опыте, указывают, что на гумусное состояние почвы изучаемые севообороты и набор культур в них оказали влияние. В севообороте с полем черного пара в варианте без удобрений произошло снижение содержания гумуса относительно исходного уровня и уменьшение ресурсного потенциала почвы, что выразилось в низкой продуктивности севооборота. Длительное применение удобрений в севообороте с черным паром увеличивало гумус и продуктивность культур, однако в четвертой ротации произошло некоторое снижение его запасов. Введение в севооборот многолетних трав способствовало накоплению гумуса, особенно эффективны в этом отношении севообороты с бобовыми и бобово-злаковыми травами с двухлетним использованием. Установлено, что для обеспечения положительного баланса гумуса темно-серой лесной почвы необходимо применять в системе севооборотов минеральных удобрений не менее 180 кг д.в. на гектар посева, и ежегодно должно поступать 7–9 т/га (в сухой массе) свежего органического вещества.

В условиях дефицита традиционных органических удобрений в регионе при производстве растениеводческой продукции необходимо шире использовать элементы инновационных технологий — вводить севообороты или их звенья с полями многолетних бобовых и бобово-злаковых трав, сидеральных культур, заделывать солому в сочетании с минеральными удобрениями. Это позволит стабилизировать и повысить потенциальное плодородие почвы, в том числе окажет позитивное влияние на содержание гумуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий (К 80-летию ВНИИА). Под ред. В.Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2011. 232 с.
2. Лукин С.М. Влияние структуры севооборота на эффективность удобрений в длительных стационарных опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве. *Агрохимия*. 2017;(12):16–20.
3. Пестряков А.М. Динамика агрохимических свойств темно-серой лесной почвы при применении удобрений в различ-

ных севооборотах. Результаты длительных исследований в системе Российской Федерации (к 70-летию Геосети) под редакцией В.Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2011. С.203–211.

4. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: Россельхозакадемия ГНУ ВНИПТИОУ, 2004. 630 с.

5. Еськов А.И., Лукин С.М., Мерзлая Г.Е. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России. *Плодородие*. 2018;1(100):20–23.

6. Сычев В.Г., Шафран С.А. О балансе питательных веществ в земледелии России. *Плодородие*. 2017;(1):1–4.

7. Иванов А.Л., Сычев В.Г., Державин Л.М. Комплекс технических, агрохимических и биологических воздействий на фосфатный режим и продуктивность земледелия. *Плодородие*. 2009;(1): 4-6.

8. Гладышева О.В., Пестряков А.М., Гвоздев В.А. Динамика основных элементов почвенного плодородия южной и юго-западной частей Рязанской области. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2017;(6):27-30.

9. Шрамко Н.В., Вихорева Г.В. Органическое вещество почвы и пути его стабилизации в севооборотах Верхневолжья. *Сб. докладов «Агроэкологические свойства почв и использование органических удобрений и биоресурсов в ландшафтном земледелии»*. Владимир, 2004. С.189-191.

10. Новиков М.Н., Тузилин В.М., Самохина О.А., Лисятников И.И., Комаров В.И. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 296 с.

11. Черкасов Г.Н., Акименко А.С., Здоровцов И.П., Свиридов В.И. и др. Методика оптимизации севооборотов и структуры использования пашни. М.: Россельхозакадемия, 2004. С.76.

12. Пестряков А.М. Эффективность влияния культур севооборотов и удобрений на воспроизводство органического вещества в малогумусных почвах. *Высокоэффективные системы использования органических удобрений и возобновляемых биологических ресурсов*. М.: Россельхозакадемия. ГНУ ВНИИОУ, 2012. С.106-108.

13. Марчук Е.В. Взаимодействие удобрений и биологического азота в севооборотах на легких дерново-подзолистых почвах. *Агрохимический вестник*. 2013;(4):29-31.

14. Окорочков В.В., Окорочкова О.А. Влияние удобрений на гумусовое состояние серых лесных почв Ополя. *Владимирский земледелец*. 2010;(4):21-24.

REFERENCES

1. Innovative solutions for the regulation of soil fertility of agricultural land (to the 80th anniversary of VNIIA). Ed. V.G. Sychev. Moscow: VNIIA, 2011. 232 p. (In Russ.)

2. Lukin S.M. The influence of the crop rotation structure on the efficiency of fertilizers in long-term stationary experiments on sod-podzolic sandy loam soil. *Agrochemistry*. 2017;(12):16-20. (In Russ.)

3. Pestryakov A.M. Dynamics of agrochemical properties of dark gray forest soil with the use of fertilizers in various crop rotations. The results of long-term studies in the system of the Russian Federation (to the 70th anniversary of the Gosset) edited by V.G. Sychev. M.: VNIIA, 2011. P.203-211. (In Russ.)

4. Lykov A.M., Eskov A.I., Novikov M.N. Organic matter of arable soils in the Non-Black Earth Region. Moscow: Rosselkhozakademiya GNU VNIPTIOU, 2004. 630 p.

5. Eskov A.I., Lukin S.M., Merzlaya G.E. Current state and prospects of using organic fertilizers in agriculture in Russia. *Fertility*. 2018;1(100):20-23. (In Russ.)

6. Sychev V.G., Shafran S.A. On the balance of nutrients in agriculture in Russia. *Fertility*. 2017;(1):1-4. (In Russ.)

7. Ivanov A.L., Sychev V.G., Derzhavin L.M. A complex of technical, agrochemical and biological effects on the phosphate regime and productivity of agriculture. *Fertility*. 2009;(1):4-6. (In Russ.)

8. Gladysheva O.V., Pestryakov A.M., Gvozdev V.A. Dynamics of the main elements of soil fertility in the southern and southwestern

parts of the Ryazan region. *Bulletin of the Russian agricultural science*. 2017;(6):27-30. (In Russ.)

9. Shramko N.V., Vikhoreva G.V. Soil organic matter and ways of its stabilization in crop rotation of the Upper Volga region. *Sat. reports "Agroecological properties of soils and the use of organic fertilizers and biological resources in landscape agriculture."* Vladimir, 2004. P.189-191. (In Russ.)

10. Novikov M.N., Tuzhilin V.M., Samokhina O.A., Lisyatnikov I.I., Komarov V.I. The system of agricultural biologization in the Non-Black Earth Zone. M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2007. 296 p. (In Russ.)

11. Cherkasov G.N., Akimenko A.S., Zdorovtsov I.P., Sviridov V.I. and other Technique of optimization of crop rotations and the structure of the use of arable land. M.: Rosselkhozakademiya, 2004. P.76. (In Russ.)

12. Pestryakov A.M. The effectiveness of the influence of crops, crop rotations and fertilizers on the reproduction of organic matter in low-humus soils. Highly efficient systems for the use of organic fertilizers and renewable biological resources. Moscow: Russian Agricultural Academy. GNU VNIIOU, 2012. P.106-108. (In Russ.)

13. Marchuk E.V. The interaction of fertilizers and biological nitrogen in crop rotations on light sod-podzolic soils. *Agrochemical Bulletin*. 2013; (4):29-31. (In Russ.)

14. Okorokov V.V., Okorokova O.A. The influence of fertilizers on the humus state of gray forest soils in Opolye. *Vladimirsky farmer*. 2010;(4):21-24. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ:

Гладышева Ольга Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук

Свирина Вера Алексеевна, старший научный сотрудник

Артюхова Оксана Алексеевна, младший научный сотрудник

ABOUT THE AUTHORS:

Olga V. Gladysheva, Cand. Sci. (Agriculture)

Vera A. Svirina, Senior Researcher

Oksana A. Artyukhova, Junior Researcher