

**ОСВОЕНИЕ ЗАПУЩЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ:****ПРОБЛЕМА НЕ ОДНА**

И. В. Соколов

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2, лит. А;**ФГБНУ «Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения»**196607, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7**E-mail: 2902438@mail.ru**Поступила в редакцию 12 марта 2020 г., принята к печати 28 мая 2020 г.*

Сельскохозяйственные угодья Ленинградской области без надлежащего ухода быстро зарастают древесно-кустарниковой растительностью, а их почвы деградируют. Целью полевого экспериментального исследования, развёрнутого в производственных условиях, являлся научный поиск путей преодоления негативных явлений при современном освоении закустаренной залежи с использованием ресурсов местных мелиорантов (сыромолотого доломита и птичьего помёта). Методической основой исследования служили модельно-полевой и производственный опыты, заложенные на слабокультуренной дерново-слабоподзолистой глееватой тяжелосуглинистой почве. В их рамках изучены негативные последствия заделки в глееватую дерново-подзолистую почву измельчённой древесно-кустарниковой растительности (ДКР) в процессе освоения запущенных сельскохозяйственных земель. Предложены меры по их преодолению, основанные на использовании ресурсов местных удобрений. Заделка в тяжелосуглинистую глееватую дерново-подзолистую почву залежи измельчённой ДКР в форме щепы и сечки ( $100 \text{ т га}^{-1}$ ) привела к снижению урожайности первой культуры в 2,2–5 раз. При этом содержание сырого протеина в зелёной массе однолетних трав уменьшилось на 13%, зольных веществ – на 12% (относительных). Негативное влияние продуктов механической переработки ДКР прослеживалось также на второй и третьей культурах. В итоге продуктивность звена севооборота уменьшилась на 16–34%. Эффективным средством предотвращения ущерба стало применение комплекса мелиорантов, включающего птичий помёт, дополненный минеральным калийным удобрением, и сыромолотый доломит. Их комплексное применение позволило повысить отдачу от комплекса мелиорантов на 48–87% (с 10,5–13,3 до 19,6–19,7  $\text{т га}^{-1}$ ) в среднем по звену севооборота. Применение полной дозы сыромолотого доломита и высоких доз птичьего помёта гарантирует улучшение основных показателей качества почвы и сырья для производства кормов.

**Ключевые слова:** залежь, древесно-кустарниковая растительность, освоение залежи, средства воспроизводства плодородия почвы, севооборот, продуктивность севооборота, агрономическая эффективность.

**DEVELOPMENT OF NEGLECTED LANDS IN THE LENINGRAD REGION**

I. V. Sokolov

*Saint-Petersburg State Agrarian University**2, Peterburgskoye highway, Pushkin, Saint-Petersburg, 196601;**North-West Center for Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance**7, Podbelskogo highway, Pushkin, Saint-Petersburg, 196604**E-mail: 2902438@mail.ru*

Agricultural land in the Leningrad Region is quickly overgrown with woody and shrubby vegetation (WSV), and soils of these territories significantly change their properties without proper management. The field experiment, developed under industrial conditions, was aimed to the scientific search for ways to overcome the negative phenomena in the modern development of the shrubby idle lands using the resources of local ameliorants (milled raw dolomite and poultry manure). Model-field and production experiments, developed on poor sod-weakly podzolic gleyic heavy loamy soil were used for the study. The negative effects of crushed WSV embedded into gleyic sod-podzolic soil in the process of neglected agricultural land development were studied in these experiments. Measures to overcome the negative effects, based on the use of local fertilizer resources are proposed. Embedding of  $100 \text{ т га}^{-1}$  of crushed WSV in the form of wood chips and chaff into the heavy loamy gleyic sod-podzolic idle soil led to a 2.2–5.0-times decrease in the productivity of the first crop. At the same time, the content of raw protein in the green mass of annual grasses decreased by 13%, ash content – by 12%. The negative effect of WSV was also observed on the second and the third crops. As a result, the productivity of the crop rotation decreased by 16–34%. The effective way to prevent the losses was the use of an ameliorant complex, which included poultry manure (supplemented with mineral potassium fertilizer) and milled raw dolomite. Their combined application allowed to increase the rotation yield by an average of 48–87% (from 10.5–13.3  $\text{т га}^{-1}$  to 19.6–19.7  $\text{т га}^{-1}$ ). The use of full rates of milled raw dolomite and high rates of poultry manure guarantees an improvement in the main indicators of the soil quality and the quality of crops for feed production.

**Keywords:** idle land, woody and shrubby vegetation, idle land development, means of soil fertility reproduction, crop rotation, crop rotation productivity, agronomic efficiency.

## ВВЕДЕНИЕ

В Ленинградской области, как и в других регионах Нечерноземья, насчитываются сотни тысяч гектаров запущенных сельскохозяйственных земель (Доклад о состоянии ..., 2018; Научные основы эффективного..., 2018). Посевные площади занимают 220 тыс. га из 360 тыс. га пашни, т.е. уровень её хозяйственного использования составляет лишь 61%. По данным исследований Агрофизического института, фактическая степень зарастания сельхозугодий древесно-кустарниковой растительностью в области достигла 42% (Иванов, Янко, 2019). В последние годы в рамках ФЦП «Развитие мелиорации...» государством стали приниматься определённые меры по исправлению критической ситуации, что уже дало некоторые положительные результаты. Это касается в том числе сельскохозяйственного предприятия ООО «София» (Тосненский район), ежегодно осваивающего собственными силами до 20 га залежи. И хотя производственники продолжают считать высокую затратность главным препятствием на пути освоения закустаренной залежи, проводимые исследования показали, что существенные расходы – не единственная проблема, возникающая в процессе трансформации запущенных земель в высокопродуктивную пашню (Иванов и др., 2019).

В лесной зоне переставшие обрабатываться земельные угодья подвергаются быстрому зарастанию кустарником и мелколесьем, то есть при освоении нуждаются в культуртехнической мелиорации. В прошлом культуртехническая мелиорация опиралась главным образом на механическую корчёвку древесно-кустарниковой растительности (ДКР) – далёкий от природоподобия способ (Байбеков, 2018), приводящий к потере почвой значительной части гумусового горизонта (Рылов, Стариков, 1973). Поэтому в настоящее время он вполне обоснованно не рекомендован к использованию. Основным способом проведения культуртехнических работ на сегодняшний день является заделка ДКР в почву с помощью современных фрезерных машин, в частности мульчеров импортного производства. Однако при этом возникает другая проблема – снижение урожайности первых культур вследствие процессов микробиологического преобразования ДКР в почве. В более ранних работах (Рылов, Стариков, 1973; Скурдянис, 1979; Аидико, 2017) отмечались относительно незначительные потери (10–20%). Однако имеются данные, что в определённых почвенных и метеорологических условиях они могут быть существенно выше (Производство, изучение и применение..., 2018). К тому же нельзя не считаться с необходимостью преодоления последствий скрытой деградации эффективного плодородия почвы (Литвинович, 2009; Иванов и др., 2015; Иванов и др., 2016) и его высокой пространственной неоднородности (Иванов и др., 2014; Иванов и др., 2016).

Целью полевого экспериментального исследования, развёрнутого в производственных условиях Ленинградской области, являлся научный поиск путей преодоления негативных явлений при

современном освоении закустаренной залежи с использованием ресурсов местных мелиорантов.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования, базирующиеся на модельно-полевом и производственном экспериментах, проводились в ООО «София» в 2017–2019 гг. на залежи с дерново-слабоподзолистой глееватой тяжелосуглинистой почвой, подвергшейся за последние десятилетия существенному зарастанию и деградации. На момент закладки модельно-полевого опыта она имела следующие характеристики:  $pH_{KCl}$  – 4,27; содержание органического вещества – 3,87%, подвижного фосфора – 54 мг  $kg^{-1}$ , подвижного калия – 123 мг  $kg^{-1}$ . Для таких условий считается обязательным сочетание культуртехнической и химической мелиорации (Дубенок и др., 2014; Производство, изучение и применение..., 2018; Сычев, 2019).

Опыт проводился по двухфакторной схеме: фактор А – продукты переработки ДКР: щепы (с преобладанием фракции от 5 до 15 см) и сечка (от 5 до 10 мм); фактор Б – комплекс мелиорантов (КМ), включающий птичий помёт (ПП), дополненный минеральным калийным удобрением, и сыромолотый доломит (ДСМ). Щепы и сечка имели влажность 44% и содержали в сухом веществе 0,4% N, 0,19%  $P_2O_5$  и 0,24%  $K_2O$ . Они заделывались в почву под плуг в дозе 100 т  $га^{-1}$ , соответствовавшей продуктивности ДКР возрастом от 6 до 11 лет. Птичий помёт в составе КМ применялся в средних (20 т с.в./га) (КМ,1) и высоких (40 т с.в./га) (КМ,2) дозах с заделкой под плуг. Его сухое вещество содержало 2,8% N, 4,59%  $P_2O_5$  и 2,43%  $K_2O$ . Доломит сыромолотый с нейтрализующей способностью 75% вносился в полной дозе по гидролитической кислотности в обоих вариантах КМ.

Опыт выполнялся в травяном звене полевого севооборота «однолетние травы (овёс сорта Боррус) + многолетние травы (смесь тимофеевки луговой Ленинградская 204, фестулолиума ВИК-90 и клевера лугового Орфей) – многолетние травы – многолетние травы». Размер опытной делянки – 3,3  $m^2$ , повторность опыта – трёхкратная.

В аналогичных условиях параллельно с мелкоделяночным модельно-полевым опытом проводились исследования в производственном опыте на пахотном контуре общей площадью 15 га, находящемся в начальной стадии зарастания (17%). Схема данного опыта, выполненного в трёхкратной повторности, включала четыре варианта: контроль – без мелиорантов; ДСМ, 12 т  $га^{-1}$ ; ПП, 80 т  $га^{-1}$ ; ДСМ, 12 т  $га^{-1}$  + ПП, 80 т  $га^{-1}$ . Исследования были направлены на оценку агрономической эффективности традиционных мелиорантов (птичьего помёта и сыромолотого доломита) при освоении залежи. Структура севооборота была аналогичной модельно-полевому опыту, но отличалась по набору культур и сортов. Так, однолетние травы были представлены смесью овса сорта Скакун и вики яровой Вера, а многолетние – тимофеевки луговой сорта Ленинградская 204, клевера лугового Волосовский 86 и клевера ползучего ВИК-70.

Результаты сплошного весового учёта урожайности однолетних и многолетних трав

обрабатывались дисперсионным методом с использованием программного комплекса Stat.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Погодно-климатические условия 2017 г. оказались весьма неблагоприятными. Продолжавшаяся с третьей декады мая до начала июля волна холода вызвала задержку развития однолетних трав. Созревание в августе происходило на фоне ливневых осадков и штормовых ветров, вызвавших полегание, которое было особенно сильным на фоне высоких доз птичьего помёта. Всё это усугубило негативный эффект от заделки в почву щепы и сечки. Несмотря на то, что в их составе в почву поступило 220 кг N, 106 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 130 кг K<sub>2</sub>O в расчёте на 1 га,

было отмечено резкое снижение урожайности первой культуры (однолетних трав): по заделанной щепе – в 2,2 раза, по сечке (при лучшем контакте древесины с почвой) – в пять раз (табл. 1). Угнетение растений было визуально заметно уже в фазу полных всходов. Считается, что негативные последствия заделки древесины обусловлены иммобилизацией азота почвы и удобрений целлюлозоразлагающими бактериями и образованием токсичных органических соединений. Можно предположить, что столь значительный ущерб стал следствием сочетания почвенных и метеорологических условий (сильная кислотность и тяжёлый гранулометрический состав почвы, избыток осадков).

Таблица 1. Влияние продуктов переработки ДКР и химических мелиорантов на продуктивность культур звена севооборота

Вариант опыта		Урожайность зелёной массы, т га <sup>-1</sup>			Продук-ть звена севооборота, т га <sup>-1</sup> к.ед.	Прибавка продуктивности	
фактор А	фактор Б	од. травы (2017 г.)	мн. травы (2018 г.)	мн. травы (2019 г.)		т га <sup>-1</sup> к. ед.	%
Контроль – без ДКР и КМ		22,9	21,7	51,7	15,9	–	–
Щепа	Без КМ	10,4	21,3	47,5	13,3	–2,6	–16
Сечка	Без КМ	4,6	19,1	38,8	10,5	–5,4	–34
Без ДКР	КМ, 1	28,2	22,6	54,5	17,3	1,4	9
Без ДКР	КМ, 2	28,0	22,6	54,6	17,3	1,4	9
Щепа	КМ, 1	28,4	26,6	55,9	18,3	2,4	15
Щепа	КМ, 2	32,8	30,2	56,7	19,7	3,8	24
Сечка	КМ, 1	22,9	30,3	51,9	17,4	1,5	9
Сечка	КМ, 2	32,7	32,3	54,1	19,6	3,7	23
НСР <sub>05</sub> фактор А		1,5	2,2				
фактор Б		2,7	3,1				
взаимодействие АБ		3,3	5,7				

Влияние продуктов переработки ДКР на свойства почвы в целом носило негативный характер. Из комплекса изученных характеристик только запас органического вещества в условиях положительного баланса увеличился на 15%. Напротив, содержание подвижных соединений наиболее важных биогенных компонентов, таких как азот, фосфор и калий, на фоне усиленного потребления растениями и микроорганизмами снизилось на 9–19%. Заметно ухудшились кислотно-основные свойства почвы, особенно в варианте с сечкой, где скорость процессов взаимодействия древесины с почвой была значительно выше. Изначально высокая гидролитическая кислотность (5,97 смоль(экв) кг<sup>-1</sup>) увеличилась на 9% (до 6,53 смоль(экв) кг<sup>-1</sup>), а содержание подвижного алюминия – на 24% (с 0,34 до 0,42 смоль(экв) кг<sup>-1</sup>).

В сложившихся условиях эффективным средством предотвращения ущерба стало использование КМ, включающего сыромолотый доломит, птичий помёт и калийное удобрение. Если в контрольном варианте опыта по запаханной дернине прибавка урожайности от КМ составила 23%, а внесение помёта в двойной дозе не оказало на неё

влияния, то на фоне щепы и сечки она возросла: от КМ, 1 – до 173% и 378%, от КМ, 2 – до 215% и 613% соответственно.

Последствие КМ на свободной от продуктов переработки ДКР почве было слабым. Вероятно, это объясняется как высвобождением значительного количества питательных веществ при минерализации запаханной многолетней дернины, так и возделыванием малотребовательного к почвенному плодородию клевера лугового сорта Орфей, развивавшегося удовлетворительно и в почвенно-агрохимических условиях контрольного варианта. На фоне щепы и сечки последствие КМ было намного существеннее (прибавка урожайности многолетних трав к соответствующему фону составляла от 1 до 39%). Внесение помёта в двойной дозе оказало реальное положительное влияние. Это касается и звена севооборота в целом: сочетание продуктов переработки ДКР с КМ, 1 обеспечило повышение продуктивности на 5–9%, а с КМ, 2 – на 23–24%.

В условиях производственного опыта агрономическая эффективность комплекса мелиорантов была существенно выше, в том числе и по

причине использования в травосмеси более требовательного к почвенному плодородию клевера лугового сорта Волосовский 86. Внесение птичьего помёта в дозе 18 т га по сухому веществу и сыромолотого доломита в полной дозе по гидролитической кислотности обеспечило повышение продуктивности звена севооборота на 26% и 37% соответственно (табл. 2). При их совместном применении продуктивность возросла на 92% (с 20,84 до 39,95 т га<sup>-1</sup> к.ед.). Здесь прямое действие и последствие мелиорантов оказались стабильно

высокими. В результате на каждую тонну сыромолотого доломита за три года было получено 449 к.ед., а на 1 тонну птичьего помёта – 130 к.ед. в виде сенажа первого класса качества. Результаты его оценки показали, что сенаж из смеси многолетних трав существенно превосходил аналогичный корм из однолетних трав по большинству важных показателей. Кормовая ценность 1 кг сухого вещества сенажа составляла 0,68 и 0,77 к.ед., а обменная энергоёмкость – 9,32 и 10,55 МДж кг<sup>-1</sup> соответственно.

Таблица 2. Влияние традиционных мелиорантов на продуктивность звена севооборота в производственном опыте

Вариант опыта	Урожайность зелёной массы, т га <sup>-1</sup>			Продук-сть звена севооборота, т га <sup>-1</sup> к. ед.	Прибавка продуктивности	
	од. травы (2017 г.)	мн. травы (2018 г.)	мн. травы (2019 г.)		т га <sup>-1</sup> к. ед.	%
Контроль –без мелиорантов	6,8	24,4	29,6	20,84	–	–
ДСМ, 12 т га <sup>-1</sup>	9,1	30,5	36,2	26,23	5,39	26
ПП, 80 т га <sup>-1</sup>	14,3	34,3	42,0	31,34	10,50	37
ДСМ, 12 т га <sup>-1</sup> + ПП, 80 т га <sup>-1</sup>	19,7	39,3	51,8	39,95	19,11	92
НСР <sub>05</sub>	1,45	3,57	4,81	0,72		

Запашка в почву осваиваемой залежи щепы и сечки из ДКР привела к значительному ухудшению кормовой ценности первой культуры, которая также была низкой в контрольном варианте опыта. Содержание сырого протеина в зелёной массе однолетних трав уменьшилось в среднем на 13%, зольных веществ – на 12%, в том числе фосфора – на 18%, калия – на 39% (относительных). Напротив, применение КМ как в чистом виде, так и на фоне продуктов переработки ДКР способствовало повышению качества растительной продукции, в частности увеличению содержания сырого протеина почти в два раза.

В последующие два года состав зелёной массы многолетних трав в меньшей степени зависел от изучаемых факторов. Их влияние выразилось главным образом в изменении ботанического состава травостоя. В контрольном варианте опыта и в вариантах со щепой и сечкой в травостое господствовал клевер луговой, а в вариантах с КМ на долю злаков приходилось 46%. Поэтому обычное положительное влияние удобрений на такие качественные показатели продукции, как содержание протеина и большинства зольных элементов, уже не наблюдалось.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не отрицая наличия главной проблемы, сдерживающей столь актуальное освоение закустаренных залежных земель, а именно высокой затратности технологий (до 120 тыс. руб. на 1 га), тем не менее, следует иметь в виду высокую вероятность первоначально низкой продуктивности таких земель в случае заделки в них продуктов механической переработки ДКР в количестве 100 т га<sup>-1</sup> и более. Поэтому в любом случае следует стремиться осваивать

залежные земли до зарастания их кустарником и мелколесьем, что позволит добиться среднегодовой продуктивности травяного звена севооборота 13,3 т га<sup>-1</sup> к.ед. на фоне применения традиционных мелиорантов.

Если же освоение запущенных земель предполагает заделку в почву измельчённой ДКР, то одновременно с ней необходимо осуществлять внесение органических, известковых (при необходимости) и минеральных удобрений в научно обоснованных дозах. Их применение нивелирует негативный эффект от запашки в почву древесной щепы и сечки и позволяет повысить продуктивность звена севооборота на 48–87% (с 10,5–13,3 до 19,6–19,7 т га<sup>-1</sup>). Применение полной дозы сыромолотого доломита и высоких доз птичьего помёта гарантирует улучшение основных показателей качества почвы и сырья для производства кормов.

## Список литературы

- Аидико Я. И. О. Продуктивность сеяных злаковых трав при освоении залежей с кустарниковой и лесной растительностью. Дисс. канд. с.-х. наук. М., 2017. 187 с.
- Байбеков Р. Ф. Природоподобные технологии – основа стабильного развития земледелия // *Земледелие*. 2018. № 2. С. 3-6.
- Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2016 году. М.: МСХ РФ, 2018. 161 с.
- Дубенок Н. Н., Мажайский Ю. А., Евтюхин В. Ф., Карпов А. Н., Приказнова А. А. Агрохимические приёмы мелиораций деградированных и техногенно загрязнённых почв // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014. № 6. С. 28–31.
- Иванов А. И., Воробьёв В. А., Иванова Ж. А. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2015. № 3. С. 15–19.
- Иванов А. И., Иванова Ж. А., Воробьёв В. А., Цыганова Н. А. Агроэкологические последствия длительного использования дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // *Агрохимия*. 2016. № 4. С. 10–17.
- Иванов А. И., Иванова Ж. А., Рижия Е. Я., Архипов М. В., Соколов И. В., Вязовский А. А. Эффективность вторичного освоения кормовых угодий в условиях Тосненской низины // *Земледелие*. 2019. № 3. С. 7–11.
- Иванов А. И., Конашенков А. А., Иванова Ж. А., Воробьёв В. А., Фесенко М. А., Данилова Т. А., Филиппов П. А. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России // *Агрофизика*. 2016. № 2. С. 35–44.
- Иванов А. И., Конашенков А. А., Хомяков Ю. В., Фоменко Т. Г., Федькин И. А. Оценка параметров пространственной неоднородности показателей почвенного плодородия // *Агрохимия*. 2014. № 2. С. 39-49.
- Иванов А. И., Янко Ю. Г. Мелиорация как необходимое средство развития земледелия Нечерноземной зоны России // *Агрофизика*. 2019. № 1. С. 67–78.
- Литвинович А. В. Постагрогенная эволюция хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв Нечернозёмной зоны // *Агрохимия*. 2009. № 7. С. 85–93.
- Научные основы эффективного использования агроресурсного потенциала Северо-Запада России / Под ред. М. В. Архипова. СПб., Пушкин, 2018. 135 с.
- Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помёта / Под общ. ред. А.И. Иванова, В. В. Лапы. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. 317 с.
- Рылов В. Н., Стариков Х. Н. Основы современной культуртехники. М.: Колос, 1973. 272 с.
- Скурдянис В.А. Опыт культуртехнических работ. М.: Знание, 1979. 64 с.
- Сычев В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 325 с.

## References

- Aidiko Ya. I. O. *Produktivnost' seyanykh zlakovykh trav pri osvoyenii zalezhey s kustarnikovoy i lesnoy rastitel'nost'yu* [Productivity of seeded grasses at development of lodes with shrub and forest vegetation. Diss. of the cand. of agric. sci.]. Diss. kand. s.-kh. nauk. Moscow, 2017, 187 p.
- Baybekov R. F. *Prirodopodobnyye tekhnologii – osnova stabil'nogo razvitiya zemledeliya* [Nature-like technologies are the basis for sustainable development of agriculture] // *Zemledeliye*, 2018, no. 2, pp. 3–6.
- Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Rossiyskoy Federatsii v 2016 godu* [Report on the state and use of agricultural land in the Russian Federation in 2016]. Moscow: Publishing house MSKH RF, 2018, 161 p.
- Dubenok N. N., Mazhayskiy Yu. A., Evtyukhin V. F., Karpov A. N., Prikaznova A. A. *Agrokhimicheskiye priyomy melioratsiy degradirovannykh i tekhnogenno zagryaznennykh pochv* [Agrochemical methods of reclamation of degraded and technogenically contaminated soils] // *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 2014, no. 6, pp. 28–31.
- Ivanov A. I., Vorob'yov V. A., Ivanova Zh. A. *Sovremennyye degradatsionnyye processy v khorosho okul'turenykh dernovo-podzolistykh pochvakh* [Current degradation process in well-cultivated sod-podzolic soils] // *Problemy agrokhimii i ekologii*, 2015, no. 3, pp. 15–19.
- Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Vorob'yov V. A., Tsyganova N. A. *Agroekologicheskiye posledstviya dlitel'nogo ispol'zovaniya defitsitnykh sistem udobreniya na khorosho okul'turenykh dernovo-podzolistykh pochvakh* [Agroecological consequences of long-term use of scarce fertilizer systems on well-cultivated sod-podzolic soils] // *Agrokhimiya*, 2016, no. 4, pp. 10–17.
- Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Rizhiya E. Ya., Arkhipov M. V., Sokolov I. V., Vyazovskiy A. A. *Effektivnost' vtorichnogo osvoyeniya kormovykh ugodiy v usloviyakh Tosnenskoj niziny* [The efficiency of the secondary development of the grassland in terms of Tosno lowlands] // *Zemledeliye*, 2019, no. 3, pp. 7–11.
- Ivanov A. I., Konashenkov A. A., Ivanova Zh. A., Vorob'yov V. A., Fesenko M. A., Danilova T. A., Filippov P. A. *Agrotekhnicheskiye aspekty realizatsii bioklimaticheskogo potentsiala Severo-Zapada Rossii* [Agrotechnical aspects of implementation of bioclimatic potential of Russia North-West] // *Agrofizika*, 2016, no. 2, pp. 35–44.

- Ivanov A. I., Konashenkov A. A., Khomyakov Yu. V., Fomenko T. G., Fed'kin I. A. Otsenka parametrov prostranstvennoy neodnorodnosti pokazateley pochvennogo plodorodiya [Estimation of parameters of spatial heterogeneity of soil fertility] // *Agrokimiya*, 2014, no. 2, pp. 39–49.
- Ivanov A.I., Yanko Yu.G. Melioratsiya kak neobkhodimoye sredstvo razvitiya zemledeliya Nechernozemnoy zony Rossii [Reclamation as a necessary means of developing agriculture in the Non-chernozem zone of Russia] // *Agrofizika*, 2019, no. 1, pp. 67–78.
- Litvinovich A. V. Postagrogennaya evolyutsiya khorosho okul'turenykh dernovo-podzolistykh pochv Nechernozyomnoy zony [Post-agrogenic development of well-cultivated sod-podzolic soil of Non-chernozem zone] // *Agrokimiya*, 2009, no. 7, pp. 85–93.
- Nauchnyye osnovy effektivnogo ispol'zovaniya agroresursnogo potentsiala Severo-Zapada Rossii* [Scientific basis of effective use of agresource potential in the North-West of Russia]. Pod red. M. V. Arkhipova. Saint-Petersburg, Pushkin, 2018, 135 p.
- Proizvodstvo, izucheniye i primeneniye udobreniy na osnove ptichyego pomyota* [Production, study and application of fertilizers based on poultry manure]. Pod obsch. red. A. I. Ivanova, V. V. Lapy. Saint-Petersburg: Publishing house of Agrophysical Research Institute, 2018, 317 p.
- Rylov V. N., Starikov Kh. N. *Osnovy sovremennoy kul'turtekhniki* [Basics of modern agricultural machinery]. Moscow: Kolos, 1973, 272 p.
- Skurdyanis V. A. *Opyt kul'turtekhnicheskikh rabot* [Cultural engineering experience]. Moscow: Znaniye, 1979, 64 p.
- Sychev V. G. *Sovremennoye sostoyaniye plodorodiya pochv i osnovnyye aspekty yego regulirovaniya* [Current state of soil fertility and main aspects of its regulation]. Moscow: Publishing house of the Russian Academy of Sciences, 2019, 325 p.