

ТАТЬЯНА АЛЕКСЕЕВНА ДАНИЛОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела производства и переработки продукции растениеводства, Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
danilovata2@bk.ru

ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА ПАСЫНКОВА

доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела производства и переработки продукции растениеводства, Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (Санкт-Петербург, Российской Федерации)
pasynkova.elena@gmail.com

МИХАИЛ ВАДИМОВИЧ АРХИПОВ

доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела производства и переработки продукции растениеводства, Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (Санкт-Петербург, Российской Федерации)
szcentr@bk.ru

СВЕТЛАНА МИХАЙЛОВНА СИНИЦЫНА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник отдела производства и переработки продукции растениеводства, Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (Санкт-Петербург, Российской Федерации)
smsin@bk.ru

ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ТЮКАЛОВ

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела производства и переработки продукции растениеводства, Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (Санкт-Петербург, Российской Федерации)
yuat@mail.ru

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ЗЕМЕЛЬ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Земля была и остается главным средством производства в сельском хозяйстве. От ее количества и уровня плодородия зависит продовольственная независимость стран и регионов, благосостояние населения. Таким образом, проблема сохранения и повышения плодородия почвы является очень актуальной, поскольку она имеет непосредственное отношение к продуктивности выращиваемых культур и, следовательно, определяет возможность создания условий для импортозамещения продовольствия в нашей стране. В настоящее время работа по сохранению почвенного плодородия сведена на нет: не ведутся работы по осушению, известкованию, снижено применение органических и минеральных удобрений. В статье отражены основные результаты научных достижений по проблемам повышения и воспроизводства плодородия почв. Представлен перечень новейших приемов, препаратов, удобрений, созданных в последние годы учеными Северо-Западного региона России. Предложены пути преодоления ситуации, сложившейся в сельскохозяйственном производстве, связанные с совершенствованием научного обеспечения проблем земледелия, углублением фундаментальности исследований и объединением усилий научных учреждений РАН и вузов региона.

Ключевые слова: Северо-Западный регион, научное обеспечение сельскохозяйственного производства, воспроизводство плодородия почв

Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы определены основные направления развития отрасли, реализующие Доктрину продовольственной безо-

пасности страны. В их число входят: повышение почвенного плодородия и продуктивности культур, расширение посевов сельскохозяйственных культур за счет неиспользуемых пахотных земель, воспроизводство агроресурсного потенциала, структурно-технологическая модернизация

агропромышленного комплекса (АПК) и др. [2], [3], [4], [9]. Однако объемы выполнения агрохимических работ в настоящее время продолжают оставаться на низком уровне. Среднегодовое применение органических удобрений на 1 га посевной площади в Российской Федерации (РФ) и Северо-Западном федеральном округе (СЗФО) составляет 0,8 и 3,3 т/га, минеральных удобрений – 2,5 и 33 кг/га д. в. соответственно¹. Это с трудом покрывает не более 3–5 и 18–20 % от выноса биогенных элементов из почвы.

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства при недостатке материальных и финансовых ресурсов земледельцы практически отказались от применения известковых материалов, фосфорных и калийных удобрений, сконцентрировав производство на более плодородных хорошо- и среднеокультуренных почвах с высокой эффективностью азотных удобрений [11], [25]. В результате продолжается процесс выведения пахотных земель из сельскохозяйственного оборота и наблюдается усиление не только явных, но и скрытых деградационных процессов [3], [10], [23]. Фиксируется выраженное увеличение доли средне- и сильнокислых почв до 40–45 %, слабо обеспеченных подвижным калием – до 30–34 %, органическим веществом – до 57–60 %. Между тем воспроизводство эффективного плодородия почв сельскохозяйственных угодий является важным фактором не только сохранения экологической устойчивости агроландшафтов и успешного развития отраслей агропромышленного комплекса Северо-Западного региона РФ, но и решения проблемы продовольственной безопасности населения в целом [3], [9].

В этой связи развитие научно-практических основ систем воспроизводства плодородия зональных почв является одним из главных направлений исследований в области земледелия [9]. В условиях региона направленное регулирование почвенного плодородия осуществляется путем оптимизации структуры севооборотов, посева многолетних бобовых трав, а также весьма затратных мероприятий по мелиорации, известкованию, применению органических, минеральных и микробиологических удобрений и др. [8], [12].

Научное обеспечение мероприятий по повышению плодородия почв Северо-Западного региона РФ на современном этапе осуществляется учреждениями Отделения сельскохозяйственных наук РАН в рамках выполнения Программы фундаментальных и поисковых научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы по проблеме 142 «Фундаментальные основы создания систем земледелия и агротехнологий нового поколения, с целью сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, эффективного использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов и производства

заданного количества и качества сельскохозяйственной продукции». В этом направлении научными учреждениями региона продолжены исследования по разработке и совершенствованию научных основ информационного обеспечения мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения, систем применения удобрений, поиску и обоснованию элементов биологизации в воспроизведстве почвенного плодородия, разработке и применению новых, а также местных удобрительных материалов².

Агрофизическим научно-исследовательским институтом (АФИ) и Северо-Западным центром междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (СЗЦППО), координирующими региональные исследования по данному направлению, только за последние годы разработаны и созданы:

- приборы, методы, программы, структуры баз данных проведения мониторинга плодородия сельскохозяйственных земель с использованием геоинформационных технологий, обеспечивающие высокую точность и эффективность информационного сопровождения [13], [14], [26], [35];
- методика эффективного использования природно-ресурсного потенциала, учитывающая закономерности динамики и трансформации веществ в системе «почва – посев (агроценоз) – атмосфера» для комплексного решения задач по производству растениеводческой продукции, кормов и воспроизводству плодородия почвы [2], [3], [15], [27];
- оптимальная структура землепользования с применением современных геоинформационных технологий, позволяющая рационально использовать земельные ресурсы на Северо-Западе РФ с учетом природных условий и хозяйственного потенциала сельскохозяйственных предприятий [2], [3], [27];
- методология выявления пространственной неоднородности фитосанитарного состояния посевов с использованием физико-технической базы точного земледелия, используемая для дифференцированного применения средств защиты растений [31];
- научные и практические основы точных систем применения удобрений и воспроизводства почвенного плодородия, пространственно дифференцированных технологий окультуривания дерново-подзолистых почв, обеспечивающие формирование модельных параметров плодородия по величине и пространственной пестроте, успешно апробированные в Меньковском филиале АФИ, крестьянском хозяйстве «Прометей» Псковской области и осваиваемые в хозяйствах Ленинградской области [16], [20];
- методология автоматизированного проектирования технологий производства расте-

ниеводческой продукции в системе точного земледелия для обеспечения системного подхода к построению процесса проектирования и адаптации технологий производства в пределах хозяйствующего субъекта [33], [34];

- новые виды известковых мелиорантов из традиционного сырья и промышленных отходов, обеспечивающие снижение затрат на известкование в 1,7–2,3 раза [8], [17], [22];
- новые виды органических и органоминеральных удобрений, в том числе на основе сапропелей и птичьего помета, регулярное применение которых позволяет компенсировать продуктивные и непродуктивные потери биогенных элементов, корректировать мероприятия по воспроизведению плодородия почв, получению нормативно чистой растениеводческой продукции и сохранять экологическую устойчивость агроэкосистем [8], [17], [18].

По результатам исследований, направленных на утилизацию отходов животноводческих ферм и комплексов, Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ) разработаны два микробных удобрения для использования в АПК: «Бамил» (отход свинокомплексов с гидросмыгвой системой удаления навоза) и «Омуг» (отход птицефабрик с подстильным содержанием помета) [5], [6]. Создан биопрепарат «БАРКОН» для гумификации растительных остатков зерновых культур, и разработан способ его применения в целях воспроизведения органического вещества и сохранения функциональных свойств почв в агроценозах, а также издано методическое руководство по применению микробиологического удобрения комплексного действия «Бисолбимикс», обеспечивающего повышение продуктивности растений на основе взаимодействия с резидентной почвенной микрофлорой [24], [30]. Институтом продолжается разработка новых биотехнологий использования микробного потенциала агроценозов, повышающих плодородие почв, а также урожайность и качество сельскохозяйственных культур на 15–20 %. В частности, создана новая модель метагеномного анализа почвенных микробных сообществ (микробиомов), определяющих формирование плодородия почв и продуктивность возделываемых культур, для оценки почвообразовательных процессов в техногенно нарушенных почвах, разработки методов мониторинга микробиологических процессов в них и обоснования приемов восстановления их плодородия [1].

Региональными научными учреждениями РАН проводится мониторинг состояния основных параметров плодородия пахотных угодий на основании данных агрохимической службы, разрабатываются приемы и технологии повышения плодородия почв. В частности, в Ленинградском НИИСХ «Белогорка» на базе данных многолетних полевых экспериментов совершенствуются

научные основы известкования и применения минеральных удобрений [19], [32]. В Псковском, Калининградском и Новгородском НИИСХ разрабатываются научно-практические основы биологизации систем применения удобрений, включающие адаптацию структуры севооборотов к конкретным почвенно-климатическим и производственным условиям региона и комплексное использование органических, минеральных и микробиологических удобрений [7], [28], [29]. В Архангельском НИИСХ успешно апробируются новые энергетические методы для оценки уровня и ресурсного потенциала плодородия почв, а также системы его восстановления на мелиорированных землях Европейского Севера РФ [21].

Несмотря на то что выполняемый значительный объем научных исследований характеризуется актуальностью и новизной, дальнейшее их совершенствование сдерживается дефицитом высококвалифицированных молодых кадров. Кроме того, при недостаточном материально-техническом обеспечении научно-исследовательских работ по воспроизведению почвенного плодородия, особенно в региональных научных учреждениях, имеют место не соответствующие значению проблемы уровень и глубина проводимых исследований. На фоне снижения уровня взаимодействия научных учреждений РАН с агрономическими службами агропромышленного комплекса (АПК) региона и отдельных хозяйств наблюдается недостаточная публикационная активность исследователей как в рецензируемых изданиях, так и в региональных и местных средствах массовой информации.

Исходя из вышеизложенного и в целях повышения практической результативности научных исследований в области воспроизведения плодородия почв, целесообразно сконцентрировать усилия научных учреждений РАН и вузов Северо-Запада РФ на решении следующих научных и организационных задач:

1. Продолжить совершенствование взаимодействия с региональными органами управления АПК по проблемам формирования и сохранения плодородия почв сельскохозяйственных угодий, информационно-технического, научно-методического, нормативного и ресурсного обеспечения систем воспроизведения почв, а также развития биологического и энергетического направлений оценки уровня эффективного плодородия зональных почв.

2. Активизировать научные исследования в направлении развития научно-практических основ и разработки ресурсосберегающих технологий использования местных удобрительных материалов с участием региональных предприятий, эффективно работающих в этом направлении.

3. Повысить публикационную активность ученых региона и усилить работу по пропаганде научных достижений, в том числе в местных средствах массовой информации, в вопросах оценки состояния и прогнозирования динамики плодородия почв и, прежде всего,

активно используемых сельскохозяйственных угодий.

4. Принять действенные меры к укреплению научного кадрового потенциала и материально-технического обеспечения исследований по вопросам воспроизводства почв.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Агропромышленный комплекс России в 2015 году. М.: МСХ РФ, 2016. 702 с.

² Основные итоги работы Северо-Западного регионального научного центра Российской академии сельскохозяйственных наук за 2013 год. СПб.; Пушкин: СЗРНЦ Россельхозакадемии, 2014. 115 с.; Отчет отделения сельскохозяйственных наук РАН о выполнении фундаментальных и поисковых научных исследований в 2014–2016 гг. М.: ОСХН РАН, 2017. 288 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андронов Е. Е., Иванова Е. А., Першина Е. В., Орлова О. В., Круглов Ю. В., Белимов А. А., Тихонович И. А. Анализ показателей почвенного микробиома в процессах, связанных с почвообразованием, трансформацией органического вещества и тонкой регуляции вегетационных процессов // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2015. № 80. С. 83–94.
2. Архипов М. В., Иванов А. И., Синицына С. М., Данилова Т. А., Федорова З. Л., Тюкалов Ю. А., Сухопаров А. И., Перекопский А. Н., Чекмарев О. П. Методологические и информационно-технологические основы развития кормопроизводства в Северо-Западном регионе РФ. СПб.; Пушкин, 2015. 184 с.
3. Архипов М. В., Иванов А. И., Данилова Т. А., Синицына С. М., Тюкалов Ю. А., Пасынкова Е. Н. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России. СПб.; Пушкин, 2016. 136 с.
4. Архипов М. В., Данилова Т. А., Синицына С. М. Состояние и перспективы развития зерновой отрасли в Северо-Западном федеральном округе РФ // Научное обеспечение развития производства зерна на Северо-Западе России. СПб., 2014. С. 4–15.
5. Арипченко И. А. Особенности использования отходов животноводства для получения микробных удобрений. Инновационные аспекты рынка // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: IV Международная научная экологическая конференция. Краснодар, 2015. С. 203–209.
6. Арипченко И. А. Активный ил свинокомплексов как основа для получения микробного удобрения Бамил // Экология и промышленность России. 2011. № 4. С. 36–39.
7. Буянкин Н. И., Красноперов А. Г. Летние посевы средообразующих культур, их значение и место в севооборотах Калининградской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4 (20). С. 108–116.
8. Витковская С. Е. Твердые бытовые отходы: антропогенное звено биологического круговорота. СПб.: АФИ, 2012. 132 с.
9. Иванов А. Л., Завалин А. А. Приоритеты развития научного земледелия в России // Пути совершенствования агротехнологий на Северо-Западе России. Псков, 2010. С. 9–22.
10. Иванов А. И., Воробьев В. А., Иванова Ж. А. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Проблемы агрохимии и экологии. 2015. № 3. С. 15–19.
11. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Воробьев В. А., Цыганова Н. А. Агрэкологические последствия длительного применения дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Агрохимия. 2016. № 4. С. 10–17.
12. Иванов И. А., Иванов А. И., Цыганова Н. А. Изменение свойств подзолистых и дерново-подзолистых почв на песчаных породах при оккультуривании // Почвоведение. 2004. № 4. Р. 489–499.
13. Иванов А. И., Лекомцев П. В. Методология мониторинга неоднородности состояния мелиорированных земель на основе развития физико-технической базы адаптивно-ландшафтного земледелия. СПб.: Изд. АФИ, 2013. 56 с.
14. Иванов А. И., Конашенков А. А., Хомяков Ю. В., Фоменко Т. Г., Федькин И. А. Оценка параметров пространственной неоднородности показателей плодородия дерново-подзолистых почв // Агрохимия. 2014. № 2. С. 39–49.
15. Иванов А. И., Конашенков А. А., Иванова Ж. А., Воробьев 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.
16. Иванов А. И., Конашенков А. А. Методико-технологические аспекты и результаты оценки точных систем внесения удобрения // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 3. С. 20–24.
17. Иванов А. И., Иванов И. А., Надточий И. А., Сорокина И. Ю. Оценка мелиорирующего эффекта сапропелевых удобрений на загрязненных кадмием дерново-подзолистых почвах // Агрохимия. 2008. № 2. С. 77–85.
18. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Фрейдин И. А. Воспроизведение плодородия дерново-подзолистых почв с использованием нового органоминерального удобрения // Плодородие. 2014. № 6 (81). С. 20–22.
19. Королина А. Л., Яковлева Л. В., Лобзева Г. А. Закономерности действия известкования и длительного применения минеральных и органических удобрений на органическое вещество дерново-подзолистых почв // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013. № 32. С. 51–56.
20. Конашенков А. А. Научное обоснование систем удобрения для прецизионного применения в условиях Северо-Запада России: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. СПб., 2014. 40 с.
21. Лагутина Т. Б., Попова Л. А. Повышение продукционного потенциала мелиорированных агродерновых аллювиальных почв Архангельской области // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 6. С. 27–30.
22. Литвинович А. В., Павлова О. Ю., Лаврищев А. В., Витковская С. Е. Экологические аспекты известкования почв конверсионным мелом // Плодородие. 2005. № 1. С. 23–26.

23. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 372 с.
24. Руслакова И. В., Воробьев Н. И. Использование биопрепарата Баркон для инокулирования соломы, применяемой в качестве удобрения // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 25–28.
25. Рысев М. Н., Шайкова Т. В., Волкова Е. С. Пути повышения плодородия дерново-подзолистых почв в условиях Псковской области // Пути совершенствования агротехнологий на Северо-Западе России. Псков, 2010. С. 46–51.
26. Сидорова В. А., Жуковский Е. Е., Лекомцев П. В., Якушев В. В. Геостатистический анализ характеристик почв и урожайности в полевом опыте по точному земледелию // Почвоведение. 2012. № 8. С. 879–885.
27. Суханов П. А. Научные основы оценки и управления агроресурсным потенциалом региона (на примере Ленинградской области): Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. СПб., 2013. 56 с.
28. Тиранова Л. В., Тиранов А. Б. Инновационные элементы технологий в севообороте для создания базы данных по проектированию агротехнологий зернобобовых в условиях Новгородской области // Аграрная Россия. 2016. № 10. С. 2–5.
29. Федотова Е. Н., Рысев М. Н., Волкова Е. С., Кусткова Т. А. Влияние длительного применения удобрений в севообороте со льном-долгунцом на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность севооборота // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 8–18.
30. Чеботарь В. К. Комплексное микробное удобрение «Бисолбимикс»: фундаментальные основы, способы производства и применения, назначение. СПб.: Реноме, 2015. 239 с.
31. Шпанев А. М., Лекомцев П. В., Петрушин А. Ф., Смук В. В. Методика фитосанитарного мониторинга агроландшафтов с использованием физико-технической базы точного земледелия. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2017. 32 с.
32. Яковлева Л. В., Небольсина З. П., Лобзева Г. А., Николаев И. Н., Левин А. В. Закономерности влияния кислотно-основных свойств почвы на урожайность сельскохозяйственных культур // Проблемы развития и научное обеспечение агропромышленного комплекса Северо-Восточных регионов Европейской части России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Сыктывкар, 2015. С. 55–60.
33. Якушев В. В. Точное земледелие: теория и практика. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. 364 с.
34. Якушев В. В., Лекомцев П. В., Петрушин А. Ф. Точное земледелие: опыт применения и потенциал развития // Информация и космос. 2014. № 3. С. 50–56.
35. Якушев В. В., Лекомцев П. В., Матвеенко Д. А., Петрушин А. Ф., Якушев В. В. Применение дистанционного зондирования в системе точного земледелия // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 1. С. 23–25.

Danilova T. A., North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance
(St. Petersburg, Russian Federation)

Pasynkova E. N., North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance
(St. Petersburg, Russian Federation)

Arhipov M. V., North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance
(St. Petersburg, Russian Federation)

Sinitsyna S. M., North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance
(St. Petersburg, Russian Federation)

Tyukalov Yu. A., North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance
(St. Petersburg, Russian Federation)

SCIENTIFIC SUPPORT TO IMPROVE FERTILITY OF THE NORTH-WESTERN LANDS OF RUSSIA

The land was and still remains the main means of production in agriculture. From its quantity and fertility depends food independence of countries and regions, and welfare of the population. Therefore, the issue of preserving and improving soil fertility is very relevant, since it is directly related to the productivity of farmed crops and; therefore, determines the possibility of creating conditions for import substitution of food in our country. At present, the work on the problem of soil fertility conservation is reduced to nothing: there is no work on drainage and liming; the use of organic and mineral fertilizers is reduced. The article reflects the main results of the latest scientific achievements on the problems of enlargement and reproduction of soil fertility. The study presents a list of the latest methods, preparations, and fertilizers developed by the scientists of the North-Western region of Russia. The ways to overcome the situation in agricultural production, related to the improvement of scientific support of farming problems, extension of fundamental scientific research and combination of the efforts of scientific institutions of the RAS and universities in the region are proposed.

Key words: The North-Western region, scientific support of agricultural production, restoration of soil fertility

REFERENCES

1. Andronov E. E., Ivanova E. A., Pershina E. V., Orlova O. V., Kruglov Yu. V., Belimov A. A., Tikhonovich I. A. Analysis of soil microbiome indicators in the processes of soil formation, organic matter transformation and processes involved with fine regulations of vegetative processes [Analiz pokazateley pochvennogo mikrobioma v protsessakh, svyazannykh s pochvoobrazovaniem, transformatsiy organicheskogo veshchestva i tonkoy reguljatsii vegetatsionnykh protsessov]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva*. 2015. № 80. P. 83–94.
2. Arkhipov M. V., Ivanov A. I., Sinitsyna S. M., Danilova T. A., Fedorova Z. L., Tyukalov Yu. A., Suhoparov A. I., Perekop A. N., Chekmarev O. P. *Metodologicheskie i informatsionno-tehnologicheskie osnovy razvitiya kormoproizvodstva v Severo-Zapadnom regione RF* [Methodological and information-technological bases for the development of feed production in the North-West region of the Russian Federation]. St. Petersburg, Pushkin, 2015. 184 p.

3. Arkhipov M. V., Ivanov A. I., Danilova T. A., Sinityna S. M., Tukalov Yu. A., Pasynkova E. N. *Otsenka biopotentsiala proizvodstva prodovol'stviya v Severo-Zapadnom regione Rossii* [Assessment of the biopotential of food production in the North-West region of Russia]. St. Petersburg, Pushkin, 2016. 136 p.
4. Arkhipov M. V., Ivanov A. I., Danilova T. A., Sinityna S. M. The State and Prospects for the Development of Grain Industry in the North-West Federal District of the Russian Federation [Sostoyanie i perspektivy razvitiya zernovoy otrassli v Severo-Zapadnom federal'nom okruse RF]. *Nauchnoe obespechenie razvitiya proizvodstva zerna na Severo-Zapade Rossii*. St. Petersburg, Pushkin, 2014. P. 4–15.
5. Arkhipchenko I. A. Peculiarities of using farm animal wastes for production of microbial fertilizers: Innovative aspects of the market [Osobennosti ispol'zovaniya otkhodov zhivotnovodstva dlya polucheniya mikrobnykh udobreniy. Innovatsionnye aspekty rynka]. *Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: IV Mezhdunarodnaya nauchnaya ekologicheskaya konferentsiya*. Krasnodar, 2015. P. 203–209.
6. Arkhipchenko I. A. Active Silt from Pig-Farm Complexes as a Basis for Bamil Microbial Fertilizers [Aktivnyy il svinokompleksov kak osnova dlya polucheniya mikrobnogo udobreniya Bamil]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2011. № 4. P. 36–39.
7. Buyankin N. I., Krasnoperov A. G. Summer crops of habitat-forming cultures, their importance and place in the crop rotations of Kaliningrad region [Letnie posevy sredoobrazuyushchikh kul'tur, ikh znachenie i mesto v sevooborotakh Kaliningradskoy oblasti]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2016. № 4 (20). P. 108–116.
8. Vitkovskaya S. E. *Tverdye bytovye otkhody: antropogennoe zveno biologicheskogo krugovorota* [Solid household wastes: the anthropogenic element of the biological cycle]. St. Petersburg, 2012. 132 p.
9. Ivanov A. L., Zavalin A. A. Priorities for the development of scientific farming in Russia [Prioritetы razvitiya nauchnogo zemledeliya v Rossii]. *Puti sovershenstvovaniya agrotehnologiy na Severo-Zapade Rossii*. Pskov, 2010. P. 9–22.
10. Ivanov A. I., Vorobyov V. A., Ivanova J. A. Modern degradation processes in well-cultivated sod-podzolic soils [Sovremennyye degradatsionnye protsessy v khorosho okul'turennyykh dernovo-podzolistykh pochvakh]. *Problemy agrokhimii i ekologii*. 2015. № 3. P. 15–19.
11. Ivanov A. I., Ivanova J. A., Vorobyov V. A., Tsyganova N. A. The Agri-environmental consequences of the long-term use of scarce systems of fertilizer on well-cultivated soddy-podzolic soils [Agroekologicheskie posledstviya dlitel'nogo primeneniya defitsitnykh sistem udobreniya na khorosho okul'turennyykh dernovo-podzolistykh pochvakh]. *Agrokhimiya*. 2016. № 4. P. 10–17.
12. Ivanov I. A., Ivanov A. I., Tsyganova N. A. Changes in properties of sandy podzolic and soddy-podzolic soils under the impact of cultivation [Izmnenie svoystv podzolistykh i dernovo-podzolistykh pochv na peschanykh porodakh pri okul'turivaniyu]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science]. 2004. № 4. C. 489–499.
13. Ivanov A. I., Lekomtsev P. V. *Metodologiya monitoringa neodnorodnosti sostoyaniya meliorirovannykh zemel' na osnove razvitiya fiziko-tehnicheskoy bazy adaptivno-landshaftnogo zemledeliya* [Methodology for monitoring the state of heterogeneity for reclaimed lands on the basis of the development of the physical and technical basis of adaptive landscape agriculture]. St. Petersburg, 2013. 56 p.
14. Ivanov A. I., Konashenkov A. A., Kholmyakov Yu. V., Fomenko T. G., Fed'kin I. A. Estimation of the spatial variability of soil fertility [Otsenka parametrov prostranstvennoy neodnorodnosti pokazateley plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv]. *Agrokhimiya*. 2014. № 2. P. 39–49.
15. Ivanov A. I., Konashenkov A. A., Ivanova J. A., Vorobiev V. A., Fesenko M. A., Danilova T. A., Filippov P. A. Agrotechnical aspects of bioclimatic potential implementation for the North-Western region of Russia [Agrotehnicheskie aspekty realizatsii bioklimaticheskogo potentsiala Severo-Zapada Rossii]. *Agrofizika*. 2016. № 2. P. 35–44.
16. Ivanov A. I., Konashenkov A. A. Methodological and technological aspects and results of the assessment of precise systems of fertilizers' application [Metodiko-tehnologicheskie aspekty i rezul'taty otsenki tochnykh sistem vneseniya udobreniya]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2014. № 3. P. 20–24.
17. Ivanov A. I., Ivanov I. A., Nadtochiy I. A., Sorokina I. Yu. Estimation of the meliorating effect of sapropelic fertilizers on cadmium contaminated sod-podzolic soils [Otsenka melioriruyushchego effekta sapropelevykh udobreniy na zagryaznennykh kadmiem dernovo-podzolistykh pochvakh]. *Agrokhimiya*. 2008. № 2. P. 77–85.
18. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Freidkin I. A. Reproduction of fertility of soddy-podzolic soils using a new organomineral fertilizer [Vosprievodstvo plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv s ispol'zovaniem novogo organomineral'nogo udobreniya]. *Plodorodie*. 2014. № 6 (81). P. 20–22.
19. Kokorin A. L., Yakovleva L. V., Lobzeva G. A. Regularities of the action of liming and the prolonged use of mineral and organic fertilizers on the organic matter of sod-podzolic soils [Zakonomernosti deystviya izvestkovaniya i dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh i organicheskikh udobreniy na organicheskoe veshchestvo dernovo-podzolistykh pochv]. *Izvestiya Sankt-Petersburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. № 32. P. 51–56.
20. Konashenkov A. A. *Nauchnoe obosnovanie sistem udobreniya dlya pretsizionnogo primeneniya v usloviyah Severo-Zapada Rossii. Avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk* [Scientific substantiation of fertilizer systems for precision application in the North-West of Russia. Author's abstract. Dr. agricultural sci. Diss.]. St. Petersburg, Pushkin, 2014. 40 p.
21. Lagutina T. B., Popova L. A. The increase in the production potential of meliorated agro-tertiary alluvial soils of the Arkhangelsk Region [Povyshenie produktivnosti meliorirovannyykh agrodernovykh allyuvial'nykh pochv Arkhangelskoy oblasti]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo*. 2015. № 6. P. 27–30.
22. Litvinovich A. V., Pavlova O. Yu., Lavrischev A. V., Vitkovskaya S. E. Ecological aspects of liming of soils with conversion chalk [Ekologicheskie aspekty izvestkovaniya pochv konversionnym melom]. *Plodorodie*. 2005. № 1. P. 23–26.
23. *Problemy degradatsii i vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v Rossii* [Problems of degradation and restoration of agricultural land productivity in Russia]. Moscow, 2008. 372 p.
24. Rusalova I. V., Vorob'yev N. I. The Use of biopreparation Barkon for the inoculation of the straw, applicable as fertilizers [Ispol'zovanie biopreparata Barkon dlya inokulirovaniya solomy, primenyaemoy v kachestve udobreniya]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2011. № 8. P. 25–28.
25. Rysev M. N., Shaykova T. V., Volkova E. S. Ways to increase fertility of sod-podzolic soils in conditions of Pskov region [Puti povysheniya plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv v usloviyah Pskovskoy oblasti]. *Puti sovershenstvovaniya agrotehnologiy na Severo-Zapade Rossii*. Pskov, 2010. P. 46–51.

26. Sidorova V. A., Zhukovsky E. E., Lekomtsev P. V., Yakushev V. V. Geostatistical analysis of the soil and crop parameters in the field experiment on precision agriculture [Geostatisticheskiy analiz kharakteristik pochv i urozhaynosti v polevom opyte po tochnomu zemledeliyu]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science]. 2012. № 8. P. 879–885.
27. Suhannov P. A. *Nauchnye osnovy otsenki i upravleniya agroresursnym potentsialom regiona (na primere Leningradskoy oblasti)*: Avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk [Scientific basis for the assessment and management of the region's agro-resource potential (by the example of the Leningrad Region). Author's abstract. Dr. agricultural sci.diss]. St. Petersburg, 2013. 56 p.
28. Tiranova L. V., Tiranov A. B. Innovative Technologies in Crop Rotation for the Database Creation of the Design of Agro-Technologies of Grain Legumes under Conditions of the Novgorod Oblast' [Innovatsionnye elementy tekhnologiy v sevooborote dlya sozdaniya bazy dannykh po proektirovaniyu agrotehnologiy zernobobovykh usloviyakh Novgorodskoy oblasti]. *Agrarnaya Rossiya*. 2016. № 10. P. 2–5.
29. Fedotova E. N., Rusev M. N., Volkova E. S., Kustkova T. A. The effect of the long-term use of fertilizers in crop rotation with flax fiber on the fertility of sod-podzolic soil and productivity of crop rotation [Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobreniy v sevooborote so l'nom-dolguntsem na plodorodie derno-podzolistoy pochvy i produktivnost' sevooborota]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2016. № 4. P. 8–18.
30. Chebotar V. K. *Kompleksnoe mikrobnoe udobrenie "Bisolvimiks": fundamental'nye osnovy, sposoby proizvodstva i primeneniya, naznachenie* [Complex microbial fertilizer "Bisolvimiks": fundamental principles, methods of production and application, the purpose]. St. Petersburg, 2015. 239 p.
31. Spanev M. A., Lekomtsev P. V., Petrushin A. F., Smuk V. V. *Metodika fitosanitarnogo monitoringa agrolandschaftov s ispol'zovaniem fiziko-tehnicheskoy bazy tochnogo zemledeliya* [Phytosanitary monitoring of agrolandscapes using the physical and technical basis of precision farming]. St. Petersburg, 2017. 32 p.
32. Yakovleva L. V., Nebolsina Z. P., Loseva G. A., Nikolaev I. N., Levin A. V. Regularities of the influence of acid-base properties of the soil on crop yields [Zakonomernosti vliyaniya kislotno-osnovnykh svoystv pochvy na urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur]. *Problemy razvitiya i nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Severo-Vostochnykh regionov Evropeyskoy chasti Rossii: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Syktyvkar, 2015. P. 55–60.
33. Yakushev V. V. *Tochnoe zemledelie: teoriya i praktika* [Precise farming: theory and practice]. St. Petersburg, 2016. 364 p.
34. Yakushev V. P., Lekomtsev P. V., Petrushin A. F. Precision Agriculture technology: adoption and development [Tochnoe zemledelie: opyt primeneniya i potentsial razvitiya]. *Informatsiya i kosmos*. 2014. № 3. P. 50–56.
35. Yakushev V. P., Lekomtsev P. V., Matveenko D. A., Petrushin A. F., Yakushev V. V. Application of distance pit testing in the system of precision agriculture [Primenenie distantsionnogo zondirovaniya v sisteme tochnogo zemledeliya]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2015. № 1. P. 23–25.

Поступила в редакцию 10.05.2017