

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

В. Д. Попов, А. Ю. Брюханов

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные агроинженерные методы обеспечения экологической безопасности и сохранения плодородия почвы для решения задач увеличения производства качественных и безопасных продуктов питания. Представлены разработки современных машин и оборудования, позволяющих существенно повысить эффективность и экологическую безопасность при переработке и внесении органических удобрений на основе побочных продуктов животноводства. В заключении сформулированы перспективные направления фундаментальных и поисковых научных исследований, позволяющих повысить технологичность и экологическую безопасность производства сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: агроинженерные методы, плодородие почвы, экологическая безопасность, биоферментатор, машины для внесения удобрений.

AGROENGINEERING METHODS OF ENSURING ECOLOGICAL SAFETY AND PRESERVATION SOIL FERTILITY

V. D. Popov, A. Yu. Bryukhanov

Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – branch of FSAC VIM, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article deals with the main agroengineering methods of environmental safety and soil fertility preservation to solve the problems of increasing the production of high-quality and safe food products. The development of modern machines and equipment allowing to increase significantly the efficiency and ecological safety at processing and application of organic fertilizers on the basis of animal by-products is presented. The conclusion formulates promising directions of fundamental and prospective scientific research, allowing to increase the manufacturability and environmental safety of agricultural production.

Keywords: agroengineering methods, soil fertility, environmental safety, biofermenter, fertilizer machines.

Согласно Указу Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации

на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», на первом месте стоит сохранение населения, укрепление его здоровья и повышение благополучия. По данным медицинских исследований на здоровье человека влияют такие факторы, как наследственность, система здравоохранения, образ жизни, питание и экология. При этом питание, образ жизни и экология составляют 70 % от общего влияния [1]. Поэтому при решении задачи увеличения производства продуктов питания, необходимо уделить особое внимание обеспечению их качества и безопасности. Сегодня целый ряд проблем осложняют достижение этой цели. В первую очередь это деградация почв, темпы которой в России достигли 2 млн га в год, высокая доля химических средств защиты растений (более 98 % от всех используемых средств), а также низкий уровень применения точных и биологизированных машинных технологий.

Почва является главным ресурсом в агропроизводстве и на ее состояние существенное влияние оказывают агротехнологии, машины и агрегаты, средства защиты растений и вносимые удобрения. Поэтому, одной из важнейших задач агроинженерной науки является разработка машин и технологий, обеспечивающих воспроизводство качественных характеристик почвы, отвечающих за ее плодородие и продуктивную функцию. Для снижения отрицательного влияния механического воздействия на почвы в РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, ВИМ и ряде других учреждений ведутся разработки адаптивных движителей, позволяющих снижать удельное давление на почву [2, 3]. Актуальными разработками являются умные системы, включающие датчики оценки состояния почвы, покрова, погодных условий с возможностью использования данной информации для оперативного изменения пятна контакта движителя с почвой и контроля буксования. С целью минимизации площади почвы, подверженной воздействию движителей, ведутся разработки широкозахватных модульных платформ. Использование данных платформ может снизить до 50...70 % площадь поля, подверженную воздействию движителей по сравнению с применяемыми в настоящее время машинно-тракторными агрегатами. В почвообработке актуальным направлением является минимизация механического воздействия рабочих органов агрегатов и машин на естественную структуру почвы. Например, применение динамичных почвообрабатывающих рабочих органов снижает перетирание почвы, образование пылевидных частиц и одновременно снижает сопротивление и требуемое тяговое усилие. С целью минимизации рисков негативного

влияния при использовании средств защиты растений ведутся разработки комплексных решений для мониторинга и защиты растений на основе БПЛА, цифровых систем сбора и анализа информации, а также роботизированных устройств для дифференцированного внесения средств защиты растений [4, 5, 6].

Однако, основной потенциал глобального восстановления и поддержания биологического потенциала почв связан с научно обоснованной системой севооборота и внесении высокоэффективных органико-минеральных удобрений. Имея колоссальный ресурс вторичного сырья в виде побочных продуктов животноводства и растениеводства ежегодным объемом в 500...600 млн тонн, содержанием более 2,5 млн тонн NPK, более 40 млн тонн органического вещества, перед наукой стоит задача их превращения в высокоэффективные бионаноудобрения – «лекарство для почвы» [7, 8]. Такие удобрения должны состоять из органического вещества, питательных элементов, наноразмерных частиц и полезных микроорганизмов, улучшающих всхожесть семян, повышающих качество почвы, увеличивающих эффективность использования питательных веществ и разложения остатков пестицидов, повышающих устойчивость растений к болезням и вредителям, что в совокупности приводит к повышению урожайности, качества и безопасности конечной продукции.



Рисунок 1 – Автоматизированная биоферментационная установка ИАЭП

В рамках решения данных задач в ИАЭП – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработан ряд автоматизированных машин по переработке и использованию побочных продуктов животноводства. Среди таких разработок автоматизированная биоферментационная установка барабанного типа, которая позволяет в 10 раз ускорить переработку твердой фракции навоза и получить высококачественные удобрения с высокой микробиологической активностью.

Более 250 млн тонн ежегодно образующихся побочных продуктов животноводства имеют полужидкое и жидкое состояние, что требует оснащенности соответствующими машинами для транспортировки и внесения их в качестве органических удобрений. Согласно проведенному анализу, потребность в машинах для внесения органических удобрений составляет не менее 11000 единиц (рисунок 2).

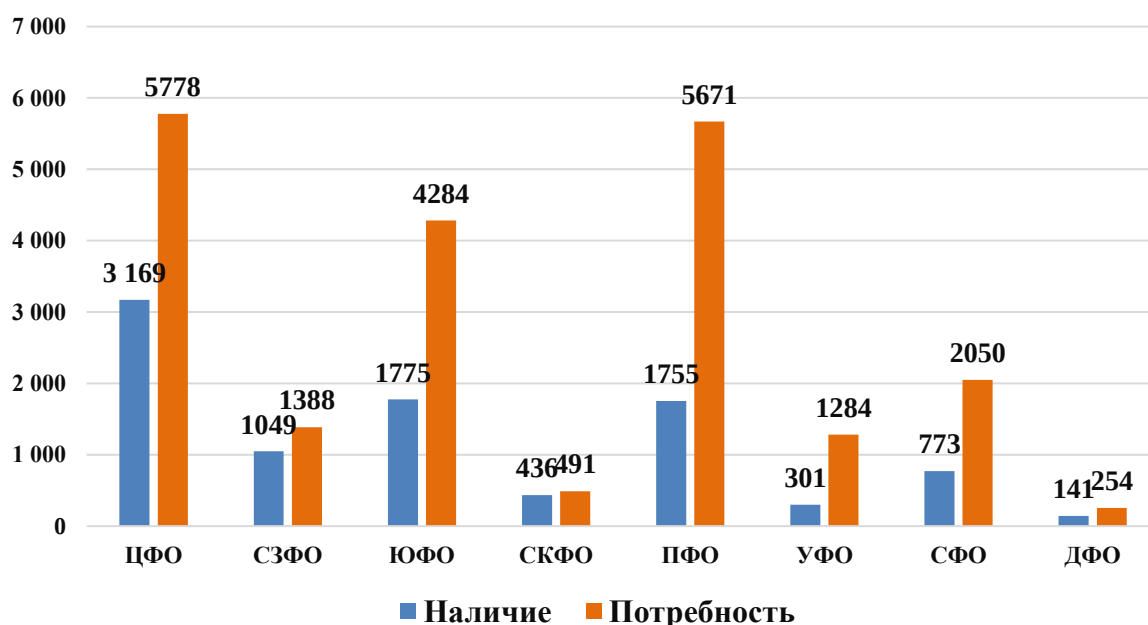


Рисунок 2 – Потребность в машинах для внесения органических удобрений, ед.

Для точного внесения органических удобрений и снижения выбросов и запахов при внесении по техническому заданию ВИМ изготовлены машины, позволяющие на 30...50 % сократить выбросы аммиака, что не только положительно влияет на экологию, но и позволяет сохранённые вещества закрепить в почве для питания растений (рисунок 3).



Рисунок 3 – Машины для внесения жидких органических удобрений с низкоэмиссионными рабочими органами (изготовлены по ТЗ ИАЭП) – филиала ВИМ)

Как неоднократно отмечалось руководством РАН, научные разработки должны оперативно внедряться в реальный сектор экономики. В 2022 году был создан первый в России демонстрационно-исследовательский и образовательный центр на базе АО ПЗ Первомайский, Ленинградской области, который служит для распространения опыта и обучения новым технологиям. В целом, с использованием разработок Центра ВИМ за последние 5 лет реализовано более 50 проектов в 11 регионах РФ с внедрением новых технологий переработки и использования органических удобрений.

Дальнейшее развитие направлений фундаментальных и поисковых научных исследований, позволяющих повысить технологичность и безопасность производства сельскохозяйственной продукции, должно быть связано с созданием отечественной системы роботизированных машин для производства качественной сельскохозяйственной продукции и сохранения плодородия почв, разработкой технологий искусственного интеллекта для мониторинга и управления агроэкосистемами, разработкой технологий прогнозирования и проактивного управления на основе цифровых двойников агроэкосистем, разработкой природоподобных технологий и цифровых систем для экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицын, Ю. П. Образ жизни как основа здоровья. Анализ факторов риска заболеваемости / Ю. П. Лисицын // Медицинская газета. – 2010. – № 19. – С. 12.
2. Обоснование технического облика агротехники и стратегических подходов ее проектирования / Г. Я. Красников, О. Н. Дидманидзе, П. В. Сиротин, Е. П. Парлюк // В сборнике: Чтения академика В. Н. Болтинского. – М., 2023. – С. 10-32.
3. Приоритетные направления научно-технического развития отечественного тракторостроения / Ю. Ф. Лачуга, А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский, А. С. Дорохов, В. А. Самсонов // Сельский механизатор. – 2021. – № 3. – С. 2-4.
4. Инновационные достижения агроинженерных научных учреждений в условиях развития цифровых систем в сельском хозяйстве / Я. П. Лобачевский, Ю. Ф. Лачуга, А. Ю. Измайлов, Ю. Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 6 (324). – С. 2-5.
5. Инновационный многофункциональный агрегат для альтернативной обработки почвы / Я. П. Лобачевский, Б. Х. Ахалая, Ю. Х. Шогенов, С. И. Старовойтов // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 11-15.
6. Инновационные достижения агроинженерных научных учреждений в условиях развития цифровых систем в сельском хозяйстве / Я. П. Лобачевский, Ю. Ф. Лачуга, А. Ю. Измайлов, Ю. Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 6 (324). – С. 2-5.
7. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М.: Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
8. Индустрия побочных продуктов животноводства и ее научно-техническое обеспечение / А. Ю. Брюханов, В. Д. Попов, В. Ф. Федоренко, Э. В. Васильев, Е. В. Шалавина // Агроинженерия. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 4-12.
9. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М.: Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.
10. Концепция управления экологической безопасностью агроэкосистем / А. Ю. Брюханов, В. Д. Попов, Э. В. Васильев, Э. А. Папушин // АгроЭкоИнженерия. – 2022. – № 4 (113). – С. 4-18.

Об авторах:

Попов Владимир Дмитриевич, академик РАН, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

Брюханов Александр Юрьевич, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор РАН, директор Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, nii@sznii.ru.

About the authors:

Vladimir D. Popov, Academician of Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Engineering), professor, Honored scientist of the Russian Federation, chief scientist, Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – branch of FSAC VIM.

Aleksandr Y. Bryukhanov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Engineering), professor of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – branch of FSAC VIM, nii@sznii.ru.