

ISSN 1817-7204(Print)

ISSN 1817-7239(Online)

УДК 338.43:502.174(476)

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-277-291>

Поступила в редакцию 29.01.2021

Received 29.01.2021

**Н. Н. Батова<sup>1</sup>, И. Э. Точицкая<sup>2</sup>, П. В. Сачек<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт экономики Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь*

<sup>2</sup>*Исследовательский центр ИПМ, Минск, Беларусь*

<sup>3</sup>*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*

## **ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Аннотация:** На современном этапе достижение устойчивого экономического роста стало важным пунктом глобальной повестки дня. Гармоничное согласование компонентов устойчивого развития, обеспечивающего экономический рост, социальную стабильность и экологическое равновесие, в долгосрочной перспективе возможно обеспечить с помощью концепции циркулярной экономики, которая, в свою очередь, выступает практическим инструментом перехода к зеленой экономике. Несмотря на то, что внедрение циркулярной экономики приобретает глобальный характер и конкурентные преимущества внедрения данной концепции становятся все более очевидными, в целом в Беларуси ее развитие широкого распространения пока не получило. В статье рассмотрены концептуальные основы циркулярного сельского хозяйства, выявлены особенности и принципиальные отличия от традиционного способа производства. На основе исследования мирового опыта обоснована важность государственной поддержки и научного сопровождения циркулярной трансформации отрасли. Раскрыта отраслевая специфика использования отходов растениеводства и животноводства. Представлены результаты опроса сельскохозяйственных товаропроизводителей относительно использования отходов по различным направлениям: передача на переработку, продажа, использование стороннего вторичного сырья. Выявлены информационные, экономические и технологические барьеры, сдерживающие циркулярную трансформацию белорусского сельского хозяйства. Обоснованы перспективы внедрения принципов циркулярной экономики для крупнотоварных сельскохозяйственных производителей и мелких крестьянских (фермерских) хозяйств. Раскрытые в статье вопросы представляют интерес при подготовке проектов государственных программ социально-экономического развития, отраслевых программ развития агропромышленного комплекса, стратегии в области части обеспечения экологически безопасного производства, эффективного использования природных ресурсов на период до 2025 г. Использование в практической деятельности предлагаемых результатов и предложений по внедрению принципов циркулярной экономики в сельском хозяйстве позволит обеспечить более эффективное использование сырья в рамках производственных циклов и достижение устойчивого развития сельского хозяйства в целом.

**Ключевые слова:** циркулярная экономика, зеленая экономика, экологически безопасное производство, отходы растениеводства и животноводства, использование отходов, барьеры, сельское хозяйство, Беларусь

**Для цитирования:** Батова, Н. Н. Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: концептуальные основы и возможности внедрения в Республике Беларусь / Н. Н. Батова, И. Э. Точицкая, П. В. Сачек // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, №3. – С. 277–291. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-277-291>

**Nadehda N. Batova<sup>1</sup>, Irina E. Tochitskaya<sup>2</sup>, Petr V. SACHEK<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*IPM Research Center, Minsk, Belarus*

<sup>3</sup>*Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus*

## **CIRCULAR ECONOMY IN AGRICULTURE: CONCEPTUAL BASIS AND IMPLEMENTATION POSSIBILITIES IN BELARUS**

**Abstract:** Achieving sustainable economic growth has become an important point on the global agenda today. Harmonious coordination of sustainable development components, ensuring economic growth, social stability and ecological balance, can be achieved in the long term using the concept of circular economy, which, in turn, serves as a practical tool for transition to green economy. Despite the fact that implementation of circular economy is becoming global and competitive advantages of implementing this concept are becoming more obvious, in general, it has not been widely developed in Belarus yet. The paper reviews conceptual basis of circular agriculture, reveals peculiarities and principal differences from the traditional production model. Based on study of world experience, the importance of state support and scientific support for circular transformation of the industry has been substantiated. Sectoral specifics of plant production and livestock waste use is revealed. The results of agricultural producers survey regarding use of waste in various areas are presented: transfer for processing,

sale, use of third-party secondary raw materials. Information, economic and technological barriers retaining circular transformation of Belarusian agriculture are revealed. Prospects of implementing principles of circular economy for large agricultural producers and small farm households have been substantiated. The issues covered in the paper are of interest when preparing projects of state social and economic development programs, sectoral programs for development of agro-industrial complex, strategies for ensuring environmentally safe production and efficient use of natural resources for the period until 2025. Practical use of the proposed results and proposals for implementation of circular economy principles in agriculture will ensure more efficient use of raw materials within production cycles and achieve sustainable development of agriculture in general.

**Keywords:** circular economy, green economy, environmentally friendly production, plant production and livestock waste, waste management, barriers, agriculture, Belarus

**For citation:** Batava N. N., Tochitskaya I. E., Sachek P. V. Circular economics in agriculture: conceptual bases and implementation possibilities in Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 3, pp. 277-291 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-277-291>

**Введение.** Одними из основных целей, поставленных ООН перед мировым сообществом в области устойчивого развития на период до 2030 г., являются ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания, а также содействие устойчивому развитию сельского хозяйства<sup>1</sup>. В рамках их достижения сельское хозяйство сохранит свои позиции в качестве базовой сферы человеческой деятельности, за счет которой удовлетворяются потребности в продовольствии и обеспечиваются важнейшие социальные функции, включая занятость населения. При этом прогнозируемый рост объемов производства способен спровоцировать увеличение негативного воздействия отрасли на окружающую среду, прежде всего за счет увеличения объема отходов и выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

В Республике Беларусь устойчивый рост собственного производства продовольствия, с одной стороны, обеспечил решение проблемы продовольственной безопасности, с другой, способствовал росту образования отходов, ежегодный темп роста которых составляет в последние три года 10–12 %. Несмотря на то, что отходы сельского, лесного и рыбного хозяйств составляют около 1 % в общей структуре, в физическом объеме их величина значительна и превышает 700 тыс. т в год [1].

В рамках решения проблем в отношении использования природных ресурсов и охраны окружающей среды особую актуальность приобретает концепция циркулярной экономики [2, 3]. Ее внедрение позволит не только повысить ресурсо- и энергоэффективность сельскохозяйственного производства, но и будет содействовать минимизации экологических рисков, связанных с сельскохозяйственными отходами, способствуя достижению целей устойчивого развития как отрасли, так и общества в целом.

В настоящее время в научной литературе недостаточно внимания уделяется проработке отраслевых особенностей внедрения принципов циркулярной экономики. Проведенные ранее исследования затрагивали вопросы экологизации сельскохозяйственного производства, управления отраслью на основе комплексного подхода в рамках сложной взаимосвязанной экологической и социально-экономической систем, также рассматривались возможности биогазовых технологий, эффективность их применения и др.

В частности, академиком В. Г. Гусаковым сформулированы методологические принципы экологизации сельскохозяйственного производства и обоснованы концептуальные основы аграрной экологической стратегии в Беларуси. Под его непосредственным руководством разработаны эколого-экономические нормативы эффективного использования разнокачественных земель сельскохозяйственного назначения<sup>2</sup>. Белорусским ученым К. Довбаном (1928–2015 гг.) сформулированы основные подготовительные правила перевода сельскохозяйственного предприятия с традиционного на биоорганическое земледелие, обоснованы специализированные севообороты, выявлены особенности возделывания промежуточных культур и применения удобрений и др.<sup>3</sup>. К тому же

<sup>1</sup> Цели в области устойчивого развития // Организация Объединенных Наций. Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>. Дата доступа: 08.09.2020.

<sup>2</sup> Эколого-экономические нормативы эффективного использования разнокачественных земель сельскохозяйственного назначения / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; сост.: В. Г. Гусаков [и др.]. Минск, 2003. 71 с. ; Гусаков В. Г. Методологические принципы экологизации сельскохозяйственного производства // Природ. ресурсы. 2004. № 4. С. 77–82.

<sup>3</sup> Довбан К. И., Тикавый В. А., Шуканов А. С. Производство и применение органических удобрений в сельском хозяйстве зарубежных стран и возможности использования их опыта в Белорусской ССР. Минск: БелНИИТИ,

в республике разрабатываются и апробируются экологизированные агротехнологии возделывания различных сельскохозяйственных культур. Так, сотрудниками лаборатории технологий производства и хранения картофеля Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству под руководством Д. Д. Фицура была разработана и в 2011–2014 гг. совместно со специалистами Минской областной сельскохозяйственной станции НАН Беларуси апробирована экологизированная технология возделывания картофеля без использования пестицидов [4]. Институтом почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси под руководством академика В. В. Лапы разработаны технологические регламенты возделывания гречихи и картофеля в системе органического земледелия<sup>4</sup>. Сотрудниками Белорусского государственного аграрного технического университета исследуются технологии выращивания листового салата методом проточной гидропоники в зимних теплицах на субстратах с добавками сапропеля, исключающие использование минеральных удобрений [5]. Учеными Института экономики Национальной академии наук Беларуси обоснованы методические рекомендации по снижению материало- и энергоёмкости продукции АПК на основе экологизации производства<sup>5</sup>.

Изучение существующих зарубежных и отечественных исследований в области циркулярной экономики позволило установить, что большинство из них посвящено анализу теоретико-методологических основ [6–9]. В отраслевом разрезе исследования в большей степени сосредоточены на решении вопроса внедрения циркулярной экономики в отрасли промышленности<sup>6</sup> [1, 2], уделяя недопустимо мало внимания сельскому хозяйству. Во многом это обусловлено ограниченностью эмпирических данных на микроуровне, который выступает основой перехода к циркулярной экономике. В то же время отрасль сельского хозяйства относится к одной из наиболее перспективных для внедрения концепции циркулярной экономики, что обуславливает актуальность исследования.

Цель работы – выявить концептуальные особенности циркулярного сельского хозяйства и отраслевую специфику использования отходов, на основе результатов опроса сельскохозяйственных товаропроизводителей обосновать перспективы внедрения циркулярной экономики в сельском хозяйстве Беларуси.

**Основная часть.** Теоретико-методологические подходы, составляющие основу циркулярной экономики, не являются принципиально новыми, а аккумулируют результаты исследований ученых в области промышленной экологии, экоэффективности, ресурсоэффективности и др. Как состоявшаяся концепция она базируется на принципах 9 R<sup>7</sup> и имеет три ключевые особенности

---

1985. 54 с.; Довбан К. И. Переход от традиционного к биоорганическому земледелию в Республике Беларусь: метод. рекомендации. 2-е изд., испр. Минск: Беларус. навука, 2016. 89 с.

<sup>4</sup> Возделывание гречихи в системе органического земледелия. Особенности технологических процессов = Вырошчванне грэчкі ў сістэме арганічнага земляробства. Асаблівасці тэхналагічных працэсаў : технологический регламент. Введ. 04.05.2017 / НАН Беларусі, Ін-т почвоўвядзення і агрохіміі, Ін-т сістэм. ісслед. в АПК НАН Беларусі; разраб.: В. Г. Гусакоў [і др.]. Мінск: Ін-т сістэм. ісслед. в АПК НАН Беларусі, 2017. 14 с.; Возделывание картофеля в системе органического земледелия. Особенности технологических процессов = Вырошчванне бульбы ў сістэме арганічнага земляробства. Асаблівасці тэхналагічных працэсаў : технологический регламент. Введ. 04.05.2017 / Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т почвоўвядзення і агрохіміі, Ін-т сістэм. ісслед. в АПК НАН Беларусі; разраб.: В. Г. Гусакоў [і др.]. Мінск: Ін-т сістэм. ісслед. в АПК НАН Беларусі, 2017. 18 с.

<sup>5</sup> Методические рекомендации по снижению материало- и энергоёмкости продукции АПК на основе экологизации производства / А. Е. Дайнеко [и др.]; науч. ред. А. Е. Дайнеко; Ин-т экономики НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2015. 100 с.

<sup>6</sup> Towards the Circular Economy Vol. 2. Opportunities for the consumer goods sector [Electronic resource]. [Isle of Wight]: Ellen MacArthur Foundation, 2013. Mode of access: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods-sector>. Date of access: 08.09.2020; A new circular vision for electronics: time for a global reboot / E-waste Coalition, World Economic Forum, Planform for accelerating the Circular Economy. Cologne/Geneva: World Economic Forum, 2019. 24 p.

<sup>7</sup> «Refuse» – отказ от избыточного использования сырья; «Recover» – производство энергии из материалов; «Recycle» – переработка и вторичное использование материалов; «Repurpose» – использование продукта для других целей; «Remanufacture» – производство новых продуктов из элементов старого; «Refurbish» – обновление или восстановление старого продукта при сохранении неизменным его большей части; «Repair» – обслуживание и ремонт неисправного продукта с целью продления его срока службы; «Reuse» – повторное использование продукта, утратившего ценность у одного пользователя, но необходимого другому; «Reduce» – сокращение использования сырья, направленное на тотальную ликвидацию производства отходов.

реализации: усиленный контроль за запасами природных ресурсов и соблюдением устойчивого баланса возобновляемых ресурсов для сохранения и поддержания на неистощимом уровне природного капитала; оптимизация процессов потребления путем разработки и распространения продукции, комплекующих и материалов, отвечающих самому высокому уровню их повторного использования; выявление и предотвращение негативных внешних эффектов текущей производственной деятельности с целью повышения эффективности экономической и экологической систем<sup>8</sup>.

Применительно к сельскому хозяйству данное направление все больше рассматривается как перспективный вариант устойчивого развития, достижение которого возможно при условии внедрения инновационных методов и технологий, которые сводят к минимуму затраты ограниченных ресурсов, стимулируют их замену на возобновляемые, предотвращают потерю и стимулируют повторное использование и рециркуляцию, что в совокупности позволяет обеспечить качественный переход от эффективности производства к эффективности использования ресурсов.

Следует подчеркнуть, что концепция циркулярной экономики не противоречит базовым принципам ведения сельского хозяйства, более того, в силу специфики отрасли имеет благоприятные условия для внедрения. Так, традиционно отходы животноводства, богатые питательными веществами (азотом, фосфором, калием), использовались в качестве источника удобрений для повышения качества почв; а органические отходы растениеводства и животноводства могут быть направлены для получения экологически чистых источников энергии. Цифровизация сельского хозяйства, основанная на технологиях IoT, позволяющих производителям сократить отходы и повысить производительность и эффективность использования ресурсов и, как следствие, снизить воздействие на окружающую среду, также содействует достижению цели повышения эффективности использования ресурсов в отрасли. При этом циркулярная модель сельского хозяйства не является органичительной, напротив, за счет инновационной составляющей она обеспечивает широкий выбор направлений использования отходов и вторичных ресурсов, а также и адаптируется к природным, экономическим, экологическим, социальным и отраслевым особенностям.

Циркулярное сельское хозяйство обладает следующими преимуществами по сравнению с традиционной формой ведения сельскохозяйственного производства:

- 1) базируясь на наилучших доступных практиках и ресурсоэффективности, распространяется от процесса производства на сферу управления;
- 2) базируясь на основных традиционных методах ведения производства за счет всестороннего применения инновационных технологий, повышает эффективность использования ресурсов и производственных процессов в целом;
- 3) если кооперация производителей в рамках традиционного производства нацелена на расширение масштабов и повышение уровня интенсификации производства, то в рамках циркулярной модели ключевым моментом выступает оптимизация внутренних производственных потоков и межхозяйственных взаимоотношений, расширение производственных цепочек с целью достижения многоуровневого, циркулярного использования ресурсов;
- 4) циркулярное сельское хозяйство подразумевает многоуровневое использование собственных внутренних ресурсов при умеренном использовании внешних, что способствует повышению как экономической, так и экологической эффективности производства, достижению устойчивого развития отрасли в целом.

Проведенные исследования зарубежного опыта развития циркулярного сельского хозяйства позволили установить, что, несмотря на существенные различия в структуре и масштабах отрасли отдельных стран, наблюдается схожесть в подходах к внедрению принципов данной модели. Прежде всего, это ориентированность на повышение ресурсоэффективности с акцентом на минимизацию образования отходов и их переработку, обеспечение высокого уровня инновационности внедряемых технологий и оказание государственной поддержки циркулярной трансформации.

Потенциал как экономических, так и экологических преобразований способствовал принятию мер государственной политики, направленных на внедрение циркулярной экономики,

<sup>8</sup> Delivering the circular economy: a toolkit for policymakers Delivering the circular economy: a toolkit for policymakers [Electronic resource] / Ellen MacArthur Foundation. [Coves], 2015. Mode of access: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy-a-toolkit-for-policymakers>. Date of access: 08.07.2020.

прежде всего в таких регионах, как Европа и Китай, где данная концепция законодательно закреплена в стратегических документах и определена как приоритетное направление развития уже более десяти лет. В ЕС циркулярные инициативы реализуются в рамках общей сельскохозяйственной политики при содействии Европейского инновационного партнерства; Европейской сети по развитию сельской местности и др.<sup>9</sup> В Китае Министерство экологии и окружающей среды последовательно реализует мероприятия, направленные на энергосбережение и сокращение выбросов; стимулирование строительства биогазовых установок; внедрение ресурсосберегающих и экологизированных технологий, в том числе за счет снижения применения удобрений, очистки сточных вод и утилизации пожнивных остатков, а также создание пилотных проектов, демонстрирующих преимущества внедрения циркулярных бизнес-моделей<sup>10</sup>.

Большое значение для содействия переходу к циркулярному сельскому хозяйству имеет развитие научных стратегий. Особый интерес в данной сфере представляет реализуемый совместный инновационный исследовательский проект Agrocycle<sup>11</sup> в рамках сотрудничества Горизонт 2020, объединяющий исследователей из восьми стран ЕС, а также из Китая и Гонконга с целью разработки наиболее эффективных способов использования отходов для сельскохозяйственных товаропроизводителей<sup>12</sup> [3]. Также в рамках данного проекта создано приложение AgroCycle Platform, предоставляющее пользователям информацию по рынку сельскохозяйственных отходов (конкретные предложения и спрос, локализованные по всей европейской территории)<sup>13</sup>.

**Отраслевая специфика использования отходов.** По оценкам Всемирной продовольственной организации<sup>14</sup>, неэффективность мировой продовольственной системы приводит к тому, что при анализе всей продуктовой цепочки около одной трети продуктов питания, произведенных для потребления человеком, уходит на отходы. При этом страны с высоким доходом тратят впустую продовольствие на этапе потребления, в то время как развивающиеся страны теряют продукцию во время производства и хранения. Эти отходы приравниваются к потерянным деньгам, а также к ресурсам, которые были инвестированы в их производство. В то же время у некоторых видов продуктов питания имеется значительный циркулярный потенциал.

Так, в растениеводстве и производстве пищевых продуктов на основе ягод, фруктов и овощей, кроме основной продукции, выход которой может составлять 15–30 % от массы исходного сырья, получают побочную товарную продукцию, не являющуюся целью основного производства, но пригодную для дальнейшей переработки и конечного потребления в качестве готовой продукции. Остатки растениеводческого сырья, упаковочных материалов, загрязненная вода и др., которые образовались в результате производственного процесса и не используются в нем по причине утраченных потребительских свойств, относятся к сельскохозяйственным отходам. Большая часть сельскохозяйственных отходов относится к вторичным сырьевым ресурсам, поскольку характеризуется возможностью и экономической целесообразностью их использования (непосредственного или после обработки). Остальные сельскохозяйственные отходы, для которых в настоящее время отсутствуют технологии переработки и использования, относятся к неиспользуемым. Объемы образования неиспользуемых отходов во многом определяются отсутствием технологий использования сельскохозяйственных отходов. В перспективе развитие инновационных технологий, возможно, позволит им выступить в качестве исходного материала для получения других конечных и промежуточных продуктов и стать объектом купли-продажи<sup>15</sup>.

<sup>9</sup> EIP-AGRI Workshop “Opportunities for agriculture and forestry in the circular economy” [Electronic resource] // EIP-AGRI: agriculture and innovation. Mode of access: <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/event/eip-agri-workshop-opportunities-agriculture-and>. Date of access: 01.09.2020.

<sup>10</sup> Cognition of agriculture waste and payments for a circular agriculture model in Central China / H. B. Atinkut [et al.] // Sci. Rep. 2020. Vol. 10, N 1. Art. 10826. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67358-y>

<sup>11</sup> Общая стоимость проекта около 8 млн евро: около 7 млн евро от Европейской Комиссии и около 1 млн евро от правительства Китайской Народной Республики.

<sup>12</sup> AgroCycle [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.agrocycle.eu/>. Date of access: 07.09.2020.

<sup>13</sup> D9.1 AgroCycle Project web platform [Electronic resource] // AgroCycle. Mode of access: <http://www.agrocycle.eu/agrocycle/files/2017/03/D9.1-Web-platform.pdf>. Date of access: 01.09.2020.

<sup>14</sup> Food wastage footprint. Impacts on natural resources: summary rep. Rome: FAO, 2013. 61 p.

<sup>15</sup> Рециклинг отходов в АПК: справочник / И. Г. Голубев [и др.]. М.: Росинформагротех, 2011. 294 с.

Отходы перерабатывающих предприятий (свеклосахарной, маслоэкстракционной, крахмальной, спиртовой, пивоваренной, мукомольной и крупяной и др.) подходят для использования в животноводстве. Включение в рацион животных в качестве добавки переработанного растительного сырья с различным содержанием сухого вещества (сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сырая зола, безазотистые экстрактивные вещества) позволяет обеспечить его сбалансированность. Однако широкое использование таких отходов во многом сдерживается высокими транспортными издержками и является экономически обоснованным для организаций животноводства, расположенных вблизи перерабатывающих предприятий.

К отходам животноводства относятся животноводческие стоки и компостируемые биоотходы. Организация циркуляции животноводческой биомассы при эксплуатации пастбищ на основе ротационного выпаса скота является низкочатратной и достаточно простой для небольшой животноводческой организации, так как цикл проходит в рамках одного хозяйства. Однако для крупных молочно-товарных, свиноводческих и птицеводческих комплексов, в которых скот никогда не покидает здание фермы, создание систем отвода, накопления, обезвреживания и использования животноводческих стоков и компостируемых биоотходов является сложным, затратным, требует современных технологических решений, кооперации между предприятиями, межотраслевого взаимодействия, санитарного, эпидемиологического, природоохранного контроля и научного обеспечения.

Современные технологические решения, применяемые для проектирования крупных молочно-товарных, свиноводческих и птицеводческих комплексов, позволяют создать системы компостирования и вермикомпостирования биоотходов с мощностью, достаточной для использования как собственных, так и привезенных органических отходов. Однако вследствие высокой массы и больших объемов транспортировка биоотходов грузовым транспортом делает невыгодным их компостирование у стороннего переработчика. Вследствие этого более действенным способом снижения экологических проблем, связанных с захоронением биоотходов, является более широкое распространение технологий их компостирования, что также позволит обеспечить сельскохозяйственные предприятия, крестьянские (фермерские) и личные подсобные хозяйства эффективными органическими удобрениями.

Циркулярная экономика обеспечивает экономическую основу для выбора наиболее целесообразных решений по технологиям переработки, логистике потоков сырья и отходов, кооперационным связям между отдельными организациями. Для микроуровня она предлагает методики анализа материальных потоков (такие как «от колыбели до колыбели» и др.) и методы определения наиболее экономически целесообразных решений для организации потока отходов. На мезоуровне циркулярная экономика предлагает инновационные возможности и пропилотированные технологические решения для превращения сельскохозяйственных отходов в ценные продукты и сырье. На макроуровне она помогает организовать межотраслевое взаимодействие с предприятиями системы ЖКХ и пищевой промышленности.

Перспективность переработки отходов сельскохозяйственного и пищевого производства подтверждается оценками экспертов Ellen MacArthur Foundation, согласно которым данная отрасль является одной из 11 отраслей, обладающих большим потенциалом повышения эффективности на основе перехода к циркулярной экономике<sup>16</sup>.

**Результаты опроса сельскохозяйственных товаропроизводителей относительно использования отходов.** С учетом многообразия отходов в сельском хозяйстве и экономических связей между аграрными производителями и предприятиями других отраслей (прежде всего промышленность и пищевая индустрия) был проведен опрос субъектов хозяйствования для определения состояния использования отходов в сельскохозяйственном производстве. В результате обобщения данных опроса были получены сведения об отношении организаций сельскохозяйственного профиля (сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств) к вовлечению отходов в повторное использование [12]. На их основе по всей полученной выборке был составлен портрет типичной организации в части обращения с отходами. *Типичная*

<sup>16</sup> Lovins H., Franconi E., Webster K. A New Dynamic 2: effective systems in a circular economy. Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation, 2016. 210 p.

сельскохозяйственная организация, участвовавшая в исследовании, представляет собой предприятие с численностью около 258 чел., с объемом образования отходов 45 т в год, которые, как правило, используются двумя способами. Самым распространенным из них является захоронение. *Типичное крестьянское (фермерское) хозяйство*, участвовавшее в исследовании, состоит из 4 чел., а объем образуемых отходов составляет около 4 т в год. Самым распространенным способом обращения с отходами является использование в собственной деятельности, на это указало около 45 % фермеров, в то время как захоронение является приемлемым только для пятой части респондентов (табл. 1).

Представленное на рис. 1 распределение ответов по величине образования отходов производства в сельскохозяйственных организациях и в фермерских хозяйствах, косвенно отражает различия в масштабах производства. Объем отходов до 10 т образуется у 25,0 % сельскохозяйственных организаций и у 40 % фермерских хозяйств, от 11 до 20 т – 18,5 и 6,7 %, от 21 до 50 т – 15,3 и 1,7 %, от 51 до 150 т – 16,1 и 1,7 % соответственно. «Более 150 т отходов образуется только у 12,1 % опрошенных, которые являются крупными сельскохозяйственными организациями».

Результаты опроса показали, что способы обращения с отходами разнятся в зависимости

**Таблица 1. Результаты опроса сельскохозяйственных товаропроизводителей, относительно использования отходов**

**Table 1. Results of agricultural producers survey regarding waste use**

Показатель, вариант ответа	Типичная сельскохозяйственная организация	Типичное крестьянское (фермерское) хозяйство
<i>Общая характеристика</i>		
Среднесписочная численность работников, чел.	258	6
Годовой объем образующихся отходов, т	43,7	4,4
<i>Распределение ответов на вопрос «Каким образом Вы обращаетесь с производственными отходами?», %</i>		
Используем в собственной деятельности	17,1	44,8
Передаем на переработку	27,5	10,3
Продаем	14,6	12,1
Захораниваем/передаем на захоронение (обезвреживание)	30,4	22,4
Передаем на объекты хранения	10,4	10,4
<i>Распределение ответов на вопрос «Используется ли на Вашем предприятии стороннее вторичное сырье?», %</i>		
Да, для производства энергии	0,8	1,6
Да, в основном производстве	4,7	6,5
Да, в обслуживании основных видов деятельности хозяйства	5,4	9,7
Нет, не используется	89,1	82,2

**Примечание.** Общая выборка включает 141 сельскохозяйственную организацию, 64 К(Ф)Х.

Источник: собственные расчеты на основе данных опроса НИЭИ Минэкономки Республики Беларусь.

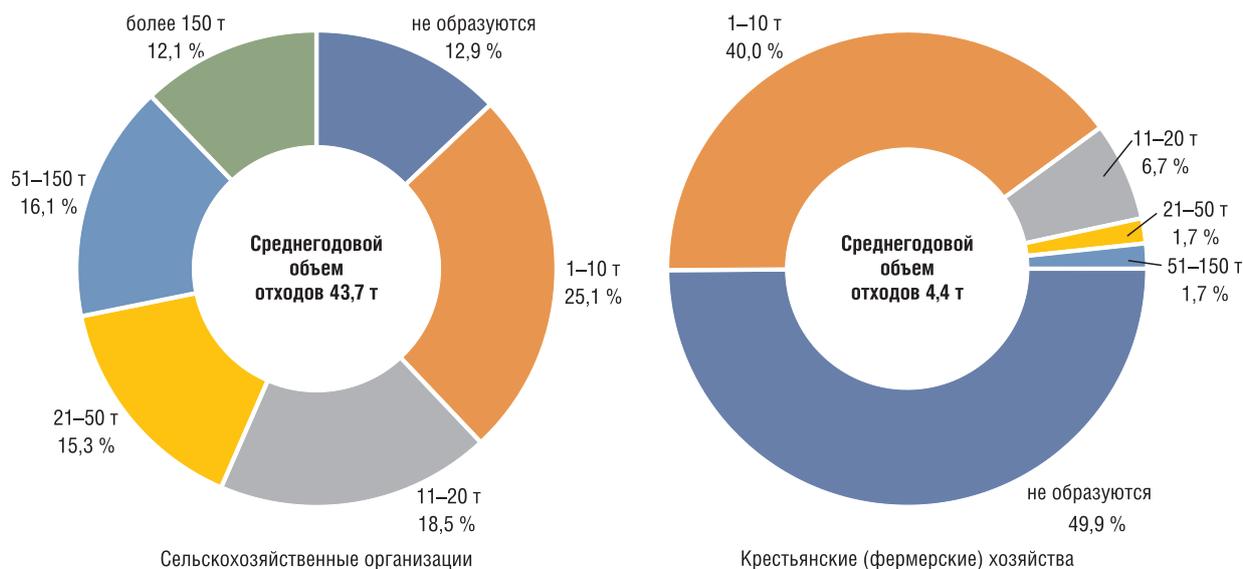


Рис. 1. Структура сельскохозяйственных производителей по годовому объему образования отходов

Fig. 1. Structure of agricultural producers according to annual volume of waste generation

**Примечание.** Рисунок составлен на основе данных опроса Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь

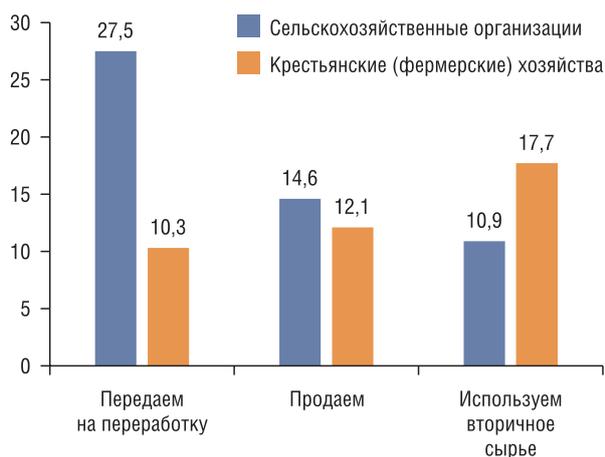


Рис. 2. Результаты опроса сельскохозяйственных производителей о способах обращения с отходами, %

Fig. 2. Results of agricultural producers survey on waste management methods, %

**Примечание.** Рисунок составлен на основе данных опроса Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь

жается до 30,0 %, а доля реализуемых увеличивается до 20,0 %. При этом доля захораниваемых отходов меньше, чем у сельскохозяйственных организаций, и находится на уровне 30 % вне зависимости от объема их образования.

Свыше 80 % организаций сельскохозяйственного профиля (сельскохозяйственных организаций в совокупности с фермерскими хозяйствами) не вовлекают в производственный процесс стороннее вторичное сырье, т.е. только для 10,9 % сельскохозяйственных организаций и 17,7 % фермерских хозяйств представляет интерес кооперация по поводу получения отходов (рис. 2).

Такая разница во многом обусловлена отраслевой спецификой обращения с отходами у сельскохозяйственных организаций. С одной стороны, сельскохозяйственные организации, как и все юридические лица, сдают для государственных (республиканских) нужд лом, отходы черных и цветных металлов; бумагу, картон и стекло (в соответствии с ежегодными постановлениями Совета Министров Республики Беларусь). Кроме того, в рамках выполнения законодательства об обращении с отходами субъекты хозяйствования, в том числе и аграрные, сдают на утилизацию шины, отходы строительства и сноса и др.

С другой стороны, сельскохозяйственные организации обладают значительным потенциалом вовлечения отходов (как собственных, так и сторонних) в производственную деятельность. Это видно по статистике фермерских хозяйств, которые отдают незначительно больше, чем получают для использования (22,4 % опрошенных фермеров отдают отходы третьим лицам (в том числе 10,3 % передают на переработку и 12,1 % продают), и 17,7 % получают их от третьих лиц (используют стороннее вторичное сырье), т.е. равенство входного и выходного потока отходов возможно).

**Барьеры, сдерживающие внедрение циркулярной экономики в сельском хозяйстве.** Согласно проведенному опросу, 83,0 % сельскохозяйственных организаций и 61,7 % фермеров указали на существование факторов, сдерживающих использование отходов (табл. 2). Следовательно, почти пятая часть опрошенных крупных хозяйств и почти 40 % фермеров считают, что отсутствуют факторы, препятствующие использованию отходов. В то же время доля компаний, внедривших технологии переработки вторичного сырья, в стране остается низкой. Недостаточная информированность относительно сущности, принципов и наилучших доступных технологий циркулярной экономики в сельском хозяйстве во многом обуславливает ограниченный интерес белорусских аграриев к этой сфере и подтверждает наличие информационных барьеров.

от объема их образования. Различия наблюдаются также между сельскохозяйственными организациями и фермерскими хозяйствами. В первой из вышеназванных групп товаропроизводителей захоранивать отходы предпочитают свыше 40 % респондентов с объемом отходов от 21 до 50 т, а также третья часть организаций, объем отходов которых находится в пределах до 20 т и свыше 50 т. Передача на переработку выступает вторым по популярности ответом для 37,1 % предприятий, имеющих объем отходов в пределах 21–50 т. При этом никто из респондентов данной группы не продает отходы. В то же время предприятия с отходами меньше или больше указанного диапазона не только передают их на переработку, но и активно реализуют. Среди фермеров, у которых объем отходов не превышает 10 т, 41,2 % используют их в собственной деятельности, и только 5,9 % продают. При увеличении объемов образования отходов (свыше 10 т) доля используемых в собственной деятельности отходов снижается до 30,0 %, а доля реализуемых увеличивается до 20,0 %. При этом доля захораниваемых отходов меньше, чем у сельскохозяйственных организаций, и находится на уровне 30 % вне зависимости от объема их образования.

Т а б л и ц а 2. Распределение ответов респондентов на вопрос «Что сдерживает использование отходов в сельском хозяйстве», %

T a b l e 2. Distribution of respondents' answers to the question "What's retaining waste use in agriculture", %

Вариант ответа	Типичная сельскохозяйственная организация		Типичное крестьянское (фермерское) хозяйство	
	%	ранг	%	ранг
Ничего не сдерживает	17,0	х	38,3	х
Экономическая нецелесообразность	16,4	2	16,7	2
Отсутствие технологий переработки	40,9	1	19,3	1
Отсутствие ресурсов для ориентации производственного процесса на использование вторичного сырья	14,0	3	6,7	3
Снижение качества выпускаемой продукции при использовании вторичного сырья	1,2	6	1,7	6
Отсутствие рынков сбыта для продуктов из вторичного сырья	2,9	5	3,3	5
Отсутствие информации об объемах имеющегося стороннего вторичного сырья	0,6	8	5,0	4
Отсутствие доступа к стороннему вторичному сырью	1,2	6	3,3	5
Отсутствие необходимой законодательной базы, регулирующей отношения в сфере отходов	4,7	4	6,7	3
Иное	1,1	7	0,0	х

П р и м е ч а н и е. Общая выборка включает 141 сельскохозяйственную организацию, 64 К(Ф)Х.  
Источник: собственные расчеты на основе данных опроса НИЭИ Минэкономки Республики Беларусь.

Отсутствие технологий переработки является основным сдерживающим фактором в сельском хозяйстве, но значимость его различается в зависимости от формы хозяйствования. На наличие данного барьера указали 40,9 % сельскохозяйственных организаций и только 18,3 % фермерских хозяйств. Среди барьеров, препятствующих использованию собственных отходов, респонденты выделяют отсутствие собственных мощностей по переработке больших объемов сельскохозяйственной продукции в продукты питания, а также по использованию собственных отходов, в том числе животноводческих и биоэнергетических стоков, сельскохозяйственной продукции и растительных остатков. Вовлечению в использование сторонних отходов препятствуют экономические факторы, в частности, связанные с транспортировкой отходов с больших расстояний на сельскохозяйственное предприятие или фермерское хозяйство. Поскольку внедрение инновационных технологий требует не только финансовых, но и временных затрат, то доминирование технологических барьеров сохранится в краткосрочной перспективе, а переход к циркулярному сельскому хозяйству может быть осуществлен только в средне- и долгосрочной перспективе.

Экономическая нецелесообразность использования отходов в равной степени беспокоит всех аграрных производителей (16,4 и 16,7 % ответов соответственно), в то время как отсутствие ресурсов для ориентации производственного процесса на использование вторичного сырья в большей степени волнует сельскохозяйственные организации (14,0 %), чем фермеров (6,7 %). Высокая значимость экономических барьеров подтверждает необходимость разработки новых экономических инструментов и механизмов стимулирования использования вторичного сырья.

Существует также административный барьер, препятствующий обмену отходами между предприятиями на коммерческой основе, который связан с ежегодным доведением планов по сбору различных видов вторсырья. Действующая практика сдачи установленных директивными методами объемов стимулируют малоотходные сельскохозяйственные предприятия производить отходов не меньше нормативного уровня, а высокоотходные организации – сдавать на переработку нормативное количество отходов, и некоторую их часть складировать до следующего года.

Несмотря на общую схожесть барьеров, выявлена принципиальная разница между фермерскими хозяйствами и сельскохозяйственными организациями относительно целесообразности использования отходов. Как показывает анализ, фермерские хозяйства в большей степени

заинтересованы в использовании отходов. Так, около 40 % из респондентов данной группы считает, что отсутствуют факторы, сдерживающие использование отходов, менее 20 % указали на отсутствие технологий переработки. Кроме того, дефицит информации об объемах имеющегося стороннего вторичного сырья волнует 5,0 % опрошенных фермеров, а отсутствие доступа к стороннему вторичному сырью – 3,3 %, респондентов (доля сельскохозяйственных организаций, определивших данные факторы в качестве барьеров, находится на уровне 0,6 и 1,2 % соответственно). Выявленные различия обусловлены не только существенными отличиями в средних объемах генерируемых отходов, обусловленных масштабом производственной деятельности, но и большей экономической заинтересованностью фермерских хозяйств во внедрении принципов циркулярной экономики.

**Перспективы внедрения принципов циркулярной экономики в сельском хозяйстве Беларуси.** Циркулярная экономика представляет собой систему, в которой организации сельскохозяйственного, перерабатывающего, торгового и коммунального профиля являются отдельными элементами, связанными между собой материальным потоком, и поэтому представляющие собой нечто целое. Рассмотрение циркулярной экономики как целостной системы хозяйственных связей между представителями различных отраслей позволяет наметить некоторые перспективные направления для сельскохозяйственных организаций как отдельного элемента циркулярной экономической системы.

Возможности внедрения циркулярной экономики для крупных сельскохозяйственных организаций и мелких фермерских хозяйств существенно различаются. Как было показано выше, это обусловлено применяемыми технологиями растениеводства и животноводства, доступными технологиями переработки сельскохозяйственных и биоотходов, финансовым состоянием предприятия и его возможностью инвестировать в переработку отходов, местоположением предприятия, доступом предприятий к сырью и отходам других предприятий, неразвитостью рынка вторичного сельскохозяйственного сырья, а также другими факторами. В то же время ужесточение экологических требований к сельскохозяйственной продукции и сельскохозяйственному производству, а вместе с ними и экологические штрафы, вынуждают предприятия решать проблему отходов.

Для крупных сельскохозяйственных организаций, не только обладающих значительными финансовыми ресурсами, но генерирующих существенные объемы отходов и стоков, которые природная среда не может эффективно переработать, актуальными направлениями циркулярной экономики являются: углубление переработки сельскохозяйственной продукции, модернизация очистных сооружений и установка биогазовых комплексов.

Примером углубления переработки сельскохозяйственной продукции может являться экологическая инициатива «Пилотный проект по комплексной утилизации отходов производств молочных предприятий», реализованная Ассоциацией Европейского Бизнеса за счет средств проекта «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике», профинансированному Европейским союзом и реализованному Программой развития ООН<sup>17</sup>. В указанной экологической инициативе было выполнено исследование всех молочных предприятий Республики Беларусь. На мезоуровне молочная промышленность Республики Беларусь разделена на шесть холдингов (в каждой области имеется предприятие областного подчинения, которое отвечает за материальные потоки, связанные с полным циклом производства молока и молочных продуктов). Исследование показало, что в каждой области Республики Беларусь производственные возможности молокоперерабатывающих предприятий различаются и обеспечивают различную глубину переработки молока. Одним из молочных продуктов, по которому можно судить о глубине переработки молока, является творожная сыворотка. Это самый кислый вид сыворотки (в отличие от казеиновой и подсырной), который при попадании в воду загрязняет ее в четыре раза сильнее, чем канализационные стоки. Исследование Ассоциации Европейского Бизнеса показало, что в 2016 г. лишь около 25 % сыворотки всех видов (казеиновой, подсырной и творож-

<sup>17</sup> Запуск обновленного цеха по производству сухой молочной сыворотки на Полесском участке ОАО «Милкавита» состоялся! [Электронный ресурс] // Ассоциация Европейского Бизнеса. Режим доступа: [http://www.aebbel.by/ru/activities/greeneconomy/~shownews/zapusk\\_suvorotka](http://www.aebbel.by/ru/activities/greeneconomy/~shownews/zapusk_suvorotka). Дата доступа: 02.09.2020.

ной) направлялось на переработку, 45–50 % сыворотки передавалось в сыром виде с молочных предприятий обратно в сельскохозяйственные организации для подкорма животных, и около 25 % сыворотки передавалось в сыром виде с молочных предприятий обратно в сельскохозяйственные организации для подлива в силосные ямы и последующего кормления животных таким силосом в зимний период<sup>18</sup> [4]. При этом крупные предприятия молочной отрасли имели оборудование, предназначенное для переработки больших объемов сыворотки (свыше 1000 т), а производств по переработке малых объемов практически не было.

В рамках реализации инициативы были осуществлены пилотные проекты по организации переработки таких объемов сыворотки. В частности, в Витебской области было модернизировано предприятие ООО «Фабрика фруктовых вкусов», производящее пищевую продукцию на фруктово-ягодной основе. Проект предполагал внедрение специально разработанной методики, при которой сыворотка обеззараживается и возвращается в оборот, и представлял собой наглядный пример организации государственно-частного партнерства, в рамках которого государственное предприятие выступало поставщиком сыворотки для переработки, а частное – определяло направление переработки, гибко реагируя на изменения рынка.

Планом реализации проекта предусматривалось проведение комплекса обучающих мероприятий для персонала с целью создания новых рабочих мест и сохранения старых, так как для повышения эффективности обращения с творожной сывороткой большое значение имело распространение опыта.

В частности, в Гомельской области не существовало производственных мощностей для сушки творожной сыворотки и требовалось приобретение дорогостоящей сменной форсунки для ее распыления внутри сушильной установки. В рамках «Пилотного проекта по комплексной утилизации отходов производств молочных предприятий» такая форсунка была приобретена и установлена на Полесском производственном участке ОАО «Милкавита». В результате реализации экологической инициативы расширились технологические возможности в еще одной области Республики Беларусь по переработке творожной сыворотки, а молочные заводы Гомельской области получили возможность или передавать творожную сыворотку в хозяйства, или перевозить на переработку на молокоперерабатывающее предприятие, имеющее мощность по переработке до 110 т творожной сыворотки в сутки (по мокрому весу). Дальнейшее регулирование потока сыворотки внутри Гомельской области по одной из двух альтернатив можно осуществлять административными мерами (такими как учащение экологических проверок на содержание творожной сыворотки в водоносах рядом с хозяйствами, чтобы хозяйства не принимали сыворотку), экономическими мерами (тарифами на перевозку сыворотки, субсидиями на переработку и т.д.).

Реализация экологической инициативы позволила создать условия, в которых потоки сыворотки могут направляться на рециркуляцию. Это содействует решению проблем с отходами молокозаводов внутри молокоперерабатывающей отрасли, не перекладывая их на крупные сельскохозяйственные предприятия и не создавая угрозы для окружающей среды, при этом достигается ряд эффектов: экономический – получение дохода от возвращения отходов молочных предприятий, которые потенциально подлежали платной утилизации, обратно в производство; экологический – снижение объема сбросов сыворотки в водоемы и канализации, предотвращение загрязнения воды и почвы благодаря возможности 100%-ной переработки творожной сыворотки на основе создания замкнутого цикла безотходного производства молока и молочных продуктов; социальный – создание новых рабочих мест.

***Органическое сельское хозяйство является одним из примеров внедрения принципов циркулярной экономики.*** Для мелких фермерских хозяйств доступная им экосистема является не только производительной силой, дающей продукцию растениеводства, но и средством переработки сельскохозяйственных отходов. В отличие от крупных сельскохозяйственных предприятий, которых проблемы экологии заботят прежде всего вследствие высоких штрафов за нарушение экологических норм, мелкие фермерские хозяйства острее ощущают экологические

<sup>18</sup> Пилотный проект по комплексной утилизации отходов производств молочных предприятий Витебской области [Электронный ресурс] // Ассоциация Европейского Бизнеса. Режим доступа: [http://greenlogic.by/content/files/13.AEB\\_Syvorotka-Prezentaciya\\_soveshhanie\\_iniciativ\\_30\\_noyabrya\\_2016.pdf](http://greenlogic.by/content/files/13.AEB_Syvorotka-Prezentaciya_soveshhanie_iniciativ_30_noyabrya_2016.pdf). Дата доступа: 02.09.2020.

проблемы через снижение продуктивности почв и содержание вредных веществ в сельскохозяйственной продукции. Снижившаяся урожайность и низкое качество сельскохозяйственной продукции немедленно сказываются на выручке фермерских хозяйств. Поэтому фермерские хозяйства вынуждены поддерживать состояние своей экосистемы на требуемом уровне. Это приводит многих фермеров к организации сельскохозяйственного производства по принципам органического сельского хозяйства. В мире имеется несколько концепций такой организации. Вследствие того, что фермеры Республики Беларусь ориентированы в большей степени на продажу органической продукции в страны Европейского союза, становление белорусской концепции органического сельского хозяйства базировалось по европейским принципам.

В настоящее время в стране формируются институциональные основы белорусского рынка органической продукции:

1) вступил в действие Закон «О производстве и обращении органической продукции» от 09.11.2018 г. № 144-З, целью которого является развитие производства органической продукции для обеспечения населения такой продукцией, реализации на экспорт, а также сохранения и рационального использования природных ресурсов в процессе производства и обращения органической продукции;

2) признан в качестве государственного стандарта Межгосударственный стандарт ГОСТ 33980–2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации»;

3) ведется работа по формированию национальной системы сертификации органического производства и продукции и др.

В основе как европейского, так и белорусского и органического сельского хозяйства лежит сертификация, в рамках которой сертифицируется каждый компонент сельскохозяйственного производства: почвы, семена, удобрения, способы борьбы с сорняками и вредителями, сам урожай, способ его хранения и дистрибуция. Перед началом органического производства земля должна не менее трех лет не находиться в интенсивном земледелии (простаивать). Для органического сельского хозяйства подходят только семена, имеющие сертификат органического происхождения (как правило, это дорогостоящие импортируемые семена). Для подкормки растений, выращиваемых из дорогостоящих сертифицированных семян на сертифицированной земле, подходят только удобрения, имеющие сертификат органического происхождения. Такие удобрения не могут изготавливаться из сельскохозяйственных стоков крупных предприятий, в которых скот питается комбикормами, не имеющими органического сертификата, и стоки из-под скота, обрабатываемого антибиотиками, смешиваются со стоками здорового скота (в органическом животноводстве обрабатываемый антибиотиками скот определенное время содержится отдельно, а стоки от такого скота утилизируются). Любое нарушение в процессе органического сельскохозяйственного производства в итоге приводит к тому, что выращенная продукция растениеводства бракуется и не получает органический сертификат, а значит, не может быть экспортирована в страны ЕС по более высокой цене.

Примером использования сельскохозяйственных стоков для производства собственных сертифицированных органических удобрений может являться экологическая инициатива «Устойчивое земледелие, основанное на инновационном подходе фермерского хозяйства «Верми Экопродукт». Реализация экосистемной услуги почвообразования и круговорота питательных веществ», реализованная Гродненской областной организацией фермеров за счет средств проекта «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике», профинансированному Европейским союзом и реализованному Программой развития ООН<sup>19</sup>. В указанной экологической инициативе было организовано первое в Республике Беларусь производство жидких гуминовых удобрений, прошедшее сертификацию по европейским стандартам органического производства.

<sup>19</sup> Устойчивое земледелие, основанное на инновационном подходе Фермерского Хозяйства «Верми Экопродукт». Реализация экосистемной услуги почвообразования и круговорота питательных веществ (Гродненская областная ассоциация фермеров) / Отчет о реализации проекта (2015–2017 гг.). Проект «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике», финансируемый ЕС и реализуемый ПРООН в Беларуси. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Минск, 2017. С. 56–58.

В рамках указанной инициативы на фермерском хозяйстве «Верми Экопродукт» было налажено производство жидких гуминовых удобрений, предполагающее, что кормление поголовья крупного рогатого скота осуществляется только продуктами из растений, выращенных на земле, имеющей органический сертификат, содержание больных и здоровых животных и накопление животноводческих стоков – раздельное, остатки растениеводческой продукции и животноводческие стоки от здоровых животных смешиваются и направляются на компостирование, а затем – на вермикомпостирование, небольшая часть растениеводческой продукции используется для производства биозакваски в бочках, компост и закваска смешиваются, фильтруются и разливаются в контейнеры для поставки фермерским хозяйствам. На жидкие гуминовые удобрения, произведенные по указанному способу, получен Сертификат соответствия органическому стандарту Регулирования ЕС 834/2007, 889/2008 ООО «Органик Стандарт» (Украина).

Полученные жидкие гуминовые удобрения не только полностью закрыли потребности в удобрениях для самого фермерского хозяйства «Верми Экопродукт», но и обеспечили возможность зарабатывать путем продажи данного вида сертифицированных удобрений как самостоятельно созданной продукции, другим фермерским хозяйствам, в том числе в близлежащих странах ЕС. Стоимость концентрированных аналогов удобрений такого рода, применяемые для виноградников, составляет около 2 евро за литр.

Возможности использования сельскохозяйственных стоков, а также отходов птицеферм и остатков растениеводческой продукции существенно расширяются вследствие появления новых технологий сельскохозяйственного производства, таких как органическое сельское хозяйство и особенно гидропоника. В растениеводстве, организованном с применением гидропоники, отсутствует почва, и растения питаются вытяжками, подаваемыми к их корневой системе. Поэтому при хорошо организованной логистике поставок вытяжек гидропонное растениеводство может быть организовано где угодно, в том числе в городе, в закрытом контейнере. Указанные выше жидкие гуминовые удобрения являются сырьем, подходящим для производства вытяжек для подкорма растений, выращиваемых по технологии гидропонного растениеводства.

Таким образом, сельскохозяйственные предприятия и фермерские хозяйства вовлекают в повторное использование как собственные отходы, способные нанести вред окружающей среде, так и отходы пищевых производств, используя при этом доступные им экосистемы. Однако более широкое применение принципов циркулярной экономики в сельском хозяйстве сдерживается недоступностью технологий, позволяющих получать полезные продукты из отходов, а также их высокой стоимостью, что делает их внедрение экономически нецелесообразным в существующих условиях.

**Выводы.** В современных условиях для достижения устойчивого развития сельского хозяйства необходимо более эффективное использование сырья в рамках производственных циклов, добиться которого можно на основе внедрения принципов циркулярной экономики.

Очевидно, что переход к циркулярной экономике в сельском хозяйстве не может быть осуществлен одномоментно и не может ограничиться только внедрением новых подходов к организации производственных процессов. Он требует масштабных трансформаций, которые должны начинаться с выделения инвестиций на такие проекты и заканчиваться изменением поведения потребителей. На первоначальном этапе для практического внедрения принципов циркулярной экономики в сельское хозяйство Беларуси целесообразно:

- 1) внедрять пилотные проекты для демонстрации технической возможности и экономической эффективности циркулярных технологий и процессов;
- 2) проводить анализ устойчивых производственно-сбытовых цепочек, разрабатывать руководящие принципы и методические рекомендации в отношении практики управления циркулярными бизнес-моделями;
- 3) создать совместную платформу для взаимодействия заинтересованных сторон;
- 4) осуществлять информационно-просветительские и образовательные мероприятия по обмену знаниями, повышению квалификации кадров и др.

## Список использованных источников

1. Самцова, Д. В. Анализ состояния и пути снижения воздействия агропромышленного комплекса на окружающую среду / Д. В. Самцова, Н. Н. Батова // *Аграр. экономика*. – 2019. – № 9 (292). – С. 55–65.
2. Батова, Н. Циркулярная экономика в действии: формы организации и лучшие практики / Н. Батова, П. Сачек, И. Точицкая // Центр экономических исследований BEROC. – Режим доступа: [http://www.beroc.by/publications/policy\\_papers/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-deystvii-formy-organizatsii-i-luchshie-praktiki/?sphrase\\_id=2359](http://www.beroc.by/publications/policy_papers/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-deystvii-formy-organizatsii-i-luchshie-praktiki/?sphrase_id=2359). – Дата доступа: 20.09.2020.
3. Батова, Н. На пути к зеленому росту: окно возможностей циркулярной экономики / Н. Батова, П. Сачек, И. Точицкая // Центр экономических исследований BEROC. – Режим доступа: [http://www.beroc.by/publications/policy\\_papers/na-puti-k-zelenomu-rostu/?sphrase\\_id=2362](http://www.beroc.by/publications/policy_papers/na-puti-k-zelenomu-rostu/?sphrase_id=2362). – Дата доступа: 20.09.2020.
4. Сравнительная продуктивность и качество картофеля, выращиваемого по экологизированной технологии в условиях Минской области / С. В. Сокол [и др.] // *Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук*. – 2016. – № 1. – С. 53–59.
5. Козловская, И. П. Пути повышения качества продукции при выращивании листового салата в зимних теплицах методом проточной гидропонии / И. П. Козловская, Е. А. Сакова, В. А. Курочкин // *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–24 марта 2017 г. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – Минск, 2017. – С. 219–221.*
6. Kirchherr, J. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions / J. Kirchherr, D. Reike, M. Hekkert // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2017. – Vol. 127. – P. 221–232. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3037579>
7. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues / D. D'Amato [et al.] // *J. of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 168. – P. 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
8. Geissdoerfer, M. The Circular Economy – a new sustainability paradigm? / M. Geissdoerfer // *J. of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 143. – P. 757–768. – <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
9. Пахомова, Н. В. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития / Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер, М. А. Ветрова // *Вестн. С.-Петербург. ун-та. Экономика*. – 2017. – Т. 33, № 2. – С. 244–268. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu05.2017.203>
10. Cognition of agriculture waste and payments for a circular agriculture model in Central China / H. B. Atinkut [et al.] // *Sci. Rep.* – 2020. – Vol. 10, № 1. – Art. 10826. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67358-y>
11. Lovins, H. A New Dynamic 2: effective systems in a circular economy / H. Lovins, E. Franconi, K. Webster. – *Isle of Wight* : Ellen MacArthur Foundation, 2016. – 210 p.
12. Батова, Н. Циркулярная экономика в сельском хозяйстве Беларуси / Н. Батова, П. Сачек, И. Точицкая // Центр экономических исследований BEROC. – Режим доступа: [http://www.beroc.by/publications/policy\\_papers/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-selskom-hozyaistve/](http://www.beroc.by/publications/policy_papers/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-selskom-hozyaistve/). – Дата доступа: 20.09.2020.

## References

1. Samtsova D., Batova N. The impact of agriculture on the environment: an analysis of the state and ways of reducing. *Agrarnaya ekonomika = Agrarian Economics*, 2019, no. 9 (292), pp. 55-65 (in Russian).
2. Batova N., Sачek P., Tochitskaya I. Circular economy in action: forms of organization and best practices. *BEROC Economic Research Center*. Available at: [http://www.beroc.by/publications/policy\\_papers/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-deystvii-formy-organizatsii-i-luchshie-praktiki/?sphrase\\_id=2359](http://www.beroc.by/publications/policy_papers/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-deystvii-formy-organizatsii-i-luchshie-praktiki/?sphrase_id=2359) (accessed 20.09.2020) (in Russian).
3. Batova N., Sачek P., Tochitskaya I. On the way to green growth: window opportunities of circular economy. *BEROC Economic Research Center*. Available at: [http://www.beroc.by/publications/policy\\_papers/na-puti-k-zelenomu-rostu/?sphrase\\_id=2362](http://www.beroc.by/publications/policy_papers/na-puti-k-zelenomu-rostu/?sphrase_id=2362) (accessed 20.09.2020) (in Russian).
4. Sokol S.V., Fitsuro D.D., Pischenko L.I., Nazarov V.N. Comparative productivity and quality of potato grown in accordance with ecologically based technologies in Minsk region. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2016, no. 1, pp. 53-59 (in Russian).
5. Kozlovskaya I.P., Sakova E.A., Kurochkin V.A. Ways to improve the quality of products when growing lettuce in winter greenhouses using flow hydroponics. *Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skokhozyaistvennoi produktsii: sbornik statei III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Minsk, 23-24 marta 2017 g.* [Processing and quality management of agricultural products: a collection of articles of the III International scientific and practical conference, Minsk, March 23-24, 2017]. Minsk, 2017, pp. 219-221 (in Russian).
6. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 2017, vol. 127, pp. 221-232. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3037579>
7. D'Amato D., Droste N., Allen B., Kettunen M., Lähtinen K., Korhonen J., Leskinen P., Matthies B.D., Toppinen A. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 2017, vol. 168, pp. 716-734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
8. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N.M.P., Hultink E.J. The Circular Economy – a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 2017, vol. 143, pp. 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
9. Pakhomova N.V., Richter K.K., Vetrova M.A. Transition to circular economy and closedloop supply chains as driver of sustainable development. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika = St Petersburg University Journal of Economic Studies*, 2017, vol. 33, no. 2, pp. 244-268 (in Russian). <https://doi.org/10.21638/11701/spbu05.2017.203>
10. Atinkut H.B., Yan T., Zhang F., Qin S., Gai H., Liu Q. Cognition of agriculture waste and payments for a circular agriculture model in Central China. *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, art. 10826. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67358-y>

11. Lovins H., Franconi E., Webster K. *A New Dynamic 2: effective systems in a circular economy*. Isle of Wight, Ellen MacArthur Foundation, 2016. 210 p.

12. Batava N., Sachek P., Shershunovich Ya., Tochitskaya I. Circular economy in Belarusian agriculture. *BEROC Economic Research Center*. Available at: [http://www.beroc.by/en/publications/policy\\_papers/circular-economy-in-belarusian-agriculture/?sphrase\\_id=2361](http://www.beroc.by/en/publications/policy_papers/circular-economy-in-belarusian-agriculture/?sphrase_id=2361) (accessed 20.09.2020) (in Russian).

### **Информация об авторах**

*Батова Надежда Николаевна* – кандидат экономических наук, доцент, зав. сектором эколого-экономических проблем, Институт экономики Национальной академии наук Беларуси (ул. Сурганова, д. 1, к. 2, 220072 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [nbatova@tut.by](mailto:nbatova@tut.by). <https://orcid.org/0000-0003-3971-4046>

*Тоцицкая Ирина Эдуардовна* – кандидат экономических наук, доцент, научный директор, Исследовательский центр ИПМ, Центр экономических исследований ВЕРОС (пр-т Газеты Правда, 11, 220116 г. Минск, Беларусь). E-mail: [ipm@ipm.by](mailto:ipm@ipm.by)

*Сачек Петр Владимирович* – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «менеджмент» факультета технологий управления и гуманитаризации, Белорусский национальный технический университет (пр-т Независимости, 65, 220013 г. Минск, Беларусь). E-mail: [pa3k@tut.by](mailto:pa3k@tut.by). <https://orcid.org/0000-0003-1784-0447>

### **Information about the authors**

*Nadehda N. Batova* - Ph. D. (Economics), Assistant Professor. Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus (1 Surganova, Minsk 220072, Republic of Belarus). E-mail: [nbatova@tut.by](mailto:nbatova@tut.by). <https://orcid.org/0000-0003-3971-4046>

*Irina E. Tochitskaya* - Ph. D. (Economics), Assistant Professor. IPM Research Center (11 Gazety Pravda Ave., Minsk 220116, Republic of Belarus). E-mail: [ipm@ipm.by](mailto:ipm@ipm.by)

*Petr V. Sachek* - Ph. D. (Economics), Assistant Professor. Belarusian National Technical University (65 Nezavisimosti Ave., Minsk 220113, Republic of Belarus). E-mail: [pa3k@tut.by](mailto:pa3k@tut.by). <https://orcid.org/0000-0003-1784-0447>