

Стратегия обратного цикла и циклические бизнес-модели: частный пример интеграции

Ахмад Фатих Фудхла

Аспирант (PhD)*, старший преподаватель, ahmadfatihfudhla@gmail.com

Департамент промышленного инжиниринга, Университет им. Маарифа Хасима Латифа (Department of Industrial Engineering, Universitas Maarif Hasyim Latif), Индонезия, Raya Ngelom str. 30, Taman, Sidoarjo 61257, East Java, Indonesia

Будисантосо Вирьодирджо

Профессор*, budisantoso.wirjodirdjo@gmail.com

Мозес Лаксоно Синггих

Профессор*, moseslsinggih@ie.its.ac.id

* Департамент промышленного и системного инжиниринга, Технологический институт им. Сепулуха Нопембера (Department of Industrial and Systems Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember), Индонезия, Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya, East Java, Indonesia, 60111

Аннотация

Исследование описывает интеграцию структурированной стратегии обратного цикла (СОЦ) в бизнес-модель замкнутого цикла (БМЗЦ) на примере производства сахарного тростника в регионе Восточная Ява (Индонезия). При помощи метода шаблона бизнес-модели (Business Model Canvas) авторы визуализируют и анализируют бизнес-процессы, оценивают эффект внедрения 10 принципов СОЦ (10R) и их взаимодействие. К числу принципов 10R, разработанных для перехода от линейной экономики к циклической, относятся: отказ (Refuse), переосмысление (Rethink), сокращение (Reduce), вторичное использование (Reuse), ремонт (Repair), восстановление

(Refurbish), модернизация (Remanufacture), переназначение (Repurpose), переработка (Recycle) и извлечение (Recover). Исследование показывает, что интеграция всех принципов СОЦ повышает цикличность бизнес-модели и способствует достижению целей устойчивого развития. В отличие от существующих исследований, сосредоточенных лишь на нескольких принципах из десяти, в работе продемонстрированы преимущества целостного (холистического) подхода с позиций эффективности бизнес-процессов и решения экологических проблем. Предложенная модель способствует распространению устойчивых форм ведения бизнеса в рамках экономики замкнутого цикла.

Ключевые слова: инновационное развитие; бизнес-модели; стратегия обратного цикла; шаблон бизнес-модели; производство сахарного тростника; экономика замкнутого цикла.

Цитирование: Fudhla A.F., Wirjodirdjo B., Singgih M.L. (2024) Integrating Reverse Cycle Strategy in Circular Business Model Innovation: A Case Study. *Foresight and STI Governance*, 18(3), pp. 84–103. DOI: 10.17323/2500-2597.2024.3.84.103

Integrating Reverse Cycle Strategy in Circular Business Model Innovation: A Case Study

Ahmad Fatih Fudhla

Doctoral Student*, Assistant Professor, ahmadfatihfudhla@gmail.com

Department of Industrial Engineering, Universitas Maarif Hasyim Latif, Raya Ngelom str. 30, Taman, Sidoarjo, East Java, Indonesia, 61257

Budisantoso Wirjodirdjo

Doctor of Engineering, Professor*, budisantoso.wirjodirdjo@gmail.com

Moses Laksono Singgih

Doctor of Philosophy, Professor*, moseslsinggih@ie.its.ac.id

*Department of Industrial and Systems Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya, East Java, Indonesia, 60111

Abstract

This study integrates the Reverse Cycle Strategy (RCS) framework within circular business model innovation, focusing on sugarcane agribusiness as part of an innovative foresight study. Employing a qualitative method, the research utilizes the Business Model Canvas (BMC) to visually articulate and analyze business operations, interactions, and the impact of the RCS's ten principles (10R). These principles aim to facilitate a transition from linear to circular business practices, encompassing R0 – Refuse, R1 – Rethink, R2 – Reduce, R3 – Reuse, R4 – Repair, R5 – Refurbish,

R6 – Remanufacture, R7 – Repurpose, R8 – Recycle, and R9 – Recover. The findings reveal that incorporating the full spectrum of the RCS enhances the business models' circularity and significantly influences sustainability outcomes. Unlike previous studies focusing on one to three RCS principles, this research demonstrates that a holistic approach can lead to more substantial environmental and operational improvements. This study offers a robust model for practitioners implementing sustainable business practices under the auspices of the circular economy paradigm.

Keywords: business model innovation; reverse cycle strategy; business model canvas; sugarcane agribusiness; circular economy

Citation: Fudhla A.F., Wirjodirdjo B., Singgih M.L. (2024) Integrating Reverse Cycle Strategy in Circular Business Model Innovation: A Case Study. *Foresight and STI Governance*, 18(3), pp. 84–103. DOI: 10.17323/2500-2597.2024.3.84.103

В эпоху экологической ответственности создание инновационных бизнес-моделей (Brenner, Drdla, 2023) становится ключевым фактором перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, направленной на решение экологических и социальных проблем для достижения целей устойчивого развития. Данный подход сосредоточен на циклических системах, снижении ресурсопотребления, минимизации отходов и выбросов (Morseletto, 2023), что приобретает критическое значение в условиях глобального роста населения и уровня потребления (Lauten-Weiss, Ramesohl, 2021). Необходимым условием такого перехода выступает управление технологиями, ресурсопотреблением, затратами и стратегиями на основе показателей устойчивости и в соответствии с принципами экономики замкнутого цикла. Комплексное применение этих принципов способствует переориентации компаний на более устойчивые формы ведения бизнеса (Garza-Reyes et al., 2019). В настоящем исследовании представлена альтернативная бизнес-модель замкнутого цикла (БМЗЦ).

Концепция экономики замкнутого цикла подразумевает создание циклической системы, обеспечивающей восстановление природных систем за счет минимизации отходов и загрязнения среды при производстве полезной продукции (Ellen MacArthur Foundation, 2012). Переход к подобной парадигме требует адаптации прежних форм ведения бизнеса. Развитие циклических моделей стало возможным благодаря различным инновациям в деловой, правовой и иных сферах (Brenner, Drdla, 2023; Donner, de Vries, 2021; Pollard et al., 2021). В основе описанного подхода лежит стратегия обратного цикла (СОЦ), включающая 10 принципов (10R): отказ (*Refuse*), переосмысление (*Rethink*), сокращение (*Reduce*), вторичное использование (*Reuse*), ремонт (*Repair*), восстановление (*Refurbish*), модернизация (*Remanufacture*), переназначение (*Repurpose*), переработка (*Recycle*) и извлечение (*Recover*) (Pegorin et al., 2024). Эти принципы выступают ключевым фактором инновационного развития БМЗЦ (Bressanelli et al., 2022; Costanza, 2023; Goyal et al., 2018; Kuzma, Sehnem, 2023; Saleh, Ost, 2023; Valencia et al., 2023; Villalba-Eguiluz et al., 2023).

При разработке бизнес-моделей, как правило, учитываются не более трех принципов СОЦ (переосмысление, вторичное использование, переработка), что зачастую не отвечает критериям устойчивости. В настоящем исследовании предлагается более целостный и комплексный подход, который состоит в интеграции всех принципов 10R в БМЗЦ как основы для ее дальнейшего совершенствования в сторону большей цикличности и устойчивости. Результатом этого, помимо прочего, станет укрепление взаимосвязи и взаимного влияния самих принципов, которые не действуют изолированно, а создают синергетический эффект, когда реализация каждого из них дает импульс другим.

Агробизнес обладает значительным потенциалом для развития БМЗЦ благодаря широкому спектру возобновляемых природных ресурсов, включая растения и животных (Nasution et al., 2020). Использование экологически чистого сырья и интегрированность в регенеративные природные системы обеспечивают соответ-

ствие сельскохозяйственного производства принципам циклической экономики (Klein et al., 2022). Примерами реализации таких принципов служат переработка органических отходов в удобрения и применение побочных продуктов в других отраслях. Все это делает изучение инновационного развития экономики замкнутого цикла на материале аграрного сектора продуктивным с точки зрения глобальной экологической устойчивости.

Сахарный тростник — крупнейшая по объему производства сельскохозяйственная культура в мире, что делает ее перспективной точкой приложения для проектов экономики замкнутого цикла. Его производство сопряжено с образованием значительного количества побочных продуктов — листьев, верхушек стеблей, пульпы и патоки, которые при рациональном подходе могут быть интегрированы в циклическую модель (Costa et al., 2014). Внедрение циклических практик в выращивание сахарного тростника позволит сформировать замкнутый цикл производства продуктов питания, снизить зависимости от внешних ресурсов (в частности, химических удобрений) и минимизировать экологические последствия за счет грамотной утилизации отходов (Amini et al., 2022). Применение инновационных бизнес-моделей в данной отрасли способно повысить ее устойчивость и ускорить переход к экономике замкнутого цикла.

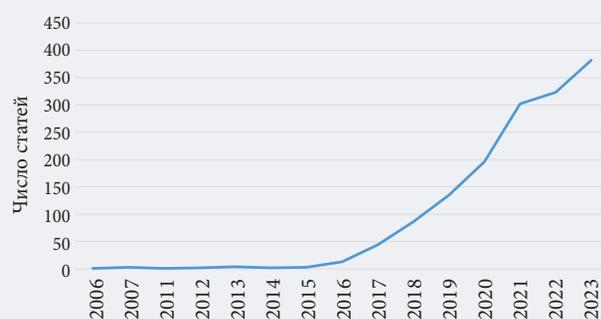
Настоящее исследование вносит существенный вклад в развитие подходов, направленных на повышение устойчивости БМЗЦ, дополняя и развивая существующие публикации по теме и предлагая практические решения для представителей отрасли, политиков и других заинтересованных лиц в сфере агробизнеса. Углубленный анализ производства сахарного тростника может способствовать повышению интереса к данной проблематике и стимулировать внедрение более устойчивых и экономически эффективных технологий в сельском хозяйстве.

Бизнес-модель замкнутого цикла

Внедрение циклических принципов в бизнес-модели предприятий критически важно для реализации экономики замкнутого цикла (Lewandowski, 2016). Под бизнес-моделью понимается метод создания, передачи и фиксации стоимости, комплексно и детально характеризующий деятельность организации (Osterwalder, Pigneur, 2010; Schneider, Spieth, 2013). Концепция БМЗЦ возникла сравнительно недавно, в 2006 г., и получила распространение примерно в 2012–2014 гг. с развитием идей циклической экономики (Schwager, Moser, 2006; Ellen MacArthur Foundation, 2012; WEF, 2014). Так, в работе (Rashid et al., 2013) отмечается роль бизнес-моделей в решении проблем, связанных с внедрением технологий вторичной переработки. В исследовании (Schulte, 2013) подчеркивается их роль в долгосрочном развитии экономики замкнутого цикла, что выражается в росте числа профильных исследований (рис. 1).

В работах (McDonough, Braungart, 2002; Stahel, 2010) идея БМЗЦ обсуждалась практически в момент появления современной версии концепции бизнес-модели (Wirtz et al., 2016). В рамках отдельного исследовательского направления, посвященного инновационному раз-

Рис. 1. Число публикаций о моделях экономики замкнутого цикла



Источник: составлено авторами на основе анализа журнальных статей и материалов конференций, проиндексированных в базе данных Scopus.

витию устойчивых бизнес-моделей и возникшего в конце 2000-х гг. (Birkin et al., 2009; Lüdeke-Freund et al., 2019; Stubbs, Cocklin, 2008), БМЗЦ (например, создание стоимости из отходов) рассматриваются как одна из разновидностей (или подтипов) устойчивых бизнес-моделей (Bhatnagar et al., 2022; Bocken et al., 2014; Brenner, Drdla, 2023) с более четким акцентом на экологических и экономических аспектах (Geissdoerfer et al., 2018).

БМЗЦ предполагает переработку, расширение, интенсификацию и/или дематериализацию циклов применения материалов и энергии для снижения ресурсоемкости и объема отходов и выбросов за пределы производственных систем (Geissdoerfer et al., 2020). Модель характеризуется цикличностью этапов, продлением фазы использования, интенсификацией производства, заменой продуктов сервисными и программными решениями (дематериализация). Она рассматривается как основа экономически жизнеспособной циклической системы создания коммерческой стоимости для организации (Bocken et al., 2018; Ferasso et al., 2020).

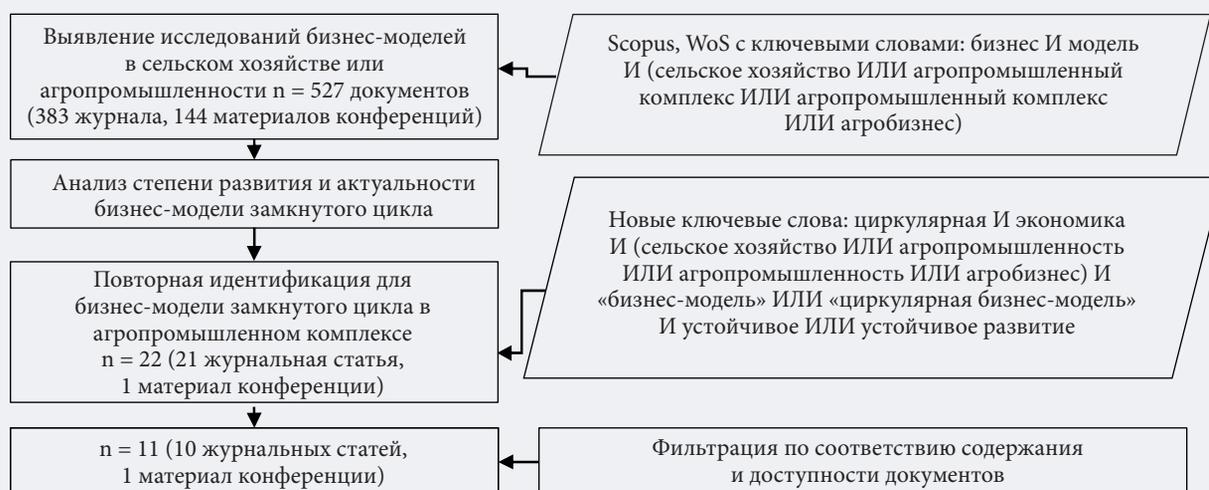
Бизнес-модель замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве

Чтобы получить комплексное представление о развитии БМЗЦ в сельском хозяйстве (агробизнесе), были проанализированы результаты существующих исследований. Этап поиска начался с ответа на вопрос: «Какова текущая тенденция развития бизнес-моделей в сельскохозяйственном секторе (агробизнесе)?» (рис. 2). Поиск осуществлялся по базам данных Scopus и Web of Science и опирался на ключевые слова «бизнес И модель И сельское хозяйство ИЛИ агро-промышленность ИЛИ агропромышленность ИЛИ агробизнес». Выявленные 527 документов включают 383 журнальных статьи и 144 материала конференций, опубликованных с 1989 по начало 2023 г.

Результаты анализа библиометрических данных найденных публикаций были затем нанесены на тематическую карту, позволяющую отследить актуальные тенденции в исследованиях современных агропромышленных бизнес-моделей (рис. 3). Показано, что изучение инновационного развития более устойчивых бизнес-моделей (т. е. наиболее эффективных в терминах ESG — социально-экономических и экологических аспектов), используемых в основных секторах сельскохозяйственной отрасли и агробизнеса, в настоящее время выполняются в рамках парадигмы экономики замкнутого цикла. Попав в четвертый квадрант, данная тема заняла свое нынешнее место на карте новизны относительно недавно и пока не получила широкого распространения (число посвященных ей публикаций невелико), однако существенно влияет на исследования (высокий уровень цитирования).

Таким образом, фокус поиска сместился на БМЗЦ в сельскохозяйственном или агропромышленном секторе. Экономика замкнутого цикла — одна из парадигм, направленных на достижение целей устойчивого развития с акцентом на создании замкнутых систем, в которых ресурсы используются максимально долго и эффективно,

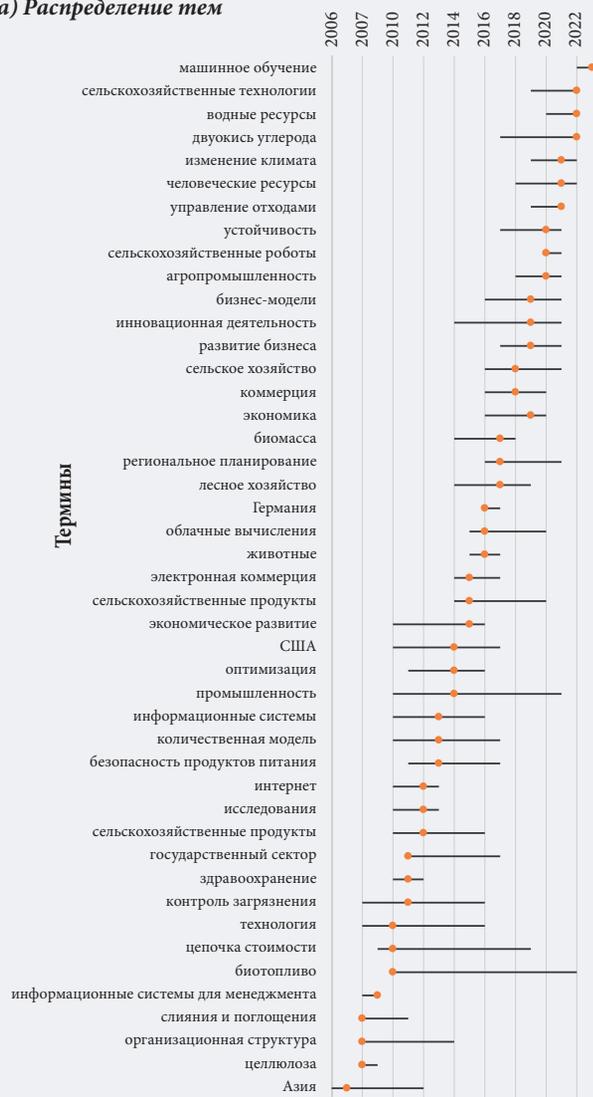
Рис. 2. Блок-схема процедуры поиска статей об использовании бизнес-моделей замкнутого цикла в агробизнесе/агропромышленности



Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Распределение тем и тематические карты (ключевое слово плюс название) исследований бизнес-моделей в сельскохозяйственном секторе

а) Распределение тем



б) Тематическая карта



Источник: составлено авторами на основе библиометрического анализа с применением инструмента R Biblioshiny.

отходы минимизируются, а природные экосистемы восстанавливаются (Evans et al., 2017; Nosratabadi et al., 2019). Следующий раунд поиска, включавший ключевое слово «устойчивость», позволил выявить 22 документа. По итогам анализа соответствия аннотаций и содержания по интересующей нас теме остались 11 документов: 10 журнальных статей и один материал конференции (табл. 1).

Круг исследований БМЗЦ, используемых в агробизнесе и агропромышленности, особенно с точки зрения устойчивости, остается ограниченным. Из табл. 2, где систематизированы некоторые из них, видно, что они сосредоточены преимущественно на картировании бизнес-моделей, соответствующих парадигме экономики замкнутого цикла с момента запуска бизнес-процессов. Лишь очень немногие работы посвящены инновационному развитию бизнес-моделей за счет переориентации с линейной парадигмы на циклическую либо совершенствования исходно циклической парадигмы. Эта тенденция еще более выражена применительно к агропромышленности, в частности сектора сахарного тростника, несмотря на его значительный потенциал. Недопредставленность рассматриваемой темы в литературе резко контрастирует с критическим значением самого перехода к экономике замкнутого цикла.

Создание стоимости в экономике замкнутого цикла на основе принципов 10R и стратегии обратного цикла

Устойчивая модель ведения бизнеса предполагает минимальный уровень отходов при максимально эффективном распоряжении ресурсами. Ключевую роль в экономике замкнутого цикла играют восстановительный и регенеративный потоки (Ellen Macarthur Foundation, 2012; Ferasso et al., 2020), которые требуют глубокого понимания местных экосистем и методов ведения сельского хозяйства (Novara et al., 2022). В первом случае речь идет о вторичном использовании ресурсов в ходе экономического цикла, сокращении выбросов и восстановлении стоимости (Zucchella, Previtali, 2019) при сохранении природных ресурсов, обеспечении устойчивости экосистем (Morsetto, 2020a; Némethy, 2021) и устранении последствий деятельности человека. Обратный регенеративный цикл критически важен в сельском хозяйстве ввиду органического характера производимой продукции. На базе этих концепций в рамках экономики замкнутого цикла может применяться более устойчивая экономическая модель, особенно в агропромышленном комплексе (Barros et al., 2023; Nasution et al., 2020). Обратный цикл в терминах принципов 10R, разработанных на основе иерархии управления отходами, по сути служит дорожной картой для реализации этих целей.

Одним из последствий промышленной революции в XIX — начале XX в. стал рост загрязнения воздуха, воды и почвы, что привело к осознанию потребности в улучшении способов обращения с отходами в городах и на производстве. В соответствии с иерархией, предложенной в середине 20 в. на основе принципа 3R, приоритетными направлениями управления отходами стали сокращение потребления (*reducing consumption*), вторичное использование продукции (*reusing goods*) и переработка

Табл. 1. Бизнес-модель замкнутого цикла: распределение журнальных статей

Название журнала	Квартиль Scopus 2022	Индекс цитирования журналов WoS 2022	Число документов
Журнальные статьи			
Sustainability	Q1	0.67	4
Business Strategy and the Environment	Q1	2.52	2
British Food Journal	Q2	0.91	1
Resources, Conservation and Recycling	Q1	1.66	1
Science of the Total Environment	Q1	1.68	1
Sustainability Science	Q1	0.99	1
Материалы конференций			
IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	—	—	1
Всего			11

Источник: составлено авторами.

отходов (*recycling waste*) (Awino, Aritz, 2024; Van Ewijk, Stegemann, 2016). В 1970-е гг. Совет Европейского союза в качестве директивы в данной сфере утвердил специальную «иерархию отходов» (*waste hierarchy*), в которой акцент был сделан на предотвращении, восстановлении и утилизации (*prevention, recovery, and disposal*) и где «предотвращение» пришло на смену ранее действовавшему принципу «отказа» (*refuse*) (Nilsen, 2019).

В начале 2000-х гг. важную роль в разработке продуктов и управлении отходами стала играть концепция безотходности «От колыбели до колыбели» (*Cradle to Cradle*), нацеленная на поддержание устойчивого жиз-

ненного цикла продукции (McDonough, Braungart, 2002). Современная иерархия управления отходами включает ремонт, модернизацию, переработку и переназначение продуктов в рамках комплексного подхода к достижению устойчивости (Awino, Aritz, 2024). Этой цели также служат глобальные экологические нормы, в том числе показатели вторичной переработки, различные запреты и меры стимулирования инновационной деятельности. Решающую роль в формировании иерархии управления отходами сыграло осознание обществом наличия экологических проблем и изменения климата. Принципы 10R подчеркивают важность обратного цикла для разработки бизнес-моделей (Potting et al., 2017), позволяющих компаниям интегрировать принципы устойчивого развития на всем протяжении жизненного цикла продуктов с акцентом на сокращении отходов и повышении эффективности расходования ресурсов (Nilsen, 2019; Pires, Martinho, 2019).

Создание стоимости на основе интеграции принципов 10R в БМЗЦ — критически важный аспект инновационной деятельности, нацеленной на достижение целей устойчивого развития (Morseletto, 2020b), в том числе в сельскохозяйственном секторе (Ciccullo et al., 2021). БМЗЦ на основе принципа R0 (отказ) предусматривают выявление неэкологических материалов или процессов и их устранение из производственного цикла. Принцип R1 (переосмысление) способствует революционным изменениям в дизайне продукции и производственных процессах для повышения эффективности и экологичности. Принцип R2 (сокращение) нацелен на снижение ресурсоемкости; принципы R3 (вторичное использование) и R4 (ремонт) стимулируют повторное применение и ремонт продукции. Принципы R5 (восстановление) и R6 (модернизация) предполагают обновление продуктов и возвращение их в рабочее состояние, а R7 (переназначение) предлагает творческий подход к вторичному

Табл. 2. Обзор исследований бизнес-моделей замкнутого цикла, используемых в агробизнесе и агропромышленности

Литература	Описание
Barth et al., 2017	Представлен системный обзор литературы по теме с акцентом на устойчивость как стратегический подход
Franceschelli et al., 2018	Анализируется инновационное развитие бизнес-моделей стартапов в пищевой промышленности с акцентом на повышении социальных и экологических показателей
Nosratabadi et al., 2019	Подчеркивается роль технологических инноваций в устойчивых бизнес-моделях
Zucchella, Previtali, 2019	Рассматриваются примеры БМЗЦ в итальянском агробизнесе
Donner et al., 2020	Выделены шесть БМЗЦ в сфере переработки отходов сельскохозяйственной промышленности
Uvarova et al., 2020	Описывается применение БМЗЦ в латвийской молочной промышленности, в частности переработка отходов для получения продуктов с добавленной стоимостью
Donner, de Vries, 2021	Идентифицируется потребность в новых бизнес-моделях для стимулирования перехода к экономике замкнутого цикла
Hamam et al., 2021	Описываются БМЗЦ в агропродовольственном секторе, обосновывается их отраслевая значимость
Dagevos, Lauwere 2021	Анализируется восприятие сельского хозяйства замкнутого цикла голландскими фермерами с акцентом на роли политиков в интеграции соответствующих принципов в сельскохозяйственные бизнес-модели
Klein et al., 2022	Исследуется развитие БМЗЦ в производстве картофеля с акцентом на снижении отходов, достижении глобальной устойчивости и углублении сотрудничества по всей цепочке поставок

Источник: составлено авторами.

использованию продуктов или материалов, находя им новое применение. Принципы R8 (переработка) и R9 (извлечение) позволяют создавать стоимость путем переработки отходов и выделения из них полезных материалов (Potting et al., 2017). Эти стратегии соответствуют таким принципам парадигмы экономики замкнутого цикла, как сокращение отходов, эффективность распоряжения ресурсами, создание инноваций, экологическая ответственность и устойчивый экономический рост (Aguilar-Rivera, 2022; Ellen Macarthur Foundation, 2012).

СОЦ частично реализованы в некоторых существующих исследованиях новых моделей циклической экономики. Например, стратегии переосмысления в контексте социальных аспектов бизнес-моделей рассмотрены в работе (Valencia et al., 2023); адаптация БМЗЦ к культурному контексту за счет стратегий вторичного использования описана в статье (Saleh, Ost, 2023), а стимулирование их инновационного развития благодаря принципу модернизации — в исследованиях (Bressanelli et al., 2022; Koop et al., 2021; Souza, 2019). Особое внимание уделяется стратегиям переработки (Costanza, 2023; Parte, Alberca, 2023) и извлечения (Kuzma, Sehnem, 2023). Принципы отказа, переосмысления и сокращения применяются при разработке интегрированных БМЗЦ (Villalba-Eguiluz et al., 2023); принципы сокращения, вторичного использования и переработки — при совершенствовании БМЗЦ развивающихся стран (Goyal et al., 2018). Однако подобные частные интервенции могут привести к неполной реализации инновационного потенциала БМЗЦ, поэтому в настоящем исследовании в инновационную структуру БМЗЦ предлагается интегрировать все принципы 10R, что позволит игрокам агробизнеса сформировать устойчивую экономическую среду, повысить операционную эффективность и удовлетворить спрос потребителей на экологически чистые продукты и услуги. Это позволит также стимулировать создание инновационных продуктов, услуг и бизнес-методов для достижения долгосрочной устойчивости.

Инновационная структура бизнес-модели на основе обратного цикла

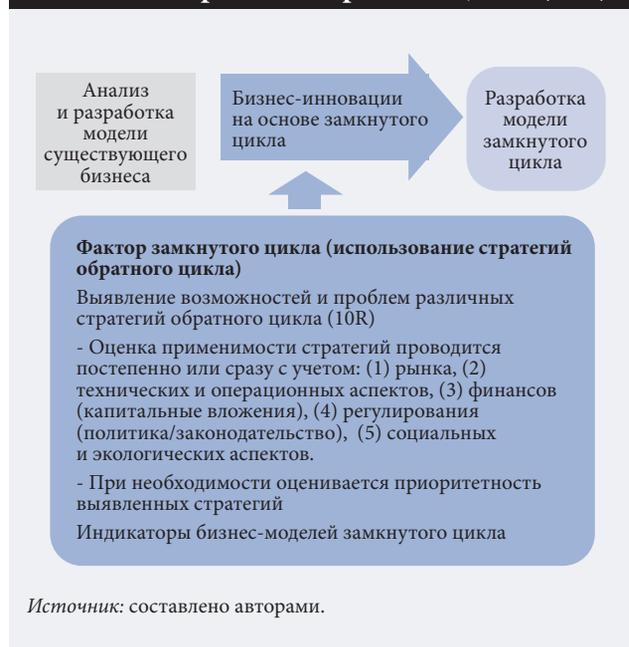
Переход к экономике замкнутого цикла в агробизнесе предполагает стратегические шаги с далеко идущими последствиями. Подобный процесс вызовет радикальные изменения в ценностных ориентирах промышленных систем и организаций, что приведет к трансформации стратегических бизнес-моделей (Uvarova et al., 2020). Большая часть сельскохозяйственных земель находится в развивающихся странах¹ с низким средним уровнем образования большинства фермеров (FAO, 2017; Zhang et al., 2023). Так, свыше 60% фермеров в Индонезии не имеют даже школьной подготовки². Необходимо предложить такую бизнес-модель, которую фермеры смогут

легко понять и применять в качестве фундамента своего агробизнеса.

При разработке БМЗЦ нами применялся шаблон бизнес-модели (ШБМ), предложенный в работе (Osterwalder, Pigneur, 2010) и широко используемый в аналогичных исследованиях (Donner et al., 2020; Franceschelli et al., 2018; Klein et al., 2022; Lewandowski, 2016; Nußholz, 2017; Pollard et al., 2021). ШБМ преобразует ключевые аспекты бизнеса в доступный формат, делая прозрачной взаимосвязь между этими аспектами, и служит для визуализации предлагаемых идей, чтобы облегчить их восприятие фермерами и другими заинтересованными сторонами (Braun et al., 2021). Гибкость ШБМ позволяет различным акторам адаптировать те или иные элементы бизнеса к агропромышленному контексту с учетом изменений методов ведения сельского хозяйства, производства и маркетинга, а также перехода к экономике замкнутого цикла.

Согласно схеме, представленной на рис. 4, первый этап состоит в визуализации с помощью ШБМ текущей структуры бизнеса, что на выходе обеспечивает комплексное описание бизнес-процессов компании и ее взаимодействия с внешней средой. Информация о каждом элементе ШБМ, включая сегментацию рынка, преимущества для клиентов и взаимоотношения с ними, каналы сбыта, источники дохода, ключевые ресурсы, основные виды деятельности и партнерские связи, были интегрированы в репрезентативный ШБМ производства сахарного тростника. Выявление необходимой информации и разработка ШБМ проходили в формате мозговых штурмов — стратегических дискуссий с лидерами

Рис. 4. Схема инновационной бизнес-модели на основе стратегии обратного цикла (10R)



¹ <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview>, дата обращения 13.03.2024.

² [https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Statistik_Ketenagakerjaan_Sektor_Pertanian_\(Februari_2023\).pdf](https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Statistik_Ketenagakerjaan_Sektor_Pertanian_(Februari_2023).pdf), дата обращения 06.06.2024 (in Indonesian).

бизнеса в фокус-группах, чтобы получить представление о различных производственных аспектах в секторе сахарного тростника. В ходе этих обсуждений, легших в основу комплексного ШБМ, учитывались внутренние и внешние факторы, классифицированные в работе (Lewandowski, 2016). Внутренние факторы связаны с готовностью организации к внедрению экономики замкнутого цикла; внешние охватывают технологические, политические, социокультурные и экономические аспекты. В исследованиях (Brenner, Drdla, 2023) и (Pollard et al., 2021) подробно проанализированы такие факторы, как изменения в бизнес-стратегии, недостатки и преимущества БМЗЦ, государственное регулирование и индикаторы циклической экономики, которые учитывались нами при разработке инновационной бизнес-модели.

На втором этапе исследования были выявлены факторы, способствующие инновационному развитию БМЗЦ в секторе производства сахарного тростника, и оценена практическая реализуемость таких моделей. Главным из этих факторов выступает применение СОЦ при разработке бизнес-стратегий. Идентификация вызовов и возможностей осуществлялась по схеме 10R с определением потенциала реализации каждой R-стратегии в формате фокус-групп. Выявленные стратегии затем оценивались с точки зрения перспектив немедленного либо постепенного (поэтапного) внедрения. В ряде исследований описаны аспекты, определяющие практическую реализуемость бизнес-стратегий (Chen, 2021): рыночные, технические, операционные, финансовые, инвестиционные (Laverty, Littel, 2020), регуляторные и социальные (Bansal, 2023; Kasmir, Jakfar, 2013). От них зависит то, как будут воплощаться новые бизнес-стратегии и насколько аргументированными будут принимаемые на их основе решения.

Руководители агропредприятий, часто при поддержке экспертов, тщательно проанализировали каждый аспект бизнеса, включая потенциал первичной и побочной продукции. Под первичной понимается продукция, полученная в ходе основного процесса сельскохозяйственного производства, имеющая прямую эко-

номическую стоимость и выступающая главной целью агропромышленной деятельности (Hussain et al., 2022). Побочные продукты производственного процесса либо полученные в результате переработки отходов также могут иметь добавленную стоимость благодаря дальнейшему преобразованию (Yadav et al., 2020). Потенциальные стратегии 10R сравнивались попарно, чтобы определить приоритетность и подготовить рекомендации по их реализации. Такой подход на базе обработки данных обеспечил тщательный выбор стратегий для их максимальной успешной интеграции в БМЗЦ.

Следующим шагом после выявления факторов инновационного развития БМЗЦ стала визуализация указанного процесса в форме ШБМ. На этом этапе каждая СОЦ была проанализирована, чтобы проиллюстрировать ее влияние на все элементы бизнес-модели. По результатам анализа был скорректирован ШБМ, разработанный на первом этапе.

На заключительном этапе нашего исследования была выполнена валидация БМЗЦ путем анализа соответствующих показателей всех блоков шаблона. Индикаторы цикличности применяются для оценки устойчивости и эффективности бизнес-моделей в циклической экономике. Они помогают предприятиям оценить продуктивность использования ресурсов, управления отходами, сотрудничества и интеграции технологий. Задействованные показатели представлены в табл. 3 со ссылками на источники, свидетельствующие об их значении и распространении.

«Обратный поток материалов или энергии в бизнес-системе» (CI-1) показывает, насколько материалы и энергия реинтегрируются в ходе производственного цикла. Индикатор CI-1 иллюстрирует эффективность практики замкнутого цикла с точки зрения сокращения отходов и зависимости от сырья. Фундаментальным аспектом выступает создание замкнутой системы, в которой продукты и материалы используются вторично на постоянной основе. Упоминание данного индикатора во множестве источников говорит о его решающей роли в экономике замкнутого цикла. «Совместная деятельность (включая

Табл. 3. Применение индикаторов замкнутого цикла для инновационного развития бизнес-моделей

Индикатор бизнес-модели замкнутого цикла	Источник					
	(Ellen MacArthur Foundation, 2012)	(Lewandowski, 2016)	(Rossi et al., 2020)	(Geissdoerfer et al., 2020)	(Pollard et al., 2021)	(Rukundo et al., 2021)
Обратный поток материалов или энергии в бизнес-системе (обратный цикл) (CI-1)	√	√	√	√	√	√
Совместная деятельность (включая экономику совместного потребления) (CI-2)	√	—	√	√	√	√
Использование информационных технологий в ходе производственного процесса и послепродажного обслуживания (дематериализации) (CI-3)	√	√	—	√	√	—
Управление отходами (CI-4)	√	√	—	—	—	√
Снижение потребления невозобновляемых/медленно возобновляемых ресурсов (CI-5)	√	√	√	—	—	√
Инвестиции в экономику замкнутого цикла (CI-6)	—	√	√	—	—	—

Источник: составлено авторами.

экономику совместного потребления)» (СИ-2) оценивает уровень интеграции в бизнес-модель сотрудничества и совместного потребления, включая партнерство и разделение ресурсов, что повышает эффективность их расходования и стимулирует инновационную деятельность. Разделение ресурсов и коллаборация позволяют предприятиям снизить затраты и воздействие на окружающую среду. Многочисленные упоминания данного показателя свидетельствуют о его значении для достижения устойчивости.

«Использование информационных технологий в ходе производственного процесса и послепродажного обслуживания» (СИ-3) отражает уровень интеграции информационных технологий (ИТ) для оптимизации производственного цикла в интересах сокращения материалоёмкости и повышения операционной эффективности. Внедрение ИТ в производственный процесс может обеспечить существенную дематериализацию, снизив потребность в физических ресурсах. Упоминание этого показателя в ряде ключевых источников говорит о трансформационном вкладе ИТ в создание экономики замкнутого цикла. «Управление отходами» (СИ-4) позволяет оценить эффективность соответствующих стратегий: рациональное управление отходами помогает существенно снизить воздействие на окружающую среду и сохранить ресурсы. Цитируемость показателя в различных публикациях отражает его важность для экономики замкнутого цикла, рассматривающей отходы как ресурс, требующий разумного расходования и управления.

Показатель «Снижение потребления невозобновляемых/медленно возобновляемых ресурсов» (СИ-5) оценивает успехи компаний в соответствующей области и стимулирует устойчивое ресурсопотребление, в частности снижение зависимости от невозобновляемых источников энергии. Высокие значения показателя СИ-5 говорят о стремлении добиться этой цели в долгосрочной перспективе и снизить воздействие на окружающую среду. О важности этого показателя свидетельствует его упоминание во многих источниках. «Инвестиции в экономику замкнутого цикла» (СИ-6) оценивают уровень капиталовложений в соответствующие практики и технологии, обеспечивающие переход к более устойчивым бизнес-моделям и стимулирующие инновационное развитие. Отмеченная в публикациях значимость показателя подтверждает, что для достижения существенного прогресса в переходе к экономике замкнутого цикла необходимы финансовые ресурсы. Применение показателей цикличности выступает признаком валидности БМЗЦ (Pollard et al., 2021).

Исследование выполнено на материале сектора сахарного тростника в провинции Восточная Ява — крупнейшей по производству данного вида сырья в Индонезии. Главными его производителями выступают мелкие фермеры, осуществляющие полный цикл работ — от посадки и сбора урожая до реализации побочных продуктов. В 2022 г. фермерские плантации обеспечили 86,96% общего объема в 14,2 млн т выращи-

ваемого страной сахарного тростника против 0,21% и 12,83% — у частных и государственных плантаций, соответственно³. Каждый мелкий производитель в среднем управляет 10 га полей. Уникальность мелкомасштабного формата состоит в том, что если тростник как таковой перерабатывается в сахар, то различные побочные продукты и отходы остаются у фермеров, пока не будут проданы на аукционе. Услуги по переработке сырья им предоставляют сахарные заводы.

Результаты и обсуждение

В проведенных нами фокус-группах участвовали три члена Ассоциации фермеров сахарного тростника — объединения мелких производителей из Восточной Явы. Каждый из них имеет более чем 25-летний опыт управления собственными плантациями в 15, 20 и 2 га соответственно. Как владельцы и менеджеры своих предприятий, они досконально осведомлены о перспективах и вызовах, с которыми сталкиваются производители данного вида сырья в регионе. Модерация со стороны авторов исследования позволила получить представление о динамике отрасли и возможных способах повышения благосостояния мелких фермеров.

На этапе 1 была получена общая характеристика производственного процесса сахарного тростника в Восточной Яве — от посадки до аукциона; представлены СОЦ и их принципы; построен исходный шаблон бизнес-модели. На этапе 2 в рамках фокус-групп были выявлены преимущества и недостатки СОЦ, оценены перспективы их немедленной или постепенной реализации и определена их приоритетность путем парного сравнения. На этапе 3 исходный ШБМ был усовершенствован и дополнен, что позволило получить инновационный ШБМ. На этапе 4 была выполнена валидация инновационного ШБМ с точки зрения его соответствия принципам экономики замкнутого цикла.

Этап 1: Разработка исходного шаблона бизнес-модели производства сахарного тростника

Производство сахарного тростника мелкими фермерами в индонезийской Восточной Яве занимает центральное место в региональной экономике. Фермерам принадлежат участки площадью от 0,5 до 20 га, обрабатываемые традиционными способами в соответствии со знаниями, передаваемыми из поколения в поколение. Несмотря на недостаток формального агрономического образования, фермеры стремятся повысить урожайность: сев, выращивание, сбор урожая и транспортировка на перерабатывающие предприятия выполняются ими самостоятельно или совместно с другими членами сообщества. К числу наиболее значимых ограничений, с которыми они сталкиваются, относятся доступ к капиталу и колебания рыночных цен. После переработки сахарный тростник продается на аукционе по рыночным ценам. Несмотря на указанные проблемы, фермеры выступают основными поставщиками сырья для сахарной промыш-

³ <https://www.bps.go.id/en/statistics-table/2/NzY4IzI=/production-of-smallholder-estate-crops-by-type-of-crop.html>, дата обращения 12.06.2024.

Табл. 4. Практики реализации стратегий обратного цикла (R0-R9) в рамках исходной бизнес-модели производства сахарного тростника

<i>а) Суть стратегий</i>	
Стратегия обратного цикла	Определение
R0 — отказ	Отказ от ненужных или неэкологичных товаров или услуг
R1 — переосмысление	Поиск более устойчивых решений путем смены установок и поведения потребителей и производителей
R2 — снижение	Снижение потребления товаров и ресурсов для сокращения отходов
R3 — вторичное использование	Повторное использование товаров или компонентов, сохранивших рабочее состояние
R4 — ремонт	Ремонт, а не замена сломанных товаров
R5 — восстановление	Очистка, ремонт или восстановление предметов для возвращения исходной функциональности
R6 — модернизация	Изготовление новых продуктов из неиспользуемых компонентов
R7 — переназначение	Использование товаров или материалов в новых целях
R8 — переработка	Переработка продукции в сырье
R9 — извлечение	Извлечение питательных, органических веществ или энергии из отходов или сельскохозяйственной продукции
<i>б) Сферы фактической реализации</i>	
Стратегия	Кейсы применения
R0	Отказ от использования семян, не подходящих для конкретной почвы
R1	—
R2	—
R3	Эксплуатация сельскохозяйственной техники, уже применявшейся в ходе предшествующего цикла выращивания
R4	Ремонт в конкретной точке поля при обнаружении аномального роста; частичная замена
R5	—
R6	<i>Бонгкаратун</i>
R7	<ul style="list-style-type: none"> • Выращивание тростника вместе с перцем чили • После каждого трех урожаев поле засеивается кукурузой или рисом для восстановления качества почвы
R8	<ul style="list-style-type: none"> • Тару из-под пестицидов собирают и отправляют на переработку • Семена сахарного тростника отбирают из лучшего урожая каждого цикла выращивания
R9	—
<i>Источник: составлено авторами.</i>	

ленности и обеспечивают устойчивое ведение хозяйства. При более существенной поддержке, в частности доступе к образованию и технологиям, производство сахарного тростника в Восточной Яве могло бы способствовать экономическому развитию региона и повышению благосостояния фермеров.

Хотя речь о прямом внедрении СОЦ в производстве сахарного тростника пока не идет, на практике выявлены несколько направлений реализации соответствующих принципов (см. табл. 4). В частности, это принцип R0 (отказ): характеристики земель, на которых выращивается тростник, различны, одни избыточны источниками

воды, а другие являются засушливыми, поэтому фермеры отказываются от семян, не соответствующих качеству почвы. Кроме того, вторичная эксплуатация сельскохозяйственной техники, задействованной в предыдущем цикле выращивания, соответствует принципу R3 (вторичное использование).

В ситуациях аномального роста реализуется стратегия R4 (ремонт), предполагающая необходимую коррекцию без полной замены растений. После каждого трех урожаев осуществляется стратегия R6 (модернизация) в форме *бонгкаратуна* (местный термин, который означает восстановление почвы плантаций сахарного тростника, включая замену всех растений до корней). Стратегия R7 (переназначение) практикуется в формате совместного выращивания растений (перца чили, кукурузы, риса и других культур) вместе с сахарным тростником для улучшения качества почвы. Кроме того, стратегия R8 (переработка) реализуется путем сбора тары от пестицидов для последующей утилизации и отбора семян сахарного тростника из лучшего урожая каждого цикла.

Результаты анализа бизнес-модели мелких производителей сахарного тростника приведены в табл. 5. Важным аспектом этого бизнеса в Восточной Яве выступают партнерские связи с заинтересованными сторонами, обеспечивающие стабильное развитие и рост данного сектора. Участие сахарных заводов, ассоциаций фермеров, поставщиков удобрений, гербицидов и транспортных услуг, кооперативов и землевладельцев позволяет наладить взаимовыгодное сотрудничество, благодаря которому на разных этапах производства реализуются ряд важных мероприятий, от подготовки земель до сбыта конечной продукции. Подготовка земель включает обработку посевных площадей, отбор семян с учетом состояния земли и создание необходимой ирригационной инфраструктуры.

Посадка и выращивание сахарного тростника осуществляются в соответствии с агрономическими принципами, включая выбор методов внесения удобрений и гербицидов для борьбы с вредителями и сорняками. В дополнение к этому применяется *бонгкаратун* — комплексная стратегия поддержания плодородия почвы и повышения продуктивности земель за счет внутренних ресурсов. Выращивание сахарного тростника совместно с перцем чили и другими культурами выступает элементом устойчивого подхода к оптимизации землепользования и диверсификации источников дохода фермеров.

Процесс сбора сахарного тростника обеспечивает высокое качество урожая, что имеет решающее значение для производства больших объемов сахара из чистых стеблей тростника и повышения качества конечной продукции. Сахарные аукционы проводятся на основе партнерства с сахарными заводами (в соотношении 70 к 30); клиентами выступают оптовые торговцы белым кристаллическим сахаром, производители ароматизаторов и брокеры папки, гарантирующие фермерам стабильный доход. К ключевым ресурсам относятся земля (плантации), тщательно отобранные семена, удобрения, гербициды и сельскохозяйственное оборудование для повышения производительности и качества. Связь производителей с конечными потребителями осуществля-

Табл. 5. Шаблон бизнес-модели мелких производителей сахарного тростника в Восточной Яве

Ключевые партнеры (КП)
Сахарные заводы Ассоциация фермеров сахарного тростника Поставщики удобрений Поставщики гербицидов Поставщики услуг грузоперевозок Фермерские кооперативы Землевладельцы
Ключевые мероприятия (КМ)
Подготовка плантации Посадка Культивирование (измельчение, ирригация, внесение удобрений, борьба с сорняками) <ul style="list-style-type: none"> • Корректировка растений, которые плохо растут, выполняется индивидуально (R1 — переосмысление) • Совместное выращивание культур (тростник + перец чили) (R7 — переназначение) • После трех циклов сбора урожая осуществляется <i>бонгкаратун</i> (R3 — вторичное использование) • Использование семян, полученных из определенных растений (R5 — восстановление). • Бонгкаратун совместно с рисом и кукурузой (R7 — переназначение) Сбор урожая
Ключевые ресурсы (КР)
Земля (плантации) Семена сахарного тростника (подбираются в зависимости от состояния почвы) (R0 — отказ) Удобрения Гербициды Работники Грузовые транспортные средства Вода для орошения Сельскохозяйственное оборудование и материалы (R6 — модернизация) <ul style="list-style-type: none"> • Тракторы, арендованные у кооператива • Легкое сельскохозяйственное оборудование не обязательно должно быть новым в каждом цикле
Выгоды для клиентов (ВК)
Высокая урожайность сахарного тростника обеспечивает больше сахара Из чистых стеблей тростника можно получить чистый белый кристаллический сахар Сбор сахарного тростника с гектара (тоннаж) является высоким
Отношения с клиентами (ОК)
Аукционы по продаже сахара, полученного из выращенного фермерами тростника
Каналы (К)
Механизм транспортировки собранного тростника на сахарный завод
Сегмент рынка (СР)
Оптовые торговцы белым кристаллическим сахаром Производители ароматизаторов Брокеры патоки
Структура затрат (СЗ)
Аренда земли Затраты на выращивание/производство сахарного тростника (семена, гербициды, удобрения, рабочая сила, аренда тракторов, ирригация) Расходы на транспортировку сахарного тростника на завод
Структура прибыли (СП)
Продажа сахара (разделение прибыли с сахарными заводами: 70% — фермерам, 30% — заводам) Продажа патоки (80% от объема производства патоки сахарными заводами) Дополнительный доход от тары из-под гербицидов и пестицидов, которая собирается и сдается на переработку (R8 — переработка).
<i>Источник: составлено авторами.</i>

ется через каналы дистрибуции, прежде всего доставку собранного тростника на сахарные заводы грузовиками. Операционные расходы, в частности затраты на аренду земли, обработку почвы, закупку семян, рабочую силу, аренду оборудования и транспорта, выступают важными направлениями финансового менеджмента. Главными источниками дохода служат продажа сахара и патоки и сдача отходов на переработку. Диверсификация этих источников повышает устойчивость экосистемы производства сахарного тростника. Успех мелких фермеров в Восточной Яве зависит от сотрудничества с партнерами, наличия ресурсов, эффективности их практической деятельности и отношений с клиентами. В табл. 5 описана реализация СОЦ в рамках исходной бизнес-модели.

Этап 2. Выявление факторов циклической экономики на основе стратегий обратного цикла

На данном этапе были выявлены практические возможности для реализации СОЦ производителями сахарного тростника. Проанализированы возможности и проблемы каждой стратегии R.

В табл. 6 представлена комплексная оценка возможностей и проблем реализации СОЦ, проработанных в фокус-группах с участием фермеров; каждой стратегии присвоен уникальный код. Выявленные стратегии охватывают важнейшие аспекты производства сахарного тростника — от внесения органических удобрений и гербицидов до применения дронов для их распыления. В столбце «Возможности» описаны перспективы, которые открывает реализация соответствующих стратегий, в частности стимулирование рыночного спроса на органические продукты или получение дополнительного дохода от диверсификации продукции. В столбце «Проблемы» подробно охарактеризованы барьеры, которые необходимо преодолеть, в том числе ограниченный доступ к технологиям или высокие затраты на ремонт сельскохозяйственной техники.

Как показал анализ, некоторые из принципов 10R реализовать через СОЦ невозможно. Так, выявлено мало возможностей для реализации стратегий R5 (восстановление): соответствующие процессы более релевантны для промышленности, а не для сельского хозяйства. Не было обнаружено также новых возможностей для реализации стратегий R6 (модернизации) и R8 (переработка), однако фермеры изначально следуют данной практике в рамках *бонгкаратуна* и сбора тары от пестицидов для переработки и намерены действовать таким же образом и в дальнейшем.

Взаимосвязь и комплементарность указанных принципов позволяют говорить о холистическом подходе. Например, переосмысление (R1) масштабов использования химических удобрений ведет к снижению (R2) уровня их применения, что, в свою очередь, способствует извлечению (R9) органических отходов в сочетании с навозом крупного рогатого скота, который был задействован при выращивании сахарного тростника (R7 — переназначение) как устойчивое удобрение. Это способствует сокращению уровня химизации сельского хозяйства и воздействия на окружающую среду наряду с производственными затратами, а также создает положительный

Табл. 6. Потенциал реализации стратегий обратного цикла

Возможности	Проблемы	Выявленные стратегии
R0-A — Отказ от использования химических удобрений и гербицидов	<ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная эффективность альтернатив органическим удобрениям 	Использование органических удобрений и гербицидов
R1-A — Использование органических гербицидов и удобрений	<ul style="list-style-type: none"> • Недостатки органических гербицидов • Квалификация сельскохозяйственных рабочих • Качество растений 	Использование органических удобрений и гербицидов
R1-B — Использование дронов для распыления удобрений	<ul style="list-style-type: none"> • Ограниченное количество поставщиков услуг • Затраты в расчете на гектар по сравнению с ручной обработкой 	Использование дронов для распыления удобрений
R2 — Снижение использования химикатов	<ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная эффективность органических гербицидов • Квалификация сельскохозяйственных рабочих • Качество растений, производительность 	Использование органических удобрений и гербицидов
R3 — Вторичное использование полиэтиленовых пакетов как часть <i>бонгаратуна</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Качество полиэтиленовых пакетов 	Многочисленное использование полиэтиленовых пакетов для посадки
R4 — Плановый ремонт оборудования перед началом уборки урожая	<ul style="list-style-type: none"> • Наличие запасных частей • Нехватка специалистов технической поддержки/ремонтников • Стоимость и качество ремонта 	Планирование ремонта уборочной техники перед сезоном сбора урожая
R7-A — Отбор сахарного тростника для изготовления яванского коричневого сахара	<ul style="list-style-type: none"> • Возможности сбыта и спрос на коричневый сахар • Производственный процесс и технологии • Привлечение инвестиций в переработку 	Прямая переработка сахарного тростника в яванский коричневый сахар
R7-B — Сбор ростков сахарного тростника после уборки урожая на корм скоту	<ul style="list-style-type: none"> • Ограниченный спрос со стороны животноводов в Восточной Яве • При необходимости, переработка или хранение 	Использование ростков сахарного тростника как корма для животных
R9-A — Сбор отходов выращенных культур для переработки в удобрения	<ul style="list-style-type: none"> • Переработка листьев и стеблей сахарного тростника в удобрения • Инвестиции в предприятия по переработке отходов в удобрения • Стандартизация состава удобрений при переработке отходов растениеводства • Расширение функционала работников 	Производство органических удобрений из отходов сахарного тростника
R9-B — Использование остатков стеблей сахарного тростника в качестве удобрения	<ul style="list-style-type: none"> • Переработка остатков сахарного тростника в удобрения • Инвестиции в предприятия по переработке отходов в удобрения • Стандартизация состава удобрений при переработке отходов растениеводства • Расширение функционала работников 	Производство органических удобрений из отходов сахарного тростника

Источник: составлено авторами.

замкнутый цикл. Ремонт (R4) и модернизация (R6) сельскохозяйственной техники повышают рациональность расходования ресурсов и продлевают жизненный цикл машин. Переназначение (R7) побочных продуктов сахарного тростника для производства энергии создает новые источники доходов и снижает объем отходов. В совокупности указанные взаимосвязанные стратегии повышают устойчивость и эффективность всей бизнес-модели.

Для каждой выявленной стратегии были проанализированы возможности немедленной и полной либо по-

степенной реализации (табл. 7). Все выявленные стратегии (S1–S7) оценивались с учетом следующих факторов: маркетинг, регулирование, технические и финансовые (необходимые капитальные затраты) и социально-экологические аспекты. В группу «постепенно реализуемых» включены стратегии, которые можно воплотить не сразу, а поэтапно, путем ряда последовательных операций. В группу «возможна полная реализация» вошли стратегии, которые можно реализовать сразу и в полном объеме без каких-либо предварительных стадий, и не-

Табл. 7. Возможности реализации выявленных стратегий обратного цикла

а) Базовые индикаторы потенциальных стратегий обратного цикла

Выявленные потенциальные стратегии	Элемент стратегии обратного цикла	Планируемая реализация
S1 — Использование органических удобрений и гербицидов	R0-A, R1-A, R2	Постепенно
S2 — Использование дронов для распыления удобрений	R1-B	Полностью
S3 — Многочисленное использование полиэтиленовых пакетов для посадки	R3	Постепенно
S4 — Планирование ремонта уборочной техники перед сезоном сбора урожая	R4	Полностью
S5 — Прямая переработка сахарного тростника в яванский коричневый сахар	R7-A	Постепенно
S6 — Использование ростков сахарного тростника как корма для животных	R7-B	Постепенно
S7 — Производство органических удобрений из отходов производства сахарного тростника	R9-A, R9-B	Постепенно

Источник: составлено авторами.

Продолжение табл. 7

в) Возможные направления реализации стратегий обратного цикла	
Аспекты	Описание
S1 — Использование органических удобрений и гербицидов	
Рыночные	Отсутствует как поддержка, так и сопротивление использованию органических продуктов на рынке сахара Восточной Явы
Технические и операционные	Реализация возможна аналогичным или более простым способом, но постепенно ввиду небольшого числа поставщиков нехимической продукции
Финансовые (капитальные вложения)	Удобрения составляют наиболее значительную статью расходов фермеров после рабочей силы безотносительно того, останется цена прежней или снизится
Регулятивные	Не противоречит региональным нормам
Социальные и экологические	Ввиду своей органической природы более безопасны для людей и животных, позволяют минимизировать экологические риски применения химических материалов
S2 — Использование дронов для распыления удобрений	
Рыночные	Отсутствует как поддержка, так и сопротивление использованию дронов для распыления удобрений
Технические и операционные	В 2023 г. несколько фермеров уже провели испытания на своих плантациях и убедились, что это более быстрый процесс
Финансовые	Совокупные затраты ниже, чем при ручном труде
Регулятивные	Не противоречит региональным нормам; полет дронов на высоте 1–2 м над сахарным тростником не нарушает авиационных правил
Социальные и экологические	Дроны управляются поставщиком (сертифицированным оператором) и относительно безопасны с точки зрения охраны труда
S3 — Многократное использование полиэтиленовых пакетов для посадки	
Рыночные	Отсутствует как поддержка, так и сопротивление использованию полиэтиленовых пакетов для посадки
Технические и операционные	Постепенное внедрение, поскольку работникам фермы необходимо научиться использовать для посадки рассады полиэтиленовые пакеты, срок службы которых составляет 2–3 года
Финансовые	Хотя экономия будет незначительной, этот подход позволит сэкономить на закупке полиэтиленовых пакетов
Регулятивные	Не противоречит региональным нормам
Социальные и экологические	Положительно влияет на окружающую среду за счет сокращения пластиковых отходов
S4 — Планирование ремонта уборочной техники перед сезоном сбора урожая	
Рыночные	Отсутствует как поддержка, так и сопротивление планированию ремонта уборочной техники
Технические и операционные	Возможно организовать капитальный ремонт с тщательной проверкой всех систем и компонентов, что позволит продлить срок службы машин и оборудования
Финансовые	Дешевле, чем внеплановый ремонт
Регулятивные	Не противоречит региональным нормам
Социальные и экологические	Позволяет упорядочить графики технических специалистов, чтобы избежать авралов
S5 — Прямая переработка сахарного тростника в яванский коричневый сахар	
Рыночные	Рынок коричневого сахара обладает большим потенциалом; продукт пользуется спросом со стороны жителей региона, не говоря о потенциальном спросе производителей продуктов питания и напитков, которые все чаще его используют
Технические и операционные	Необходима постепенная реализация, поскольку некоторые фермеры связаны с сахарными заводами многолетними контрактами
Финансовые	Возможна постепенная реализация, поскольку требуется несложное и недорогое оборудование
Регулятивные	Не противоречит региональным нормам, но надо внимательно изучить положения договоров о сотрудничестве с сахарными заводами
Социальные и экологические	Будет способствовать созданию новых рабочих мест для местного населения
S6 — Использование ростков сахарного тростника как корма для животных	
Рыночные	Рынок сбыта для ростков сахарного тростника находится вблизи крупных животноводческих ферм. Предложение следует формировать постепенно
Технические и операционные	Реализация возможна, но ростки тростника необходимо предварительно подготовить (измельчение/варка). Реализовывать данную стратегию следует постепенно, с учетом наличия готовых к сотрудничеству животноводческих ферм
Финансовые	Возможна постепенная реализация, поскольку требуется несложное и недорогое оборудование
Регулятивные	Не противоречит региональным нормам
Социальные и экологические	Производители сахарного тростника и местные жители будут способствовать более полной реализации потенциала животноводческих ферм; сократятся объемы отходов, сжигаемых после сбора урожая
S7 — Производство органических удобрений из отходов производства сахарного тростника	
Рыночные	Будет полезно, если удобрение будет соответствовать характеристикам среды выращивания сахарного тростника; универсальные удобрения (подходящие для любых древесных/полевых растений) могут быть востребованы поставщиками декоративных растений, услуг по обработке полей и производителями овощей
Технические и операционные	Возможна долгосрочная реализация, но в первые 1–3 цикла предстоят значительные перемены; чтобы использовать такие удобрения, необходимо подготовить почву к ферментации и обучить фермеров эффективным методам переработки отходов в органические удобрения
Финансовые	Необходимо планировать затраты и инвестиции
Регулятивные	Регуляторных препятствий нет
Социальные и экологические	Сжигаемые в настоящее время отходы гораздо лучше перерабатывать в ферментированные удобрения

Источник: составлено авторами.

медленно получить желаемый результат. Если ресурсы ограничены, реализацию стратегий следует приоритизировать, для чего крупные производители сахарного тростника могут сравнить стратегии попарно по шкале от 1 до 9. Результаты приоритизации семи выявленных стратегий приведены в табл. 8.

Как видим, первым стратегическим приоритетом инновационного развития бизнес-модели является переработка сахарного тростника в коричневый сахар (S5). Эта стратегия по ряду причин получила наивысший вес приоритетности. В частности, поскольку гликемический индекс коричневого сахара ниже, чем кристаллического белого (Azlan et al., 2022), данная стратегия открывает широкие рыночные возможности: яванский коричневый сахар пользуется высоким спросом у домохозяйств и предприятий пищевой промышленности, будучи атрибутом здорового образа жизни. Производство коричневого сахара позволит фермерам существенно повысить добавленную стоимость своей продукции, а его постепенное налаживание минимизирует потребности в первоначальных инвестициях без приобретения сложного и дорогого оборудования. Такая стратегия не противоречит действующим региональным нормам, но требует осторожности в отношении выполнения контрактов с сахарными заводами.

Реализация стратегии S5 также будет способствовать созданию новых рабочих мест, росту местной экономики и повышению социальной устойчивости. Данный шаг не только расширит рынок сбыта конечной продукции, но и увеличит ее добавленную стоимость, создаст возможности для расширения бизнеса и обеспечит существенный рост рентабельности. Второй по приоритетности стратегической инновацией оказалось планирование ремонта оборудования и техники до начала сбора урожая (S4), способное повысить эффективность эксплуатации машин и общую производительность и снизить вероятность сбоев. Третья по приоритетности стратегия — использование дронов для распыления удобрений (S2). Эта технология предлагает экономичные масштабируемые решения в сфере мониторинга урожая, сокращающие воздействие на окружающую среду и гарантирующие безопасность работы на фермах.

Этап 3: Визуализация инновационной бизнес-модели замкнутого цикла производства сахарного тростника

На данном этапе выявленная потенциальная СОЦ была трансформирована в девять ключевых элементов ШБМ для инновационного развития БМЗЦ. Анализ ее влияния на эти элементы позволил глубже понять, какой эффект реализация стратегии оказывает на текущие бизнес-операции и потенциал повышения производительности и устойчивости предприятий по выращиванию сахарного тростника.

В табл. 9 описаны варианты ключевых элементов ШБМ для каждой выявленной стратегии. Одна из них, «Коричневый сахар» (S5), включает все наиболее важные из них: она позволит фермерам реализовать полный цикл производства высококачественного яванского сахара с натуральным вкусом и текстурой, от выращивания до

распространения. Для этого потребуются площадка для переработки, рабочая сила и организация сбыта с привлечением потенциальных партнеров. Другие стратегии в силу их обращенности на внутренние аспекты бизнеса затрагивают не все элементы ШБМ. Например, реализация такой стратегии, как «Использование органических удобрений и гербицидов», никак не повлияет на сегментацию рынка или отношения с клиентами. Подобные стратегии следует оценивать с учетом контекста и целей в отношении конкретных элементов ШБМ.

Ключевые элементы, трансформированные путем реализации выявленных СОЦ, были интегрированы в исходный шаблон бизнес-модели; в результате была разработана новая, более циклическая бизнес-модель (табл. 10). Интеграция инновационных СОЦ в новый ШБМ отвечает принципу холистичности. Учитывались связь каждого элемента ШБМ с другими элементами, их взаимодействие и взаимовлияние. В частности, реализация стратегии «Использование органических удобрений и гербицидов» непосредственно увязывает «Основные виды деятельности» и «Ключевые ресурсы» с «Преимущества» и «Сегментами рынка», что позволяет предприятиям сфокусироваться на предложении потребителям уникальных преимуществ с учетом необходимых для этого ресурсов. Предложенный усовершенствованный ШБМ обеспечивает более тесную интеграцию СОЦ и общей бизнес-стратегии на основе холистического подхода к бизнес-модели.

С точки зрения преимуществ (VP), переориентация на органические продукты подчеркивает сдвиг в сторону максимизации использования природных ресурсов (KR) при сокращении сельскохозяйственных отходов. Это соответствует принципам обратного цикла — вторичному использованию сельскохозяйственных отходов, например, в виде удобрений. Продвижение коричневого сахара как альтернативного продукта способствует расширению рынка и удовлетворению спроса более широкого круга потребителей. В отношении основных видов деятельности (KA) вторичное использование полиэтиленовых пакетов для рассады повышает производительность и служит примером реализации принципа переработки. Превращение сельскохозяйственных отходов в органические удобрения свидетельствует о более эффективном использовании ресурсов. Переработка сахарного тростника в яванский коричневый сахар позволяет диверсифицировать продукцию и повысить ее добавленную стоимость. Еще один способ оптимизации производства — распыление удобрений с помощью дронов (Wadod, Mohammed, 2023), сдерживаемое нехваткой поставщиков соответствующих услуг по доступным ценам. Решить эту проблему позволит налаживание партнерств в рамках пилотных и обучающих программ для фермеров.

В круг ключевых контрагентов (KP) производителей сахарного тростника входят сахарные заводы и фермерские ассоциации. Потенциальные проблемы координации и сотрудничества с партнерами можно минимизировать, проводя регулярные встречи (совещания) с использованием ИТ. С точки зрения затрат (CS), к числу инновационных решений, позволяющих снизить затра-

Табл. 8. Приоритетность выявленных стратегий

Выявленные потенциально реализуемые стратегии	Приоритетность (вес)
S1	0.07
S2	0.14
S3	0.07
S4	0.20
S5	0.36
S6	0.06
S7	0.10

Источник: составлено авторами.

Табл. 9. Инновации на основе стратегии обратного цикла, выявленные для ключевых элементов шаблона бизнес-модели

Элемент	Описание
S1 – Использование органических удобрений и гербицидов	
VP	Операции с органическими веществами
KA	Постепенный переход на органические удобрения и гербициды
KR	Органические удобрения и гербициды
KP	Поставщики органических гербицидов и удобрений
CuS	—
CR	—
C	—
CS	Стоимость органических гербицидов и пестицидов
RS	—
S2 – Использование дронов для распыления удобрений	
VP	Эффективность и высокая производительность
KA	Распыление удобрений с помощью дронов
KR	—
KP	Поставщики услуг дронов для сельского хозяйства
CuS	—
CR	—
C	—
CS	Стоимость использования дронов
RS	—
S3 – Многократное использование полиэтиленовых пакетов для посадки	
VP	Сокращение использования невозобновляемых материалов
KA	Вторичное использование полиэтиленовых пакетов для посадки рассады
KR	Полиэтиленовые пакеты
KP	Поставщики полиэтиленовых пакетов
CuS	Поставщики полиэтиленовых пакетов
CR	—
C	—
CS	Снижение затрат на новые полиэтиленовые пакеты
RS	—
S4 – Планирование ремонта уборочной техники перед сезоном сбора урожая	
VP	Повышение эффективности и производительности
KA	Ремонт техники перед уборкой урожая
KR	Запчасти для грузовиков и другой техники
KP	Мастерские/технические специалисты
CuS	—
CR	—
C	—
CS	Затраты на ремонт и техническое обслуживание
RS	—

Продолжение табл. 9

S5 – Прямая переработка сахарного тростника в яванский коричневый сахар	
VP	Высококачественный яванский коричневый сахар с натуральным вкусом и текстурой
KA	(1) Производство яванского сахара, включая варку и рафинирование (2) Управление запасами и распространение продукции
KR	Площадка для переработки, пресс, печь, котел, рабочая сила
KP	(1) Дистрибьюторы (2) Рестораны, кафе, предприятия пищевой промышленности (потребители продукта)
CuS	(1) Предприятия розничной торговли, любители коричневого сахара (2) Рестораны, кафе, предприятия пищевой промышленности (включая производителей напитков), желающие повысить качество своей продукции
CR	Следует информировать клиентов о преимуществах и уникальности коричневого сахара
C	(1) Прямые продажи потребителям через онлайн- или офлайн-магазины (2) Распространение через местные продовольственные магазины или традиционные рынки
CS	Расходы на организацию производства, маркетинг и распределение продукции
RS	Продажа коричневого сахара
S6 – Использование ростков сахарного тростника как корма для животных	
VP	(1) Ростки сахарного тростника - высококачественный корм для крупного рогатого скота (2) Сокращение сельскохозяйственных отходов
KA	Сбор урожая
KR	Сельскохозяйственные работники
KP	—
CuS	Владельцы скотоводческих ферм или ранчо
CR	Долгосрочное партнерство с владельцами ферм
C	—
CS	—
RS	Продажа ростков сахарного тростника на корм скоту
S7 – Производство органических удобрений из отходов производства сахарного тростника	
VP	Сокращение сельскохозяйственных отходов путем их переработки в ценные продукты
KA	(1) Сбор и переработка отходов сахарного тростника в органические удобрения (2) Расфасовка и распространение органических удобрений
KR	(1) Отходы сахарного тростника (листья и кончики стеблей) (2) Площадки для переработки отходов в органические удобрения (3) Рабочая сила для управления отходами и производства органических удобрений
KP	(1) Фермеры — потребители удобрений из отходов сахарного тростника (2) Сельскохозяйственные магазины и дистрибьюторы таких удобрений
CuS	Фермеры, заинтересованные в альтернативных органических удобрениях
CR	(1) Служба поддержки клиентов для информирования о преимуществах и способах использования органических удобрений (2) Долгосрочное партнерство с фермерами для понимания их потребностей и предложения подходящих решений
C	Прямые продажи фермерам или через онлайн-торговые площадки
CS	(1) Затраты на производство и расфасовку (2) Затраты на маркетинг и распространение
RS	Прямая продажа органических удобрений фермерам (как из сахарного тростника, так и из другого сырья)
<p>Элементы: VP — преимущество; KA — основные виды деятельности; KR — ключевые ресурсы; KP — ключевые партнеры; CuS — сегментация рынка; CR — взаимоотношения с клиентами; C — каналы сбыта; CS — структура затрат; RS — источники дохода.</p> <p>Источник: составлено авторами.</p>	

Табл. 10. Шаблон бизнес-модели замкнутого цикла, усовершенствованный путем интеграции стратегий обратного цикла

<i>Ключевые партнеры (КР)</i>
Фабрика переработки сахарного тростника Ассоциация фермеров сахарного тростника Поставщики удобрений, гербицидов, транспортных услуг и дронов для сельского хозяйства Сельские кооперативы Землевладельцы Ремонтная мастерская/техник по ремонту грузовиков Специалисты по переработке сельскохозяйственных отходов в органические удобрения
<i>Основные виды деятельности (КА)</i>
Подготовка почвы Посадка, включая вторичное использование полиэтиленовых пакетов, которые еще можно использовать в качестве грядок для рассады (R3 — вторичное использование) Культивирование (измельчение, полив, внесение удобрений, борьба с сорняками) <ul style="list-style-type: none"> • Постепенное внесение органических удобрений, полученных путем переработки сельскохозяйственных отходов (R8 — переработка) • Повышение качества культур в период ожидания урожая осуществляется частично (R9 — извлечение) • Совместное выращивание сахарного тростника и перца чили (R7 — переназначение) • <i>Бонгаратун</i> выполняется после трех циклов сбора урожая, в ходе которых заготавливаются саженцы (R6 — модернизация, R8 — переработка) • Разгрузка — чередование с рисом/кукурузой (R7 — переназначение) • Постепенный переход к использованию органических удобрений и гербицидов и их распыление с помощью дронов (R2 — сокращение, R4 — ремонт) Сбор урожая Ремонт оборудования перед сбором урожая (профилактическое обслуживание) (R9 — извлечение) Переработка сахарного тростника в яванский коричневый сахар (R7 — переназначение) Переработка отходов сахарного тростника в органические удобрения (R5 — восстановление)
<i>Ключевые ресурсы (КР)</i>
Плантации сахарного тростника Семена сахарного тростника (семена/саженцы подбираются в зависимости от состояния почвы) (R0 — отказ) Удобрения Гербициды Сельскохозяйственные работники Сельскохозяйственное оборудование и материалы (R3 — вторичное использование) <ul style="list-style-type: none"> • Тракторы, арендованные у кооператива • Легкое сельскохозяйственное оборудование необязательно должно быть новым в каждом цикле Грузовые транспортные средства Вода для орошения Площадки для переработки сахарного тростника в яванский сахар Площадки для переработки отходов сахарного тростника в органические удобрения
<i>Преимущества (VP)</i>
Высокая урожайность сахарного тростника позволяет получить больше сахара Чистые стебли тростника позволяют получать чистый белый кристаллический сахар Высокий объем сбора тростника (тоннаж) с гектара (высокая продуктивность) Поэтапный переход на органику (R6 — модернизация) Высококачественный яванский (коричневый) сахар с натуральным вкусом и текстурой (R7 — перепрофилирование) Сокращение сельскохозяйственных отходов и эффективное использование ресурсов (R2 — снижение) Сокращение использования невозобновляемых материалов (R3 — вторичное использование)
<i>Взаимоотношения с клиентами (CR)</i>
Сахар, полученный из выращенного фермерами тростника, продается на аукционах Информирование потребителей о преимуществах и уникальных свойствах яванского коричневого сахара
<i>Каналы сбыта (C)</i>
Транспортировка собранного сахарного тростника на перерабатывающие заводы Продажа яванского сахара напрямую потребителям через онлайн-магазины или офлайн-магазины Распространение через местные продовольственные магазины или традиционные рынки
<i>Сегментация рынка (CuS)</i>
Продавцы и брокеры гранулированного белого кристаллического сахара Производители ароматизаторов Брокеры патоки Розничные продавцы и любители яванского сахара Рестораны, кафе, предприятия пищевой промышленности (включая производителей напитков), желающие использовать высококачественный яванский сахар для производства своей продукции
<i>Структура затрат (CS)</i>
Плата за аренду земли Затраты на выращивание/производство сахарного тростника (семена, гербициды, удобрения, рабочая сила, аренда тракторов, использование дронов для распыления удобрений, ирригация) Плановые затраты на техническое обслуживание оборудования Транспортные расходы на транспортировку сахарного тростника на завод Затраты на переработку тростника в сахарную пульпу Затраты на переработку отходов сахарного тростника в органические удобрения
<i>Источники дохода (RS)</i>
Продажа сахара (разделение прибыли с сахарными заводами: 70% — фермеру, 30% — заводу) Продажа патоки (80% объема производства сахарных заводов) Доход от сдачи тары из-под гербицидов и пестицидов на переработку (R8 — переработка) Продажа яванского сахара населению и предприятиям
<i>Источник: составлено авторами.</i>

Табл. 11. Сравнение цикличности до и после внедрения стратегий замкнутого цикла в бизнес-модель производства сахарного тростника

Исходный шаблон бизнес-модели производства сахарного тростника									Показатель цикличности бизнес-модели	Инновационный шаблон бизнес-модели производства сахарного тростника замкнутого цикла								
VP	KA	KR	KP	CuS	CR	C	CS	RS		VP	KA	KR	KP	CuS	CR	C	CS	RS
—	√	√	—	—	—	—	—	√	CI-1	√	√	√	—	—	—	—	√	
—	—	√	√	—	—	—	—	—	CI-2	—	—	√	√	—	√	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	CI-3	—	—	—	—	—	√	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	CI-4	√	√	√	√	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	CI-5	√	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	CI-6	—	—	—	—	—	—	√	—	

Источник: составлено авторами.

ты, относятся применение органических материалов и ремонт оборудования перед сбором урожая. Внедрение инноваций несет колоссальные преимущества производителям сахарного тростника, наряду с такими вызовами, как ограниченный доступ к технологиям, нормативные барьеры и недостаток знаний у фермеров. Преодолеть их позволят налаживание стратегических партнерств, различные формы государственной и зарубежной поддержки, обучение фермеров новым методам ведения бизнеса. В целом инновационное развитие ШБМ направлено на внедрение в производство сахарного тростника устойчивых циклических методов и минимизацию экологического ущерба.

Этап 4. Валидация с использованием показателей экономики замкнутого цикла

На данном этапе была выполнена валидация разработанной бизнес-модели на предмет соответствия циклическим принципам. Для этого предшествующая бизнес-модель была сопоставлена с новой, в которую были интегрированы СОЦ. Показатели цикличности моделей приведены в табл. 11.

Как показано в табл. 11, набор из шести описанных в литературе индикаторов замкнутости (цикличности) ШБМ адекватно отражает результаты модификации исходного шаблона путем интеграции в нее СОЦ. В изначальной модели также присутствовали атрибуты СОЦ в виде всего двух показателей: обратного потока материалов и/или энергии в бизнес-систему и сотрудничества (включая экономику совместного потребления). Они проявляются в таких элементах, как ключевые виды деятельности, ключевые ресурсы, партнерские связи и источники доходов.

Показатели цикличности, выявленные для нового ШБМ, проявляются во всех ключевых элементах модели. Во-первых, это «обратный поток», возникающий в результате реализации семи предложенных стратегий. Во-вторых, «сотрудничество», которое активизируется за счет углубления и расширения партнерских связей с кооперативами, сахарными заводами, поставщиками услуг сельскохозяйственных дронов, мастерскими по ремонту оборудования, специалистами по переработке органиче-

ских удобрений и животноводами как потенциальными покупателями кормов из отходов сахарного тростника. В-третьих, для формирования потенциальных каналов сбыта различных продуктов, в частности коричневого сахара, используются ИТ. В-четвертых, управление отходами через их переработку в органические удобрения и использование ростков сахарного тростника в качестве корма для скота. В-пятых, инвестиции в экономику замкнутого цикла в АПК для диверсификации продукции, включая поэтапные капиталовложения в строительство предприятий по переработке сельскохозяйственных отходов в органические удобрения. В совокупности все эти характеристики обеспечивают более циклический характер нового ШБМ в сравнении с исходным. Таким образом, интеграция СОЦ в ШБМ вносит решающий вклад в разработку более адаптивной, устойчивой и технологичной БМЗЦ. Ее реализация служит признаком инновационной ориентации предприятий, их нацеленности на повышение эффективности бизнеса и достижение экологической устойчивости.

Ряд важных выводов относятся и к другим сегментам сельскохозяйственного сектора, а также к национальной и мировой экономике в целом. Сотрудничество различных заинтересованных сторон выступает ключевым условием успешной реализации БМЗЦ, наряду с качественной подготовкой фермеров и работников для внедрения новых технологий и практики замкнутого цикла. Посредниками между учеными и фермерами могут стать опытные инструкторы, способные передавать необходимые знания в форме практического обучения и визуальной демонстрации. В рамках сотрудничества с образовательными учреждениями и неправительственными организациями могут быть организованы программы повышения грамотности и профессиональной компетентности. Реализация политических инициатив и принятие норм, нацеленных на стимулирование циклических практик, позволят ускорить переход к экономике замкнутого цикла. Инновации должны быть устойчивыми и адаптируемыми к изменениям рынка и окружающей среды. Большое значение для эффективного внедрения новых технологий и практики имеет доступ к соответствующим фондам и инвестициям.

Заключение

Настоящее исследование показывает, что разработка устойчивых бизнес-моделей производства сахарного тростника требует инновационного подхода. Интеграция десяти циклических принципов в СОЦ (10R) обеспечила успешную модификацию бизнес-модели в соответствии с парадигмой экономики замкнутого цикла. Полученные результаты свидетельствуют, что предложенная структура может повысить цикличность агробизнеса и способствовать его дальнейшему инновационному развитию. Интеграция принципов 10R в СОЦ открывает широкие возможности, от корректировки бизнес-операций на микроуровне (вторичное использование полиэтиленовых пакетов) до повышения эффективности и уровня прибыли за счет дифференциации продукции (коричневый сахар) и управления отходами. Эти выводы приобретают особое значение в условиях глобальных вызовов в области достижения экологической и социальной устойчивости. Предложив концептуальную и практическую структуру реализации принципов экономики замкнутого цикла в производстве сахарного тростника, исследование открывает возможности для дальнейшей трансформации сектора.

Полученные результаты имеют огромную сферу применения в различных отраслях экономики, включая агробизнес, промышленное производство, разработку технологий и сектор услуг. Тем самым исследование вносит вклад в научную литературу по экономике замкнутого цикла на материале производства сахарного тростника и предлагает практикам отрасли, политикам и другим заинтересованным сторонам практические рекомендации по повышению устойчивости бизнеса. В ходе дальнейших исследований предложенную структуру можно использовать в других отраслевых контекстах и оценить эффективность полученных бизнес-моделей. Кроме того, на представленной основе могут быть проанализированы возможности интеграции других аспектов циклической экономики и оценен эффект внедрения более замкнутых бизнес-моделей производства сахарного тростника в отношении достижения глобальных целей устойчивого развития.

Настоящее исследование было профинансировано Balai Peningkatan Pendidikan Tinggi/BPPT и Lembaga Pengelola Dana Pendidikan/LPDP в рамках программы индонезийских образовательных стипендий (BPI) № 00778/J5.2.3./BPI.06/9/2022, идентификатор BPI. 202209091259.

Библиография

- Aguilar-Rivera N. (2022) Bioindicators for the Sustainability of Sugar Agro-Industry. *Sugar Tech*, 24(3), 651–661. <https://doi.org/10.1007/s12355-021-01105-z>
- Amini Z., Self R., Strong J., Speight R., O'Hara I., Harrison M.D. (2022) Valorisation of sugarcane biorefinery residues using fungal biocatalysis. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12(3), 997–1011. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01456-3>
- Awino F.B., Apitz S.E. (2024) Solid waste management in the context of the waste hierarchy and circular economy frameworks: An international critical review. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 20(1), 9–35. <https://doi.org/10.1002/ieam.4774>
- Azlan A., Ebadi S., Yusof B.N.M., Othman N.M.H., Kannar D., Sultana S., Mahmood Z. (2022) Satiety, glycemic profiles, total antioxidant capacity, and postprandial glycemic responses to different sugars in healthy Malaysian adults. *Nutrition*, 97, 111551. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111551>
- Bansal A.K. (2023) Feasibility analysis and business plan. In: *Basic Biotechniques for Bioprocess and Bioentrepreneurship* (eds. A.K. Bhatt, R.K. Bhatia, T.C. Bhalla), Amsterdam: Elsevier, pp. 427–440, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816109-8.00029-5>
- Barros M.V., De Jesus R.H.G., Ribeiro B.S., Piekarski C.M. (2023) Going in Circles: Key Aspects for Circular Economy Contributions to Agro-industrial Cooperatives. *Circular Economy and Sustainability*, 3(2), 861–880. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00211-8>
- Barth H., Ulvenblad P.-O., Ulvenblad P. (2017) Towards a Conceptual Framework of Sustainable Business Model Innovation in the Agri-Food Sector: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 9(9), 1620. <https://doi.org/10.3390/su9091620>
- Bhatnagar R., Keskin D., Kirkels A., Romme A.G.L., Huijben J.C.C.M. (2022) Design principles for sustainability assessments in the business model innovation process. *Journal of Cleaner Production*, 377, 134313. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134313>
- Birkin F., Polesie T., Lewis L. (2009) A new business model for sustainable development: an exploratory study using the theory of constraints in Nordic organisations. *Business Strategy and the Environment*, 18(5), 277–290. <https://doi.org/10.1002/bse.581>
- Bocken N.M.P., Short S.W., Rana P., Evans S. (2014) A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>
- Bocken N.M.P., Schuit C.S.C., Kraaijenhagen C. (2018) Experimenting with a circular business model: Lessons from eight cases. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 28, 79–95. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.02.001>
- Braun A.-T., Schöllhammer O., Rosenkranz B. (2021) Adaptation of the business model canvas template to develop business models for the circular economy. *Procedia CIRP*, 99, 698–702. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.093>
- Brenner B., Drdla D. (2023) Business Model Innovation toward Sustainability and Circularity — A Systematic Review of Innovation Types. *Sustainability*, 15(15), 11625. <https://doi.org/10.3390/su151511625>
- Bressanelli G., Saccani N., Perona M. (2022) Remanufacturing for the Circular Economy: A Business Model analysis. In: *Smart Services Summit (SMSESU) 2022 Proceedings* (eds. J. Meierhofer, S. West, T. Buecheler), Cham: Springer, pp. 133–143. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36698-7_14_s
- Chen T.-Y. (2021) A Business Model Feasibility Evaluation Method for Enterprise Collaborative Business Innovation. *International Journal of E-Collaboration*, 18(1), 1–19. <https://doi.org/10.4018/IJE.C.290291>
- Ciccullo F., Cagliano R., Bartezzaghi G., Perego A. (2021) Implementing the circular economy paradigm in the agri-food supply chain: The role of food waste prevention technologies. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105114. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105114>

- Costa P.F.F., Silva M.S., Santos S.L. (2014) Sustainable Development of The Sugarcane Agribusiness. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(10), 3971–3980. <https://doi.org/10.1590/1413-812320141910.09472014>
- Costanza F. (2023) When the business is circular and social: A dynamic grounded analysis in the clothing recycle. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135216>
- Dagevos H., Lauwere C. (2021) Circular Business Models and Circular Agriculture: Perceptions and Practices of Dutch Farmers. *Sustainability*, 13(3), 1282. <https://doi.org/10.3390/su13031282>
- Donner M., Gohier R., de Vries H. (2020) A new circular business model typology for creating value from agro-waste. *Science of the Total Environment*, 716, 137065. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137065>
- Donner M., de Vries H. (2021) How to innovate business models for a circular bio-economy? *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1932–1947. <https://doi.org/10.1002/bse.2725>
- Ellen Macarthur Foundation (2012) *Towards A Circular Economy*, Isle of Wight (UK): Ellen Macarthur Foundation.
- Evans S., Vladimirova D., Holgado M., Van Fossen K., Yang M., Silva E.A., Barlow C.Y. (2017) Business Model Innovation for Sustainability: Towards a Unified Perspective for Creation of Sustainable Business Models. *Business Strategy and the Environment*, 26(5), 597–608, <https://doi.org/10.1002/bse.1939>
- FAO (2017) *The Future of Food and Agriculture — Trend and Challenges*, Rome: FAO.
- Ferasso M., Beliaeva T., Kraus S., Clauss T., Ribeiro-Soriano D. (2020) Circular economy business models: The state of research and avenues ahead. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3006–3024. <https://doi.org/10.1002/bse.2554>
- Franceschelli M.V., Santoro G., Candelo E. (2018) Business model innovation for sustainability: A food start-up case study. *British Food Journal*, 120(10), 2483–2494. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2018-0049>
- Garza-Reyes J.A., Kumar V., Batista L., Cherrafi A., Rocha-Lona L. (2019) From linear to circular manufacturing business models. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(3), 554–560. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2019-356>
- Geissdoerfer M., Morioka S.N., de Carvalho M.M., Evans S. (2018) Business models and supply chains for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 190, 712–721. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.159>
- Geissdoerfer M., Pieroni M.P.P., Pigosso D.C.A., Soufani K. (2020) Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123741. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>
- Goyal S., Esposito M., Kapoor A. (2018) Circular economy business models in developing economies: Lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 729–740. <https://doi.org/10.1002/tie.21883>
- Hamam M., Chinnici G., Di Vita G., Pappalardo G., Pecorino B., Maesano G., D'Amico M. (2021) Circular Economy Models in Agro-Food Systems: A Review. *Sustainability*, 13(6), 3453. <https://doi.org/10.3390/su13063453>
- Hussain A., Jehangir I.A., Sofi N.R., Anwar Bhat M., Sheraz Mahdi S. (2022) Linkage Between Primary and Secondary Agriculture: Role of High-Value Field Crops in Increasing Farmers' Income. In: *Secondary Agriculture* (eds. F.A. Bahar, M. Anwar Bhat, S.S. Mahdi), Cham: Springer, 1–11. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09218-3_1
- Klein O., Nier S., Tamásy C. (2022) Circular agri-food economies: Business models and practices in the potato industry. *Sustainability Science*, 17(6), 2237–2252. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01106-1>
- Koop C., Grosse Erdmann J., Koller J., Döpfer F. (2021) Circular Business Models for Remanufacturing in the Electric Bicycle Industry. *Frontiers in Sustainability*, 2, 785036. <https://doi.org/10.3389/frsus.2021.785036>
- Kuzma E., Sehnem S. (2023) Proposition of a structural model for business value creation based on circular business models, innovation, and resource recovery in the pet industry. *Business Strategy and the Environment*, 32(1), 516–537. <https://doi.org/10.1002/bse.3158>
- Lauten-Weiss J., Ramesohl S. (2021) The Circular Business Framework for Building, Developing and Steering Businesses in the Circular Economy. *Sustainability*, 13(2), 963. <https://doi.org/10.3390/su13020963>
- Laverty M., Littel C. (2020) *Business Model Plan: Conducting a Feasibility Analysis*, Houston, TX: OpenStax.
- Lewandowski M. (2016) Designing the Business Models for Circular Economy — Towards the Conceptual Framework. *Sustainability*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.3390/su8010043>
- Lüdeke-Freund F., Gold S., Bocken N.M.P. (2019) A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 36–61. <https://doi.org/10.1111/jiec.12763>
- McDonough W., Braungart M. (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, New York: North Point Press.
- Morseletto P. (2020a) Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 24(4), 763–773. <https://doi.org/10.1111/jiec.12987>
- Morseletto P. (2020b) Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>
- Morseletto P. (2023) Sometimes linear, sometimes circular: States of the economy and transitions to the future. *Journal of Cleaner Production*, 390, 136138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136138>
- Nasution A.H., Aula M., Ardiantono D.S. (2020) Circular economy business model design. *International Journal of Integrated Supply Management*, 13(2/3), p. 159–177. <https://doi.org/10.1504/IJISM.2020.107848>
- Némethy S. (2021) New, regenerative approaches to sustainability: Redefining ecosystem functions, environmental management, and heritage conservation. *Ecocycles, European Ecocycles Society*, 7(2), 86–91. <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v7i2.212>
- Nilsen H.R. (2019) The hierarchy of resource use for a sustainable circular economy. *International Journal of Social Economics*, 47(1), 27–40. <https://doi.org/10.1108/IJSE-02-2019-0103>
- Nosratabadi S., Mosavi A., Shamshirband S., Kazimieras-Zavadskas E., Rakotonirainy A., Chau K.W. (2019) Sustainable Business Models: A Review. *Sustainability*, 11(6), 1663. <https://doi.org/10.3390/su11061663>
- Novara A., Sampino S., Paternò F., Keesstra S. (2022) Climate Smart Regenerative Agriculture to Produce Sustainable Beauty Products: The Case Study of Snail Secretion Filtrate (LX360®). *Sustainability*, 14(4), 14042367. <https://doi.org/10.3390/su14042367>

- Nußholz J. (2017) Circular Business Models: Defining a Concept and Framing an Emerging Research Field. *Sustainability*, 9(10), 1810. <https://doi.org/10.3390/su9101810>
- Osterwalder A., Pigneur Y. (2010) *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Parte L., Alberca P. (2023) Circular Economy and Business Models: Managing Efficiency in Waste Recycling Firms. *Business & Society*, 63(6), 1426–1461. <https://doi.org/10.1177/00076503231205798>
- Pegorin M.C., Caldeira-Pires A., Faria E. (2024) Interactions between a circular city and other sustainable urban typologies: A review. *Discover Sustainability*, 5(1), 14. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00184-8>
- Pires A., Martinho G. (2019) Waste hierarchy index for circular economy in waste management. *Waste Management*, 95, 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>
- Pollard J., Osmani M., Cole C., Grubnic S., Colwill J. (2021) A circular economy business model innovation process for the electrical and electronic equipment sector. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127211. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127211>
- Potting J., Hekkert M., Worrell E., Hanemaaijer A. (2017) *Circular Economy: Measuring Innovation in The Product Chain*, The Hague: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Rashid A., Asif F.M.A., Krajnik P., Nicolescu C.M. (2013) Resource Conservative Manufacturing: an essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 57, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.012>
- Rossi E., Bertassini A.C., Ferreira C., Neves do Amaral W.A., Ometto A.R. (2020) Circular economy indicators for organisations considering sustainability and business models: Plastic, textile and electro-electronic cases. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119137. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119137>
- Rukundo R., Bergeron S., Bocoum I., Pelletier N., Doyon M. (2021) A Methodological Approach to Designing Circular Economy Indicators for Agriculture: An Application to the Egg Sector. *Sustainability*, 13(15), 8656. <https://doi.org/10.3390/su13158656>
- Saleh R., Ost C. (2023) Innovative business model for adaptive reuse of cultural heritage in a circular economy perspective. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 48(1), 39. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2023.10053086>
- Schneider S., Spieth P. (2013) Business Model Innovation: Towards An Integrated Future Research Agenda. *International Journal of Innovation Management*, 17(1), 1340001. <https://doi.org/10.1142/S136391961340001X>
- Schulte U.G. (2013) New business models for a radical change in resource efficiency. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 9, 43–47. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2013.09.006>
- Schwager P., Moser F. (2006) The Application of Chemical Leasing Business Models in Mexico. *Environmental Science and Pollution Research – International*, 13(2), 131–137. <https://doi.org/10.1065/espr2006.02.294>
- Souza G.C. (2019) Remanufacturing Business Models. In: *Remanufacturing in the Circular Economy* (ed. N. Nasr), New York: Wiley, pp. 61–84. <https://doi.org/10.1002/9781119664383.ch3>
- Stahel W.R. (2010) *The Performance Economy*, London: Palgrave Macmillan.
- Stubbs W., Cocklin C. (2008) Conceptualising a ‘Sustainability Business Model. *Organization & Environment*, 21(2), 103–127. <https://doi.org/10.1177/1086026608318042>
- Uvarova I., Atstaja D., Grinbergs U., Petersons J., Gegere-Zetterstroma A., Kraze S. (2020) Transition to the circular economy and new circular business models — An in-depth study of the whey recycling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 578(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/578/1/012019>
- Valencia M., Bocken N., Loaiza C., De Jaeger S. (2023) The social contribution of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 408, 137082. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137082>
- Van Ewijk S., Stegemann J.A. (2016) Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. *Journal of Cleaner Production*, 132, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.051>
- Villalba-Eguiluz U., Sahakian M., González-Jamett C., Etxezarreta E. (2023) Social and solidarity economy insights for the circular economy: Limited-profit and sufficiency. *Journal of Cleaner Production*, 418, 138050. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138050>
- Wadod M.M., Mohammed F.G. (2023) Review on Drone application methodologies in agriculture precision. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1202(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1202/1/012001>
- Wirtz B.W., Pistoia A., Ullrich S., Göttel V. (2016) Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives. *Long Range Planning*, 49(1), 36–54. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2015.04.001>
- WEF (2014) *Towards the Circular: Accelerating the Scale-up across Global Supply Chains*, Geneva: World Economic Forum.
- Yadav S.K., Kauldhar B.S., Sandhu P.P., Thakur K., Sucheta T., Sharma R. (2020) Retrospect and prospects of secondary agriculture and bioprocessing. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 29(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13562-020-00550-3>
- Zhang M., Qin J., Tan H., Mao H., Tu X., Jian J. (2023) Education level of farmers, market-oriented reforms, and the utilisation efficiency of agricultural water resources in China. *Economic Change and Restructuring*, 56(6), 3927–3947. <https://doi.org/10.1007/s10644-022-09474-5>
- Zucchella A., Previtali P. (2019) Circular business models for sustainable development: A ‘waste is food’ restorative ecosystem. *Business Strategy and the Environment*, 28(2), 274–285. <https://doi.org/10.1002/bse.2216>