

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 338.439.6

doi: 10.46845/2073-3364-2024-0-4-114-130

Цифровые технологии производства соевой продукции с улучшенными качественными характеристиками

Александр Владимирович Шендерюк-Жидков¹

Леонид Иванович Сергеев²

¹ Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, Москва, Россия

² ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "КГТУ", Калининград, Россия

¹ av@sh-zh.ru

² doc_sergeevli@mail.ru

Аннотация. Обобщаются результаты научных исследований ученых по развитию цифровых технологий в пищевой и перерабатывающей промышленности. Отмечено, что цифровыми лидерами в АПК стали предприятия масложирового, мясоперерабатывающего и молочного комплексов. Проанализирована хронология внедрения новых технологий на ООО УК "Содружество", количество внесенных существенных улучшений в технологические процессы производства продукции на производственно-логистическом комплексе. Предложен и обобщен технологический цикл получения готовой продукции на производственно-логистическом комплексе УК "Содружество". Выявлено преимущество данного цикла – извлечение из соевого шрота углеводов и увеличение содержания белка в конечном продукте до 60-67 %. Рассмотрено использование блока компьютерного управления (PLC-SKADA) в производстве и системы автоматизированного онлайн-контроля качества соевого шрота.

Ключевые слова: цифровая технология, соевое масло, семена сои, рафинация, лецитин, контроль качества, компьютерное управление

Для цитирования: Шендерюк-Жидков А. В., Сергеев Л. И. Цифровые технологии производства соевой продукции с улучшенными качественными характеристиками // Балтийский экономический журнал. 2024. Вып. 4(48). С. 114-130. <https://doi.org/10.46845/2073-3364-2024-0-4-114-130>

Original article

Innovative technologies for the production of soy products with improved quality characteristics

Alexander V. Shenderyuk-Zhidkov¹

Leonid I. Sergeev²

¹ Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation, Moscow, Russia

² FGBOU VO "KSTU", Kaliningrad, Russia

¹av@sh-zh.ru

²doc_sergeevli@mail.ru

Abstract. The results of scientific research by scientists on the development of digital technologies in the food and processing industry are summarized. It was noted that the enterprises of fat-and-oil, meat processing and dairy complexes have become digital leaders in the agro-industrial complex. The chronology of the introduction of new digital technologies at LLC UK Sodruzhestvo, the number of significant improvements made to the technological processes of production at the production and logistics complex is analyzed. The digital technological cycle of obtaining finished products at the production and logistics complex of the Management Company "Sodruzhestvo" is proposed and generalized. The advantage of this cycle has been revealed - the extraction of carbohydrates from soy meal and an increase in the protein content in the final product to 60-67 %. The use of the proposed digital computer control unit (PLC- SKADA) in production and an automated online quality control system for soybean meal are considered. It is proved that the use of a digital computer control unit (PLC- SKADA) leads to an increase in the concentration of crude protein in the SBC with an increase in the residence time of the material in the extractor from a nominal 2.0–2.5 hours to 3.0–3.5 hours with reduced productivity.

Keywords: Digital technology, soybean oil, soybean seeds, refining, lecithin, quality control, computer control

For citation: Shenderyuk-Zhidkov A. V., Sergeev L. I. Innovative technologies for the production of soy products with improved quality characteristics // Baltic Economic Journal. 2024;4(48):114-130. (In Russ.). <https://doi.org/10.46845/2073-3364-2024-0-4-114-130>

Целью исследования является обобщение цифровых инновационных технологий производства и разработка предложений по развитию сетевых платформ в производстве продуктов переработки семян сои.

В текущей экономической ситуации преобразование производственных механизмов через цифровизацию играет ключевую роль в структурировании и управлении экономическими системами. Взгляд на использование цифровых технологий в агропромышленном комплексе (АПК) и секторе пищевой индустрии указывает на отсутствие адекватного внимания к расширению сетевых процессов и внедрению цифровых платформ. Компания "КРОК", специализирующаяся на

разработке программного обеспечения и предоставлении сервисных услуг, провела анализ, касающийся цифровизации в пищевой промышленности.

Исследование выявило, что в АПК ведущими в адаптации цифровых технологий являются предприятия масложировой, мясной и молочной индустрии. Соя, традиционно рассматриваемая как кормовая культура, теперь все чаще используется в производстве пищевых продуктов благодаря своим белковым составляющим. Это требует от производителей пересмотра технологических процессов, технического обновления производств и внедрения цифровых решений в производственные и деловые операции, а также привлечения инвестиций для финансирования этих инициатив.

Создание одного объекта с новыми или усовершенствованными цифровыми технологиями требует инвестиций в размере не менее 4 млрд. руб., при этом общий объем финансирования цифровых проектов превышает 800 млрд. руб. Сравнивая инвестиционные проекты за период с 2021 по 2024 год, наблюдаем рост инвестиций почти на 15 %, по сравнению с предыдущим трехлетним периодом. Для успешного развития компаний критически важно внедрение сетевых платформ. Тем не менее, многие предприятия сосредоточены на текущем решении возникающих проблем и часто ограничиваются привлечением небольших инвестиций в информационные технологии с коротким сроком окупаемости.

Согласно исследованиям, 60 % предприятий пищевой индустрии считают главной целью цифровизации минимизацию затрат на энергию и рабочую силу. Основные беспокойства бизнеса связаны с уменьшением рисков, вызванных отказами оборудования и средств связи, повышением эффективности производственных процессов и оптимизацией производства и логистики. Отчет "КРОК" подчеркивает, что предприятия мясоперерабатывающей, молочной и масложировой промышленности находятся в лидирующем положении в отношении использования цифровых платформ и могут быть названы цифровыми лидерами отрасли. Среди ведущих цифровых компаний России выделяются Черкизово, Эфко, Дамате, Данон, Амилко и другие.

Отечественные и зарубежные ученые, исходя из актуальности проблемы, уделяют необходимое внимание развитию цифровых технологий в пищевой и перерабатывающей промышленности. В исследованиях отечественных ученых Гербера Ю. Б., Балко С. В., Якушева А. А. [1] рассматриваются проблемы и задачи цифрового формата развития пищевой промышленности в современных экономических условиях. Анализируются состояние, пути реализации использования технологий роботизации сортировки сырья, промышленных роботов, дополненной реальности, машинного зрения, искусственного интеллекта, больших данных, умной упаковки, визуальных систем машинной оценки качества готовой продукции и других. В статье Ю. И. Афанасьева и А. Н. Шурпо [2] рассматриваются возможности цифровизации пищевых предприятий при обеспечении продовольственной безопасности России. Подчеркиваются особенности организации и управления в процессе производства и технологии

пищевых продуктов, подходы к постановке и решению задач автоматизации для повышения конкурентоспособности предприятий пищевой отрасли.

В обзоре Л. Ю. Коноваленко, Н. П. Мишурова, И. Г. Голубева, М. А. Никитиной, С. А. Бредихина [3] анализируются возможности цифровизации пищевых предприятий в целях обеспечения продовольственной безопасности России. Рассмотрены перспективные разработки в области цифровизации для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, в том числе информационные системы и технологии управления производством и финансово-хозяйственными процессами (MES и ERP), современные робототехнические устройства, аддитивные технологии (3D-печать). Показан опыт организации интегральной прослеживаемости производства пищевой продукции за рубежом. Даны предложения по использованию платформ цифровых технологий на предприятиях отечественной пищевой промышленности, что показывает тенденции и направления развития цифровизации производственных процессов.

Кроме переработки всей продукции сельского хозяйства и рыболовства с использованием цифровых платформ, ряд публикаций анализирует состояние дел и развитие процессов цифровизации на предприятиях пищевой отрасли при переработке сои, рапса, рыжика, льна и других культур. В статье А. Пыльнева, С. Кандыбовича, С. Давыдова [4] обобщается организация подготовки сырья при комплексной переработке семян с получением соевых белковых концентратов при использовании в кормах. Отмечается, что внедренные на предприятии цифровые технологические инновации и тщательный контроль качества сырья позволяют выпускать соевые белковые концентраты с содержанием сырого протеина не менее 65 % в пересчете на абсолютно сухое вещество, при использовании в качестве сырья тостированного соевого шрота.

Публикации Г. А. Кодировой, Г. В. Кубанковой, Е. А. Бычковой и А. В. Борисовой [5, 6] анализируют получение соевого белкового продукта с использованием метода бездымного копчения, а также инновационные технологии производства и перспективы применения белковых концентратов сои. С целью прогнозирования качества готового продукта предложено применение разработанной математической модели, которая позволила рассчитать количество и соотношение коптильного препарата, тем самым регулируя как единичные показатели качества готового продукта (вкус, запах, цвет), так и общее восприятие. Подчеркивается, что, по сравнению с другими странами, Россия в настоящее время отстает в количестве проведенных исследований о значении сои как заменителя белка, имеет гораздо меньше ассортимента белковой продукции, в том числе белковых концентратов. Это требует активизации проведения исследований, в том числе по цифровизации производства соевых продуктов.

В статьях П. Пугачева [7, 9] FARMET анализируется предлагаемый способ повышения эффективности и энергосбережения при переработке сои. Использование в технологии системы многоступенчатой рекуперации тепла позволяет добиться: экономии энергии на подогреве семян сои до 50 кВт на тонну; повышения производительности оборудования на 20–45 %; увеличения срока службы рабочих органов прессов и экстракторов в 2 раза, что является

существенной экономией средств на запчастях. Рассматриваются также экологические энергосберегающие технологии переработки соевых бобов от компании FARMET. Новые технологии, безусловно, требуют использования шифровых платформ в организации производства.

Результаты исследований по развитию технологий производства и переработки сельскохозяйственных культур обобщаются на научно-практических конференциях, форумах и съездах [8]. На данных мероприятиях обсуждаются многочисленные вопросы, проблемы и пути совершенствования технологических процессов производства сырья для пищевой промышленности и переработки сельскохозяйственной продукции.

Ряд статей, в частности, О. И. Викуловой [10, 11], посвящен рассмотрению современных подходов к переработке сои и производства соевого масла на перерабатывающих предприятиях АПК. Поднимаются вопросы совершенствования технологии производства соевого масла на новых платформах, что повышает качество и эффективность производства продукции. Определенный интерес вызывает статья О. К. Юнусова, Н. Б. Кадировой и З. Т. Содиковой [12], в которой рассматриваются вопросы исследования процессов рафинации соевого масла с точки зрения улучшения качественных характеристик продукта. Технические и технологические показатели и характеристики, показанные в статье, требуют, на наш взгляд, безусловного применения цифровых платформ, что существенно повысит качество всех процессов рафинирования соевого масла.

Глубокие исследования цифровой трансформации промышленных предприятий в условиях инновационной экономики представлены в монографии [13] под научной редакцией доктора экономических наук М. Я. Веселовского и кандидата экономических наук Н. С. Хорошавиной. В монографии рассмотрены различные аспекты проблемы цифровой трансформации промышленных предприятий в условиях инновационной экономики, решение которых будет способствовать достижению устойчивого развития промышленных отраслей (включая пищевую перерабатывающую) на основе установления коллаборационных связей на различных уровнях экономической системы.

Следует отметить статью С. А. Коробова, И. В. Пшеничникова, В. С. Епининой [14], где обобщены особенности цифровой трансформации системы управления промышленным предприятием в современных условиях развития экономики. В статье выявлены основные положения методического обоснования изменения производственной и организационной структур промышленного предприятия, предполагающего использование системы выделения структурных подразделений в отдельные центры финансовой и производственной ответственности. Доказана актуальность использования умных контрактов, позволяющих осуществлять саморегуляцию производственных и управленческих бизнес-процессов хозяйствующих субъектов. Обоснованы основные этапы цифровой трансформации деятельности промышленных предприятий, включающие в себя: идентификацию уровня цифровой зрелости предприятия; выявление и разработку инструментального аппарата реализации

цифровой трансформации предприятия; оценку эффективности преобразующих действий, направленных на цифровую трансформацию хозяйствующего субъекта.

Таким образом, исследования проблем дальнейшего развития технологий с использованием сетевых платформ имеют как теоретические исследовательские, так и прикладные практические результаты. Но развитие переработки маслосодержащих семян выдвигает требования дальнейшего обоснования и внедрения в практику новых сетевых форм технологических решений. Данные научно-прикладные решения можно рассмотреть на примере развития организационных производственных процессов ООО УК "Содружество".

В качестве ведущего актива организации ООО УК "Содружество" выступает инновационный производственно-логистический комплекс, занимающий лидирующие позиции на рынке агропромышленного комплекса России и Европы по объемам и качеству глубокой переработки семян масличных растений. Этот объект, начавший свою работу в 2007 году в Калининградской области, был создан с использованием передовых технологий для обеспечения производства высококачественной продукции из семян масличных культур. Изначальная цель проекта – обеспечение потребителей продукцией высшего качества, произведенной на основе последних технологических разработок в сфере переработки. Анализируя развитие технологических процессов на данном комплексе, была составлена таблица (таблица 1), отражающая этапы внедрения инноваций в обработке семян маслосодержащих культур.

Нами проанализирована хронология внедрения новых процессов технологий по переработке семян маслосодержащих культур на ПЛК, которая приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы внедрения инновационных технологий
на производственно-логистическом комплексе

Table 1 – Stages of implementation of innovative technologies in the production
and logistics complex

Период внедрения	Нововведения
2006	Введение технологии пневматической выгрузки сырья для предотвращения загрязнения. Технология выгрузки сырья из судов пневматическим способом с целью исключения попадания в него посторонних примесей
2007	Технология для получения высокопротеинового соевого шрота и внедрение уникальной технологии производства соевого шрота "белый лепесток"
	Технология производства пищевого соевого шрота "белый лепесток", внедренная впервые в стране
2008	Внедрение технологий супер-гидратации и отбелки-дезодорации соевого масла, а также оптической сортировки и перевалки тропических масел
	Технология отбелки-дезодорации соевого масла
	Технология оптической сортировки для линии пищевого соевого шрота, внедренная впервые в стране
	Технология перевалки тропических масел "море-склад-ж/д", внедренная впервые в стране
2009	Расширение технологических процессов, включая обработку рапса и модернизацию очистки соевых бобов
	Технология водной гидратации соевого масла
	Технология сушки и фасовки соевого лецитина
2010	Модернизация предварительной очистки соевых бобов на МЭП-1
2011	Усовершенствование процессов сушки и фасовки, внедрение технологий экспандирования и производства белковых концентратов, а также разработка системы online контроля качества
2012	Технология экспандирования соевого лепестка перед экстракцией
2013	Технология производства сверхвысокопротеинового соевого шрота
2014	Технология перколяционной экстракции и производства соевого белкового концентрата, внедренная впервые в стране
2015	Технология online контроля качества соевого шрота – установка поточных анализаторов, что позволило значительно увеличить эффективность работы по выпуску высококачественного соевого шрота за счет получения данных о качестве продукта в режиме реального времени
2018	Расширение функционала online контроля качества и внедрение технологии погружной экстракции углеводов, что позволило значительно увеличить эффективность работы по выпуску высококачественного рапсового шрота за счет получения данных о качестве продукта в режиме реального времени
2020	Технология погружной экстракции углеводов и производства соевого белкового концентрата, внедренная впервые в стране

Данный обзор демонстрирует последовательное внедрение современных технологий и усилия по модернизации производства, направленные на улучшение качества продукции и повышение эффективности процессов переработки семян маслосодержащих культур на производственно-логистическом комплексе ООО УК "Содружество".

Результаты таких доработок и их количество по годам внедрения указаны на рисунке 1.

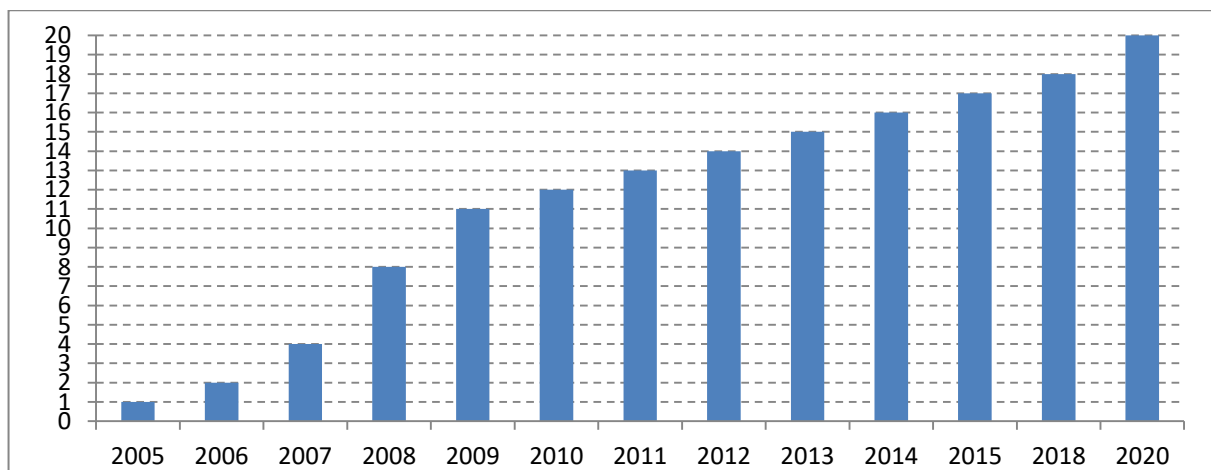


Рисунок 1 – Количество внесенных существенных улучшений в технологические процессы производства продукции на ПЛК

Figure 1 – The number of significant improvements made to the technological processes of production on the PLC

Важнейшим преимуществом внедренных на ПЛК инновационных технологий является их гибкость, что позволяет добиваться такого конкурентного преимущества, как номенклатура и ассортимент предлагаемой потребителям продукции. Благодаря этому компания более полно удовлетворяет меняющиеся в зависимости от ситуации требования потребителей на продукцию с разными наборами показателей качества. Гибкость технологического процесса, внедрение новых элементов программно-цифрового контроля за технологическими процессами позволяют на одном и том же оборудовании расширять номенклатуру перерабатываемой продукции. Совершенствование технологий позволило производить продукцию не только из сои, но также из рапса, рыжика, льна, иных видов сырья, что отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели переработки сырья на ПЛК по видам, тонн

Table 2 – Indicators of raw material processing at PLC by type, tons

Сырье	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/2021	Доля каждого вида перерабатываемого сырья, %
Соя	2 357 950	2 397 378	2 362 866	2 341 476	2 351 842	86,8
Рапс	269 667	268 873	362 940	384 317	399 102	12,2
Рыжик	42 521	35 164	22 778			0,7
Лен				30 125	33 402	0,3

Соевые семена, занимающие 86,6 % от всего объема перерабатываемого сырья, являются главным материалом для переработки. Из-за этого технология их переработки адаптирована под специфику соевых семян, но также может применяться и к другим видам сырья с незначительными модификациями параметров процесса. В процессе переработки соевых семян на производственной линии комплексной обработки (ПЛК) для получения конечной продукции выделяют несколько ключевых этапов:

– Начальная очистка семян происходит в специализированной очистительной башне и сушилке.

– Затем следует этап темперирования: семена просушивают до влажности 10,5 % и выдерживают от 48 до 72 часов в бункерах для уравнивания уровня влажности в объеме.

– Подготовка к экстрагированию включает в себя несколько процедур: фракционирование семян по качеству и их разделение на две линии: первая, или "кормовая", предназначена для создания кормового шрота с разным уровнем протеина и обрабатывает основную массу сырья, включая возвращенные на этапе фракционирования мелкие, поврежденные семена; вторая, или "пищевая", используется для производства пищевого шрота "белый лепесток" из наиболее крупных и качественных семян.

– Обрушивание и дробление соевых семян.

– Плющение – процесс, в результате которого из соевых семян получают белый лепесток для последующей экстракции.

– Подготовленный белый лепесток направляется на экстракцию в экстракторы кормовой и пищевой линий. В случае кормовой линии может проводиться дополнительная операция экспандирования.

– Экспандирование создает из белого лепестка легко экстрагируемые гранулы благодаря эффекту "микровзрыва", увеличивая объем и пористость лепестка.

– Экстракция масла с использованием растворителя (гексана) из соевого белого лепестка или гранул происходит в экстракторах экстракционного цеха. Экстракционный цех включает две линии:

– линия с устройством ДТДС (десольвентайзер–тостер) для получения кормового тостированного шрота использует технологию перколяционного противоточного экстрагирования. Тостирование предполагает тепловую обработку соевого шрота при контролируемой температуре и влажности, что сохраняет питательные качества и способствует разрушению антипитательных веществ;

– линия с системой флэш-отгонки (FDS) предназначена для получения пищевого белого лепестка, где используется принцип флэш-отгонки растворителя из проэкстрагированного материала, совмещенного с регулируемой системой стриппинг-отгонки растворителя.

Предложенный технологический процесс обеспечивает минимальное температурное воздействие на соевый белок и максимальное сохранение его пищевых свойств, а также возможность получения пищевого шрота с различным содержанием растворимого протеина, который аналитически определяется как коэффициент растворимости азота NSI или коэффициент диспергирования белка PDI. Применение контура позволяет направленно получать пищевой соевый шрот с заданным значением PDI выше 80, что отражено в таблице 3.

Таблица 3 – Получение белого лепестка с разным значением PDI

Table 3 – Obtaining a white petal with a different PDI value

Значение PDI	Давление в колонне	Тепловая обработка лепестка в колонне (t °C)
20–35 (марка 30)	Работа при давлении выше атмосферного (2 атм.) с пароконденсацией	до 125 °C
60–79 (марка 70)	Работа при атмосферном давлении с некоторой пароконденсацией	до 100-105 °C
80 и выше (марка 80)	Работа под вакуумом без увеличения влажности (т. е. без острого пара)	75-80 °C

Процесс интегральной очистки соевого масла охватывает комплекс операций, направленных на производство масла высочайшего качества, включая следующие этапы:

1. Рафинирование:

- процедура водной гидратации, предназначенная для извлечения гидратируемых фосфатидов путем создания водно-масляной эмульсии;
- кислотная гидратация, цель которой – удаление фосфатидов, не поддающихся гидратации, через взаимодействие с водным раствором лимонной или ортофосфорной кислоты;
- щелочная нейтрализация направлена на экстракцию свободных жирных кислот из масла.

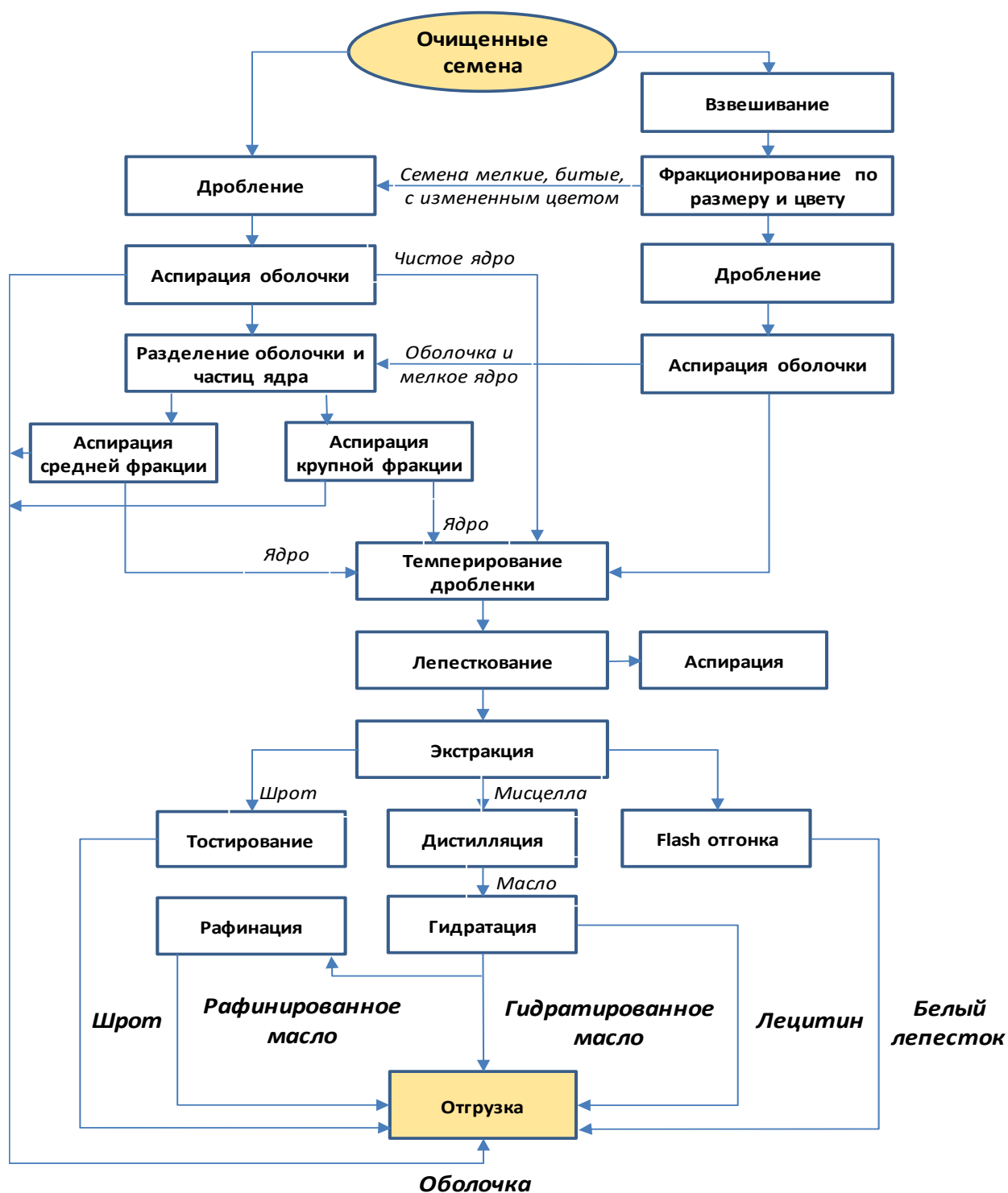
2. Отбеливание:

- этап включает полное устранение пигментов и нежелательных соединений, в том числе продуктов первичного и вторичного окисления, посредством смешивания масла с отбеливающей глиной или землей ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2$).

3. Дезодорация:

- процесс заключается в удалении из масла низкомолекулярных жирных кислот, альдегидов, кетонов и других летучих соединений, придающих неприятный запах и вкус. Параллельно с основными этапами очистки проводится извлечение лецитина из гидратируемых фосфатидов, полученных в ходе водной гидратации. Эти фосфатиды, представляющие собой смесь различных фракций, содержат 40-70 % влаги, 30-40 % фосфатидов и 15-20 % масла. Для предотвращения гидролитических, окислительных и микробиологических процессов влажную фосфатидную эмульсию направляют на сушку в вертикальном сушильном аппарате для дальнейшего получения лецитина. После сушки лецитин, имеющий текучую консистенцию, перекачивается насосом в трубчатый охладитель, где его температура снижается до 60 °C. Охлажденный лецитин затем переходит на этап временного хранения, после чего производится его фасовка в металлические или полимерные контейнеры для последующей реализации.

Таким образом, описанный технологический цикл обеспечивает получение высококачественной продукции на производственной линии комплексной очистки (рисунок 2).



В процессе непрерывного смешивания сырья с денатурированным спиртом, который производится путем добавления гексана к этиловому спирту, достигается выделение углеводов из соевого шрота. Это обеспечивает получение продукта с высоким процентом белка. Способность этой смеси "извлекать" углеводы способствует формированию концентрата с белковым содержанием на уровне 60-67 %. Производственная мощность этого процесса позволяет производить до 500 тонн такого концентрата ежедневно.

В ответ на увеличение объемов переработки соевых семян, которые на данный момент составляют 250–300 тонн в сутки, были разработаны основы системы автоматизированного онлайн-мониторинга качества соевого шрота. Эта система стала ключевым элементом для улучшения эффективности управления и контроля качества в условиях расширения производства. Она направлена на предотвращение неконтролируемых изменений в характеристиках продукции, которые могут быть вызваны колебаниями в составе сырья или отклонениями в процессе производства.

Реализация этой системы позволила оптимизировать использование ресурсов и обеспечить постоянный контроль за содержанием белка и влажности в готовом продукте. Для осуществления онлайн-контроля качества шрота используются спектрофотометры на основе ближнего инфракрасного излучения. Эта технология обеспечивает высокую точность поддержания необходимых параметров содержания белка, влаги и летучих веществ в продукте. Результаты мониторинга, отраженные на графиках почасового суточного контроля, подтверждают эффективность системы в стабилизации качественных характеристик соевого шрота, что, в свою очередь, повышает качество производства соевого белкового концентрата и минимизирует колебания уровня сырого белка в процессе его производства.

При этом предложено использование блока компьютерного управления (PLC- SKADA), основными элементами которого стали:

- Клапан – регулятор подачи пара – управление подачей пара для поддержания необходимой влажности шрота.
- Управление дозированием оболочки для обеспечения необходимого содержания протеина – шлюзовый затвор – дозатор с регулируемой скоростью вращения.
- NIR – Датчик контроля качества шрота (влажность, протеин, масличность) – шнековый смеситель.

Таким образом, усовершенствование технологических процессов подготовки сырья на практике привело к ряду преимуществ: использование соевого шрота, полученного по схеме горячего обрушивания, при производстве СБК позволило увеличить в нем содержание сырого протеина на 0,2–0,4 %; применение экспандеров способствовало повышению производительности экстракционных установок при снижении масличности шрота и содержания олигосахаридов в СБК; внедрение системы онлайн-контроля обеспечило более высокую стабильность необходимого уровня сырого протеина, влаги и летучих веществ в соевом шроте.

Установлено также, что при переработке низкобелкового сырья в иммерсионном экстракторе можно увеличить продолжительность экстракции для достижения требуемой концентрации сырого протеина в СБК. Внедренные на предприятии технологические инновации и тщательный контроль качества сырья позволяют выпускать СБК с содержанием сырого протеина не менее 65 % (на абсолютно сухое вещество) при использовании в качестве сырья тостированного соевого шрота.

Доказано, что использование блока компьютерного управления (PLC-SKADA) приводит к возрастанию концентрации сырого протеина в СБК при увеличении времени пребывания материала в экстракторе с номинальных 2,0–2,5 ч до 3,0–3,5 ч при сниженной производительности. В результате практических проведенных работ были разработаны требования к характеристикам тостированного соевого шрота, минимально необходимым для достижения ключевых показателей качества СБК.

Рассмотренные положения показывают результат практического повышения эффективности переработки сои при внедрении новых технологий производства с использованием инновационных программных продуктов. Были рассмотрены непосредственные процедуры процесса производства соевого шрота и других компонентов продуктов выхода. Дальнейшее совершенствование производственно-хозяйственной деятельности требует цифровизации всего комплекса (всех циклов) организации управления – закупки сырья, производства готовой продукции, ее складирования и отгрузки, продажи и транспортировки. Все процедуры требуют создания единого комплекса взаимосвязанных цифровых платформ, которые позволят значительно повысить эффективность функционирования перерабатывающих предприятий как в отдельных направлениях деятельности, так и в целой системе производства и продажи сырья для пищевой промышленности.

Основные логистические положения схемы создания и функционирования единого цифрового контура организации и управления деятельностью всего производственно-логистического комплекса ООО УК "Содружество" представлены нами в работе [15]. Отдельные элементы цифровой системы уже созданы. Степень зрелости сетевых платформ в ООО УК "Содружество" довольно высока в производственной сфере, и требуется дальнейшая работа по созданию и введению в практическую деятельность информационно-коммуникационных технологий в других составляющих – хранение и дистрибуция, логистика, глобальная торговля и инфраструктура.

При этом продолжение работ над решением проблем дальнейшей цифровизации на предприятиях пищевой перерабатывающей промышленности целесообразно с учетом положений статьи В. В. Черепанова, Е. В. Попова [16], где предлагаются методические положения разработки концептуальных подходов к цифровой трансформации промышленного предприятия. Такие положения рекомендуют разрабатывать программы цифровизации (с учетом возможной при необходимости корректировки) и позволяют планировать этапы повышения цифровой зрелости бизнес-процессов.

Дальнейшее продолжение работ по цифровой трансформации пищевой промышленности требует подготовки методических положений разработки и использования цифрового паспорта, а также оценки цифровой зрелости предприятий. Эти мероприятия нацелены на развитие потенциала и стимулирование деятельности хозяйственных структур к внедрению цифровых технологий для повышения эффективности производственных процессов и роста производительности труда на предприятиях пищевой промышленности. Немаловажное значение имеет также государственная информационная система

промышленности (ГИСП), которая на цифровых платформах обеспечивает взаимодействие государства и промышленности.

Выводы

Использование информационно-коммуникационных технологий, цифровых платформ приводит к значительному повышению эффективности переработки семян масличных культур. Можно сказать, что АПК (включая переработку) пока отстает от других отраслей народного хозяйства по внедрению в систему управления технологическими процессами новых сетевых платформ и программных продуктов. Внедрение системы онлайн-контроля качества производства обеспечило более высокую стабильность необходимого уровня сырого протеина, влаги и летучих веществ в соевом шроте. При этом необходимо продолжение работ над решением проблем дальнейшей цифровизации технологий организации производства на предприятиях пищевой перерабатывающей промышленности.

Список источников

1. Гербер Ю. Б., Балко С. В., Якушев А. А. Цифровой формат развития пищевой промышленности в современных экономических условиях // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Том 12, № 5. С. 1613-1624.
2. Афанасьева Ю. И., Шурпо А. Н. Возможности цифровизации пищевых предприятий при обеспечении продовольственной безопасности России // Вестник Брянского гос. техн. ун-та. 2019. № 6 (79). С. 77-83.
3. Цифровая трансформация пищевой и перерабатывающей промышленности: аналит. обзор / Л. Ю. Коноваленко, Н. П. Мишуков, И. Г. Голубев, М. А. Никитина, С. А. Бредихин. Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2020. 80 с
4. Пыльнев А., Кандыбович С., Давыдов С. Подготовка сырья при комплексной переработке семян с получением соевых белковых концентратов для использования в кормах // Техника и технологии. Комбикорма. 2022. № 1. С. 28-32.
5. Кодирова Г. А., Кубанкова Г. В. Получение соевого белкового продукта с использованием метода бездымного копчения // Вестник Красноярского гос. аграр. ун-та. 2019. № 10. С. 160–167.
6. Бычкова Е. А., Борисова А. В. Белковые концентраты сои: технологии производства и перспективы применения // Ползуновский вестник. 2021. № 2. С. 88–94.
7. Пугачев П. FARMET: Способ повышения эффективности и энергосбережения при переработке сои // Техника и технологии. Комбикорма. 2020. № 4. С. 21-36.
8. Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур / Сб. науч. статей ФГБНУ ВНИИ сои по матер. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), посвящённой 105-летию со дня

рождения селекционера, заслуженного агронома РФ, ветерана труда Т. П. Рязанцевой. 5-6 сентября 2017 года. Благовещенск: ООО "Типография", 2017. 288 с

9. Пугачёв П. Реализуем потенциал прессования с экструзией. Экологические энергосберегающие технологии переработки соевых бобов от компании Farmet // Животноводство России. 2021. № 3. С. 3

10. Викулова О. И. Современные подходы к переработке сои. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://agrozernoholding.com/sovremennyyepodhody-k-pererabotke-soi/> (дата обращения: 16.03.2023)

11. Викулова О. И. Современные технологии производства соевого масла // Главный агроном. 2024. № 2.

12. Юнусов О. К., Кадилова Н. Б., Содикова З. Т. Исследование процесса рафинации соевого масла // Universum: технические науки: электрон. науч. журн. 2019. № 11 (68).

13. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики: монография / под науч. ред. докт. экон. наук М. Я. Веселовского, канд. экон. наук Н. С. Хорошавиной. Москва: Мир науки, 2021.

14. Коробов С. А., Пшеничников И. В., Епинина В. С. Особенности цифровой трансформации системы управления промышленным предприятием в современных условиях развития экономики // Вестник Волгоградского гос. ун-та. Экономика. 2021. Т. 23, № 1. С. 131–140.

15. Шендерюк–Жидков А. В., Сергеев Л. И. Обобщение основных положений состояния и развития организационного построения производственно-логистического комплекса ООО УК "Содружество" // Балтийский экономический журнал. 2024. № 2(46). С. 75-89.

16. Черепанов В. В., Попов Е. В. Концепция цифровой трансформации промышленного предприятия // Экономика и управление. 2022. Т. 28. № 10. С. 1021–1036.

References

1. Gerber Yu. B., Balko S. V., Yakushev A. A. Digital format of food industry development in modern economic conditions // Economics, Entrepreneurship and Law. 2022;12,5:1613-1624. (In Russ.).

2. Afanasyeva Yu. I., Shurpo A. N. Possibilities of digitalization of food enterprises while ensuring food security in Russia // Bulletin of the Bryansk State Technical University. 2019;6(79):77-83. (In Russ.).

3. Digital transformation of the food and processing industry: an analyte. Review / L. Yu. Konovalenko, N. P. Mishurov, I. G. Golubev, M. A. Nikitina, S. A. Bredikhin. Moscow: FSBI "Rosinformagrotech", 2020. 80 p. (In Russ.).

4. Pylnev A., Kandybovich S., Davydov S. Preparation of raw materials for the complex processing of seeds to obtain soy protein concentrates for use in feed //Engineering and technology. Compound feed. 2022;1:28-32. (In Russ.).

5. Kodirova G. A., Kubankova G. V. Obtaining soy protein product using the smokeless smoking method // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2019;10:160-167. (In Russ.).
6. Bychkova, E. A., Borisova, A. V. Soy protein concentrates: production technologies and application prospects // Polzunovskiy vestnik. 2021;2:88-94. (In Russ.).
7. Pugachev P. FARMET: A way to increase efficiency and energy savings in soybean processing. // Machinery and technologies. 2020;4:26-21. (In Russ.).
8. Modern technologies of production and processing of agricultural crops / Collection of scientific articles based on the materials of a scientific and practical conference (with international participation) dedicated to the 105th anniversary of the birth of breeder, Honored agronomist of the Russian Federation, veteran of labor T. P. Ryazantseva. September 5-6, 2017 // FGBNU Research Institute of SOY. Blagoveshchensk: OOO "Tipografiya", 2017. 288 p. (In Russ.).
9. Pugachev P. We realize the potential of pressing with extrusion. Ecological energy-saving technologies for processing soybeans from Farmet // Animal Husbandry of Russia. 2021;3:3. (In Russ.).
10. Vikulova O. I. Modern approaches to soybean processing – [Electronic resource]. – URL: <https://agrozernoholding.com/sovremennyyepodhody-k-pererabotke-soi/> (date of reference: 03/16/2023) (In Russ.).
11. Vikulova O. I. Modern technologies of soybean oil production // Chief Agronomist. 2024;2. (In Russ.).
12. Yunusov O. K., Kadirova N. B., Sodikova Z. T. Investigation of the refining process of soybean oil // Universum: technical sciences: electron. scientific journal. 2019;11(68). (In Russ.).
13. Digital transformation of industrial enterprises in an innovative economy. Monograph / Under the scientific editorship of Doctor of Economics M. Ya. Veselovsky, Candidate of Economics N. S. Khoroshavina. Moscow: World of Science, 2021. (In Russ.).
14. Korobov S. A., Pshenichnikov I. V., Epina V. S. Features of digital transformation of the industrial enterprise management system in modern conditions of economic development// Bulletin of the Volgograd State University. Economy. 2021;23,1:131-140. (In Russ.).
15. Shenderyuk-Zhidkov A. V., Sergeev L. I. Generalization of the main provisions of the state and development of the organizational structure of the production and logistics complex of LLC UK Sodruzhestvo // The Baltic Economic Journal. 2024;2(46):75-89. (In Russ.).
16. Cherepanov V. V., Popov E. V. The concept of digital transformation of an industrial enterprise // Economics and management. 2022;28,10:1021-1036. (In Russ.).

Информация об авторах

А. В. Шендерюк-Жидков – Сенатор Федерального Собрания Российской Федерации

Л. И. Сергеев – доктор экономических наук, профессор ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "КГТУ".

Information about the authors

A. V. Shenderyuk-Zhidkov – Senator of the Federal Assembly of the Russian Federation.

L. I. Sergeev – Doctor of Economics, Professor INOTECU of the Kaliningrad State Technical University

Статья поступила в редакцию 16.10.2024; одобрена после рецензирования 18.10.2024; принята к публикации 20.10.2024.

The article was submitted 16.10.2024; approved after reviewing 18.10.2024; accepted for publication 20.10.2024.