
ПРОМЫШЛЕННАЯ И АГРАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL ECOLOGY

УДК 338.3:[651.012:67.02](075.8)

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО МАКСИМАЛЬНОМУ ВОВЛЕЧЕНИЮ ОТХОДОВ КОНДИТЕРСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. А. УЛАЩИК¹⁾, В. М. МИСЮЧЕНКО¹⁾, А. Д. НИКИТИЧ¹⁾

¹⁾Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова,
Белорусский государственный университет,
ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

Отходами кондитерского производства в Республике Беларусь на данный момент являются яичная скорлупа, продукты питания (испорченные, загрязненные), содержащие вредные пищевые добавки. На основе статистических данных было установлено, что общее количество образованных отходов кондитерского производства и яичной скорлупы с 2015 по 2020 г. увеличилось на 86,6 %. Отходы кондитерских производств в нашей стране в настоящее время практически не перерабатываются и поступают на захоронение на полигон в составе коммунальных отходов, увеличивая загрязнение окружающей среды. Поэтому появилась экономически, технологически

Образец цитирования:

Улащик ЕА, Мисюченко ВМ, Никитич АД. Внедрение технологии по максимальному вовлечению отходов кондитерских производств в хозяйственный оборот Республики Беларусь. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2022;1:75–83.

<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2022-1-75-83>

For citation:

Ulashchik EA, Misiuchenka VM, Nikitich AD. Justification of technology for the maximum involvement of waste from confectionery productions in the economic turnover in the Republic of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2022;1:75–83. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2022-1-75-83>

Авторы:

Екатерина Александровна Улащик – аспирант кафедры экологического мониторинга и менеджмента.

Виктория Мечеславовна Мисюченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; доцент кафедры экологического мониторинга и менеджмента.

Anastasija Dmitrievna Nikitich – студентка кафедры экологического мониторинга и менеджмента.

Authors:

Ekaterina A. Ulashchik, graduate student at the department of environmental monitoring and management.

ulasikekaterina@gmail.com

Viktoriya M. Misiuchenko, PhD (agriculture) science, docent; associate professor at the department of environmental monitoring and management.

vi925@mail.ru

Anastasya D. Nikitich, student of faculty of environmental monitoring.

anastasianikitic@gmail.com

и экологически обоснованная необходимость в разработке рекомендаций по управлению отходами кондитерского производства.

На примере одного из крупнейших кондитерских предприятий Республики Беларусь было исследовано и обосновано применение технологического оборудования – установки барабанной сушилки с целью переработки отходов скорлупы яичной. Для получения качественного сырья (муки скорлупы яичной) основным параметром установок является возможность поддержания высоких температур. Эта характеристика послужила основным параметром выбора барабанной установки. Расчеты показали, что затраты на сбор и передачу отходов предприятиям-переработчикам значительно меньше, чем стоимость оборудования барабанной сушилки. Такие установки требуют дооборудования различными дорогостоящими комплектующими. Кроме того, были учтены расходы на подготовку площадки, на которой будет установлено оборудование, а также проводиться пуско-наладочные работы, регулярное санитарно-технические обслуживание, технические осмотры и ремонт установки.

Учитывая объемы образования данных отходов на предприятиях и в целом по республике, для нашего государства не целесообразно производить индивидуальную переработку этих отходов внутри производства. Рекомендуется передавать отходы скорлупы яичной на переработку сторонним специализированным предприятиям. Данное решение поможет сократить объемы передаваемых отходов скорлупы яичной на объекты захоронения, а также позволит предприятиям-переработчикам окупать установки по ее переработке за счет реализации полученной продукции.

Ключевые слова: отходы кондитерской промышленности; повторное использование; отходы скорлупы яичной; сушильная установка; яичная мука.

JUSTIFICATION OF TECHNOLOGY FOR THE MAXIMUM INVOLVEMENT OF WASTE FROM CONFECTIONERY PRODUCTION IN THE ECONOMIC TURNOVER IN THE REPUBLIC OF BELARUS

E. A. ULASHCHIK^a, V. M. MISIUCHENKA^a, A. D. NIKITICH^a

^aInternational Sakharov Environmental Institute, Belarusian State University,
23/I Daūhabrodskaja Street, Minsk 220070, Belarus

(Corresponding author: E. A. Ulashchik (ulasikekaterina@gmail.com)

Wastes of confectionery production in the Republic of Belarus at the moment are egg shells, spoiled, contaminated food, food containing harmful food additives. Based on the statistical data of the Republic of Belarus, it was found that the total amount of waste generated by the confectionery industry and eggshell from 2015 to 2020 increased by 86,6 %. These generated wastes of confectionery production in our country are currently practically not processed and are sent to a landfill as part of municipal waste, thus increasing environmental pollution. Therefore, there was an economically, technologically and environmentally justified need to develop recommendations for the management of confectionery waste.

On the example of one of the largest confectionery enterprises of the Republic of Belarus, the use of technological equipment was investigated and justified – a drum dryer for processing eggshell waste. To obtain high-quality raw materials (eggshell flour), the main parameter of the plants is the ability to maintain high temperatures. This characteristic served as the main parameter for choosing a drum set. Calculations have shown that the cost of collecting and transferring waste to processing enterprises is much less than the cost of drum dryer equipment alone. Also, such installations require additional equipment with various expensive components. In addition, the cost of preparing the site on which the equipment will be installed, commissioning and regular sanitary maintenance with regular technical inspections and repairs of the installation were taken into account.

Considering the volumes of generation of these wastes at enterprises and in the whole country, it is not advisable for the enterprises of our state to carry out individual processing of these wastes within production. It is recommended to transfer egg shell waste for processing to third-party specialized enterprises. This decision will help reduce the amount of eggshell waste transferred to landfill sites, and will also allow processors to pay for shell processing plants by selling the resulting products.

Keywords: confectionery waste; reuse; egg shell waste; drying plant; egg flour.

Введение

Пищевая промышленность – одна из важных отраслей промышленности Республики Беларусь, которая в 2020 г. занимала 25,9 % в общем объеме промышленного производства (рис. 1)¹. По белорусской классификации, к пищевой промышленности относятся такие виды экономической деятельности, как производство продуктов питания, напитков (алкогольных и безалкогольных) и табачных изделий².

¹Требования к обращению с отходами производства и потребления // Постановление Министерства Здравоохранения Республики Беларусь 30 декабря 2016 г. № 143 [Электронный ресурс]. URL: https://pravo.by/upload/docs/op/W21731725p_1486501200.pdf (дата обращения: 17.10.2021).

²Пищевая промышленность Белоруссии / Википедия (Wikipedia) [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пищевая_промышленность_Белоруссии (дата обращения: 17.10.2021).



Рис. 1. Структура объема промышленного производства в 2020 г., %

Fig. 1. Structure of industrial production in 2020, %

Кондитерская промышленность – одна из наиболее доходных и динамично развивающихся пищевых отраслей любого европейского государства. Белорусская кондитерская промышленность представлена 20 предприятиями: 8 из них входит в государственный концерн «Белгоспищепром», предприятиями и цехами коммунальной собственности, а также владельцами которых являются иностранные предприниматели.

Образование отходов производства в Беларуси, как и в других странах мира, является актуальной проблемой. В динамике образования отходов сохранилась характерная положительная тенденция по мере экономического развития, увеличивалась цифра накопленных отходов на предприятиях, которые практически не используются и наносят непоправимый ущерб нашей окружающей среде.

При производстве любых кондитерских изделий на большинстве стадий технологического процесса образуются отходы в виде остатков сырья, полуфабрикатов и готовых изделий (рис. 2).

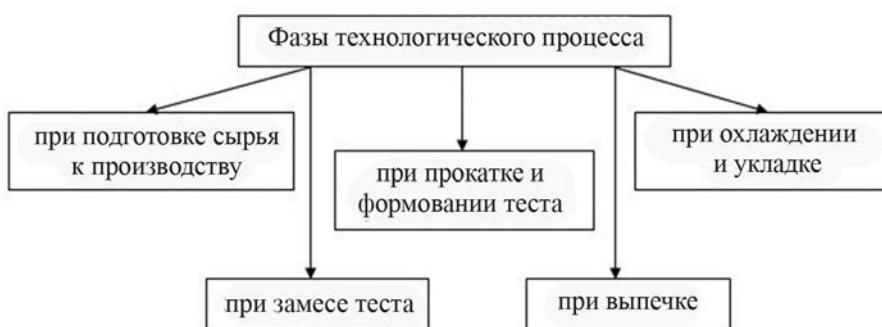


Рис. 2. Этапы технологического процесса кондитерского производства, на которых могут образовываться отходы

Fig. 2. Stages of the technological process of confectionery production at which waste can be generated

Они делятся на используемые и неиспользуемые отходы. Основным критерием для возможности повторного использования остатков сырья и продукции является соответствие санитарным нормам и характеристикам, а также гигиеническим требованиям по производству и переработке пищевой продукции Республики Беларусь [1]. Именно поэтому отходы могут быть повторно использованы только в том случае, если они являются санитарно доброкачественными.

Материалы и методы исследования

Для анализа образования и переработки отходов нами проанализированы статистические данные БелНИЦ «Экология» об обращении с просроченными и испорченными продуктами питания и скорлупой яичной за 2020 г.³

Для сокращения объемов отходов, направляющихся на захоронение, нами проведены исследования возможных технологий переработки отходов кондитерских производств в Республике Беларусь. Патентный поиск осуществлялся на базе Республиканской научно-технической библиотеки.

Кроме того, проведен литературный анализ исследований использования отходов скорлупы яичной, в ходе которого были определены основные направления ее переработки [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Градация использования просроченных и испорченных продуктов питания и отходов скорлупы яичной за 2020 г. имеет почти такой же вид, как и их образование (табл. 1).

Таблица 1

Анализ образования и движения кондитерских отходов в 2020 г., тыс. т

Table 1

Analysis of the formation and movement of confectionery waste in 2020, thousand tons

Название отхода	Всего образовалось отходов за год, тыс. т	Использовано, передано, реализовано отходов за год
Просроченные продукты питания	0,5	0,5
Продукты питания испорченные, загрязненные или немаркованные	33,1	33,2
Отходы скорлупы яичной	1,4	1,4

Общее количество образованных отходов с каждым годом увеличивается, сопровождаясь пропорциональным ростом объемов их использования. Таким образом, общее количество образованных отходов кондитерского производства и яичной скорлупы с 2015 по 2020 г. увеличилось на 86,6 %. Процент захоронения таких отходов составляет в среднем от 3–5 %.

Санитарно-доброточные отходы используются внутри производства путем возврата их на предыдущие стадии обработки или же они идут в другие сорта продукции.

1. Тесто, приготовленное с нарушением технологического режима или рецептуры (затянувшееся подсохшее, слишком жидкое или крутое и т. п.), используется в производстве путем частичного добавления к свежему приготовляемому тесту.

2. Получаемые в процессе производства ломаные и деформированные изделия, а также обрезки и крошки изделий предварительно измельчаются или разминаются, а затем добавляются в тестомесильную машину при замесе теста в количестве и сортах, предусмотренных рецептюрами. Крошки, лом и обрезки вафель размалываются в однородную массу с добавлением разогретого жира и используются при изготовлении вафельных начинок.

Неиспользуемые отходы – смет с пола, выбой из мешков, загрязненная крошка, полученная при зачистке трафаретов — являются санитарно-недоброточескими отходами и в производстве не используются. Они полностью передаются на соответствующие полигоны для захоронения.

Количество отходов, поступивших на захоронение, для анализа представлено в табл. 2.

Ссылаясь на данные вышеуказанных таблиц, можно проследить тенденцию увеличения использования кондитерских отходов от общего объема образования с соответственным уменьшением передачи их на объекты захоронения (рис. 3).

³Сведения об объемах образования, хранения, захоронения, обезвреживания и использования отходов производства по видам отходов, классам опасности, в том числе крупнотоннажных (галитовых отходов и глинисто-солевых шламов, фосфогипса), в разрезе административно-территориальных единиц // Республиканская научно-исследовательская унитарная организация «БелНИЦ «Экология». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ecoinfo.by/content/2399.html> (дата обращения: 17.10.2021).

Таблица 2

Объем отходов, поступивших на захоронение в 2015 и 2020 гг., тыс. т

Table 2

Waste volume received for disposal since 2015 and 2020, thousand tons

Название отхода	2015 г.	2017 г.	2019 г.	2020 г.
Просроченные продукты питания	0,439	0,574	0,281	0,000
Продукты питания испорченные, загрязненные	1,948	1,637	1,385	1,500
Отходы скорлупы яичной	0,000	0,092	0,005	0,100

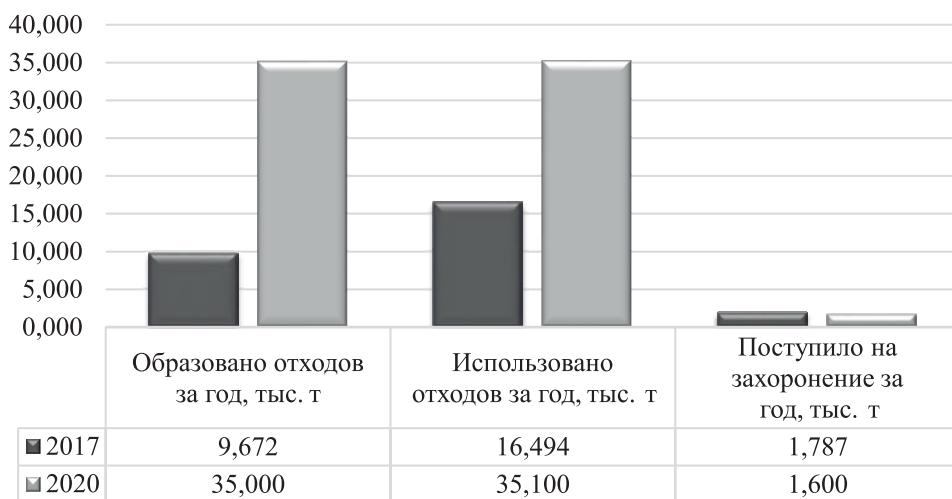


Рис. 3. Соотношение количества образования кондитерских отходов к количеству их использования и захоронения в целом по Беларуси за 2017 и 2020 гг., тыс. т

Fig. 3. The ratio of the amount of formation of confectionery waste to the amount of their use and disposal in Belarus as a whole for 2017 and 2020, thousand tons

Анализируя полученные данные, можно подвести общий итог, что по всем видам за рассматриваемый период количество использованных отходов возросло больше чем на 50 % от количества образовавшихся, а использование яичной скорлупы в 2020 г. достигло 100 % количества образовавшихся.

В отношении захоронения и хранения анализируемых отходов можно сделать следующие выводы: в целом за рассматриваемый период процент захоронения яичной скорлупы составляет до 1%.

Патентный поиск осуществлялся на базе Республиканской научно-технической библиотеки. В ходе работы было установлено, что переработка кондитерских изделий является узконаправленной и всегда сопряжена с переработкой иных отходов, а также кондитерские изделия не являются основным объектом переработки. Как правило, такая переработка не является крупномасштабной, а наиболее актуальные патенты принадлежат таким странам, как Китай и Корея.

Для разработки мероприятий по совершенствованию обращения с отходами кондитерских производств был проведен анализ международной патентной базы по использованию кондитерских отходов. Анализ свидетельствует, что наиболее перспективными изобретениями для переработки отходов кондитерской промышленности являются:

- сушилки пищевых отходов разных конструкций, позволяющие повторно использовать отходы для производства новой продукции;

- интегрированный метод компостирования органических отходов с возможностью получения побочного продукта переработки отходов – биогаз.

Переработанная яичная скорлупа может повторно использоваться в качестве биологически активной добавки при приеме пищи, в производстве зефирной массы, лечебных и профилактических целях за счет использования минерального комплекса яичной скорлупы в виде солей органических кислот, в качестве добавок в зубные пасты и порошки. Основное направление использования яичной скорлупы в настоящее время – добавки при производстве кормовых добавок и комбикорма.

Но для возможности повторного использования скорлупы ее моют, стерилизуют, сушат и измельчают. Причем измельчение проводят в два этапа. На первом этапе проводят грубый помол до размера частиц

2–4 мм с последующим отделением органической пленки при влажности 5–7 %, а на втором – размалывают массу до размера частиц 20–30 мкм и дополнительно подвергают ее сушке до содержания влаги 1–4 % с образованием мелкодисперсного порошка в виде муки. Допустимое содержание влаги полученного продукта не должно превышать более 4 %, остаток частиц с диаметром 3 мм не более 5 %. Для этого чаще всего используют барабанные сушильные установки (рис. 4).

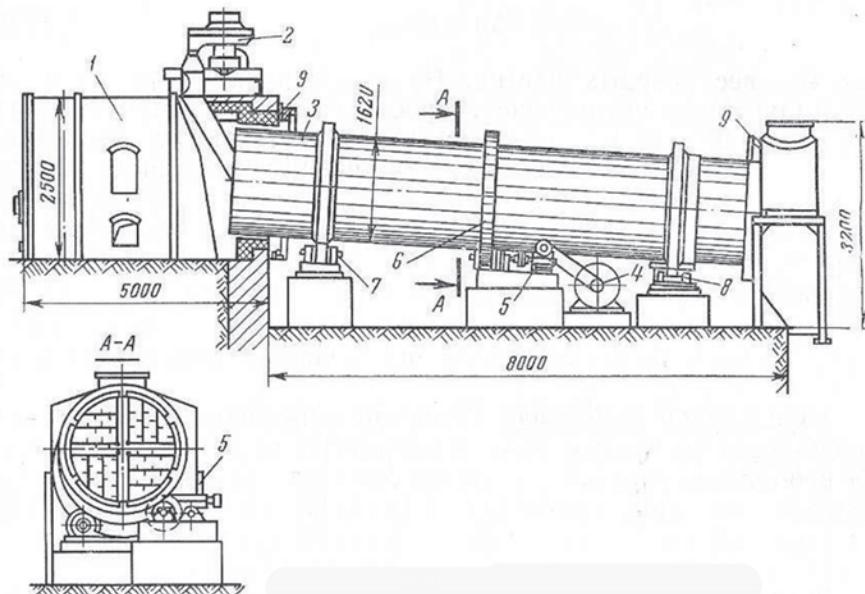


Рис. 4. Барабанная сушилка

Fig. 4. Drum dryer

Для возможности внедрения был произведен расчет эколого-экономической эффективности капитальных затрат на установку оборудования. Основой послужила методика расчета эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий [2].

Для примера возьмем типовую барабанную сушильную установку типа С-0,15, поскольку ее характеристики наиболее соответствуют необходимым вышеописанным критериям получаемого конечного сырья (яичный порошок, мука)⁴.

Стоимость оборудования составляет 15555 долл. США. В капитальные расходы входит: стоимость основного оборудования, строительные работы (затраты на строительство) и санитарно-технические работы (30 %), стоимость дополнительно обслуживаемых объектов (контейнеры).

Расчет капитальных затрат представлен в табл. 3.

Таблица 3

Расчет капитальных затрат на строительство сооружения

Table 3

Calculation of capital costs for the construction of the facility

Затраты	Объем строительных работ, м ²	Стоимость 1м ² строительства сооружения, бел. руб.	Общая стоимость строительства, бел. руб.
Строительные работы, затраты на строительство	10	400	4000
Санитарно-технические работы (30 %)	–	–	≈ 11899,6*
Стоимость оборудования	–	–	≈ 39665,25*
Контейнеры объемом 360 л	–	–	800
Всего капитальных затрат	–	–	56364,95

Примечание. Переведено по курсу \$ (США) на конец 2021 г., что составил 2,55 бел. руб.

⁴Барабанная сушилка для щепы, песка и сыпучих материалов – промышленный сушильный барабан / Ассоциация предприятий БМП [Электронный ресурс]. URL: <https://bmpa.ru/barabannaya-sushilka-dlya-shchepy-i-sypuchih-materialov> (дата обращения: 17.10.2021).

Определим ежемесячные нормы амортизационных отчислений:

1. Рассчитаем годовую норму амортизации:

$$100 \% / 10 \text{ лет} = 10 \%.$$

Следовательно, 10 % стоимости будет ежегодно уходить в счет погашения стоимости оборудования и за 10 лет она полностью будет списана.

2. Определим годовую сумму амортизационных отчислений:

$$39665,25 \cdot 10 \% = 3966,53 \text{ бел. руб.}$$

то есть ежегодно в счет амортизации будут списываться 3966,53 руб., что за 10 лет покроет всю сумму приобретения данного оборудования.

Текущие затраты – 12 236,89 руб. (текущий ремонт – 0,2 % стоимости оборудования – 79 руб., технологический уход – 0,2 % стоимости оборудования – 79 руб., амортизационные отчисления – 3966,53 руб., заработка рабочих – 5017,68 руб., затраты на электроэнергию – 3094,68).

Рассчитаем экономический результат по формуле:

$$P = H (\text{платёж предприятия за хранение отходов}) - \text{текущие затраты} + D (\text{доход})$$

Налоговая ставка за хранение 1 т неопасных отходов предприятием составляет 1,24 бел. руб.

Средний объем образованных отходов (тонн в год) за период 5 лет на примере нашего предприятия составил 4,36 т/г.

$$H_{\text{скорлупы}} = 4,36 \cdot 1,24 = 5,41 \text{ бел. руб.},$$

Масса скорлупы одного яйца составляет около 10 % от массы яйца и равна 5 г.

При этом при сушке и дроблении скорлупы теряется около 20 % объема массы. Поэтому из скорлупы одного яйца массой 5 г получается около 4 г яичного порошка.

Следовательно, объем полученного порошка из годового объема образования отходов скорлупы яичной составит:

$$V_{\text{год}} = 4,36 - 20 \% = 3,488 \text{ т/порошка.}$$

Цена за 1 кг яичного порошка составляет 5 б.р. Годовой доход от продажи яичного порошка составит:

$$D = 3488 \cdot 5 = 17440 \text{ бел. руб.}$$

$$P (\text{всего}) = 5,41 - 12 236,89 + 17440 = 5208,52 \text{ бел. руб.}$$

Экономическая эффективность рассчитаем по формуле Эк = P/капитальные затраты:

$$\text{Эк} = 5208,52 / 56364,95 = 0,092.$$

Простой срок окупаемости – величина, обратная экономической эффективности составляет:

$$T_p = 56364,95 / 5208,52 = 10,8 \text{ г.}$$

Согласно приведенным нами данным по текущим затратам предприятия, можно сказать, что установка барабанной сушилки типа С-0,15, как и других сушильных установок, которые могут обеспечить надлежащее качество переработанного сырья (муки скорлупы яичной), нерентабельна.

К сожалению, для получения качественного сырья (муки скорлупы яичной) основным параметром установок является возможность поддержания высоких температур с одновременным размалыванием массы до размера частиц 20–30 мкм, поскольку влажность получаемого сырья (яичная мука) не должна превышать более 4 %, остаток частиц с диаметром 3 мм не более 5 %. Такие возможности присущи не всем установкам, многие из которых зачастую требуют дооборудования различными дорогостоящими комплектующими. Но это только часть расходов. Необходимо также учитывать расходы на подготовку площадки, на которой будет установлено оборудование, пуско-наладочные работы и регулярное санитарно-технические обслуживание с проведением регулярных технических осмотров и ремонта установки. Необходимо учесть энергозатраты, оплату труда работников, проведения работ по контролю пожарной безопасности и т. д.

Исходя из вышеизложенного, принято решение произвести перерасчет затрат предприятия с учетом продажи отходов скорлупы яичной предприятиям-переработчикам, без установки данного оборудования на своем предприятии.

Основные затраты будут состоять из установки контейнеров для раздельного сбора отходов и на транспортировку к организациям-переработчикам.

Согласно прейскуранту, в среднем стоимость транспортных услуг за вывоз отходов с территории предприятия составляет около:

Скорлупа яичная – 100 руб., цена за 1 т (без НДС).

Находим расход денежных средств, необходимых для перевозки отходов образованных за год:

$$\text{Зпер. (скорлупа яичная)} = 4,36 \cdot 100 = 436 \text{ руб/год.}$$

На предприятии необходимо установить 5 отдельных контейнера для раздельного сбора, объемом 360 л и стоимостью 160 бел. руб. за один контейнер.

$$З_{конт} \cdot (\text{скорлупа яичная}) = 5 \cdot 160 = 800 \text{ руб}/\text{год}.$$

Закупочная цена предприятиями-пераработчиками за 1 кг отходов скорлупы составляет ≈ 1 бел. руб.
Годовой доход предприятия от продажи скорлупы составит:

$$Д_{пераработка} = 1 \cdot 4360 = 4360 \text{ бел. руб}/\text{год}.$$

Итоговые затраты предприятия при сборе и дальнейшей продаже отходов составят:

$$З = З_{конт} + З_{пераработка} = 800 + 436 = 1236 \text{ бел. руб}/\text{год}.$$

Доход предприятия от продажи скорлупы яичной предприятиям-пераработчикам с учетом сопутствующих расходов составит:

$$Д_{предпр} = 4360 - 1236 = 3124 \text{ бел. руб}/\text{год}.$$

Поскольку объемы образованных отходов скорлупы яичной на отдельно взятом предприятии малообъемны, то нет острой необходимости в ее переработке и повторном использовании. Данные отходы неопасные, тем самым не несут вреда окружающей среде или же здоровью человека, напротив, являясь полезным веществом, в подсобных хозяйствах используется в качестве удобрения.

При данном методе использования отходов предприятие потерпит минимальные затраты на сбор отходов, при этом получит регулярную прибыль от передачи отходов на переработку.

В Реестре объектов по использованию отходов Республики Беларусь прием и переработку отходов кондитерской промышленности от сторонних организаций осуществляют различные организации, располагающиеся в каждой области Республики Беларусь. Это позволяет предприятиям кондитерской промышленности по всей республике беспрепятственно передавать свои отходы для их последующей переработки⁵.

Кроме того, согласно статье № 3 Закона от 20.07.2007 № 271-З «Об обращении с отходами», при отсутствии у субъекта хозяйствования возможности использовать и (или) обезвреживать образующиеся у него отходы, он обязан передать (отчуждать) данные отходы другим субъектам хозяйствования, зарегистрированным в Реестре объектов по использованию отходов Республики Беларусь. И только при отсутствии действующих на территории РБ объектов по использованию, обезвреживанию и подготовке образованных отходов, субъекты хозяйствования могут подать в территориальный орган Минприроды заявление для выдачи разрешения на захоронение отходов производства⁶.

Заключение

При производстве любых кондитерских изделий образуются отходы в виде остатков сырья, полуфабрикатов и готовых изделий на большинстве стадий технологического процесса. Отходами кондитерского производства в Республике Беларусь на данный момент являются яичная скорлупа, продукты питания испорченные, загрязненные, содержащие вредные пищевые добавки. Образование отходов кондитерского производства и яичной скорлупы с 2015 по 2020 г. увеличилось на 86,6 %.

На основании литературного анализа определены направления использования яичной скорлупы как источника натурального кальция: в качестве биологически активной добавки при приеме пищи, в производстве зефирной массы, в лечебных и профилактических целях за счет использования минерального комплекса яичной скорлупы в виде солей органических кислот, в качестве добавок в зубные пасты и порошки. Основное направление использования яичной скорлупы в настоящее время – добавки при производстве кормовых добавок и комбикорма.

Анализ международной патентной базы по использованию кондитерских отходов свидетельствует, что наиболее перспективными изобретениями для переработки отходов кондитерской промышленности являются:

– сушилки пищевых отходов разных конструкций, позволяющие повторно использовать отходы для производства новой продукции;

– интегрированный метод компостирования органических отходов с возможностью получения побочного продукта переработки отходов – биогаз.

В связи с этим было исследовано и обосновано на примере одного из кондитерских предприятий Республики Беларусь применение технологического оборудования – установки барабанной сушилки для переработки отходов скорлупы яичной. Основным параметром для нее является поддержание высоких

⁵Реестры объектов по использованию, обезвреживанию, захоронению и хранению отходов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ecoinfo.by/content/2422.html> (дата обращения: 17.10.2021).

⁶Закон Республики Беларусь от 20.07.2007 N 271-З (ред. от 13.07.2016) «Об обращении с отходами» [Электронный ресурс]. URL: https://belzakon.net/Zakony/Zakon_RB_Ob_обращении_c_отходами/Статья_1 (дата обращения: 17.10.2021).

температур. Расчеты показали, что затраты на сбор и передачу отходов предприятиям-переработчикам значительно меньше, чем только стоимость оборудования барабанной сушилки. Поэтому дальнейшие расчеты эколого-экономической эффективности по установке и обслуживанию оборудования принято считать нецелесообразными на основании методики расчета эколого-экономической эффективности. На основании наших исследований рекомендуем передавать отходы скорлупы яичной на переработку сторонним специализированным предприятиям.

Данное решение поможет сократить объемы передаваемых отходов скорлупы яичной на объекты захоронения, а также позволит предприятиям-переработчикам окупать установки по ее переработке за счет реализации полученной продукции как различным организациям по использованию муки скорлупы яичной, так и физическим лицам в качестве минерального удобрения.

Библиографические ссылки

1. Никитич АД, Улащик ЕА. *Направления переработки отходов кондитерских производств в Республике Беларусь. В: Экологическая безопасность 1991–2021. Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной юбилейной дате образования РУП «БелНИЦ «Экология»*. Минск: [б. и.]; 2021. с. 134–137.
2. Неверов АВ, Водопьянова ТП. *Экономика природопользования*. Минск: БГТУ; 2019. 116 с.

References

1. Nikitich AD, Ulashchik EA. *Napravleniya pererabotki otkhodov konditerskikh proizvodstv v Respublike Belarus* [Directions of waste processing of confectionery production in the Republic of Belarus]. In: Ecological safety 1991–2021. Materials of the correspondence scientific and practical conference dedicated to the anniversary date of the formation of RUE «BelNITS "Ecology"» / RUE «BelNITS "Ecology"». Minsk: [publisher unknown]; 2021. p. 134–137. Russian.
2. Neverov AV, Vodopyanova TP. *Ekonomika prirodopolzovaniya* [Economics of nature management]. Minsk: BSTU; 2019. 116 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 02.02.2022.
Received by editorial board 02.02.2022.