

УДК 663.48

Поступила в редакцию 11.02.2024
Received 11.02.2024**В. В. Соловьев¹, А. И. Козинец², Ю. С. Шустикова¹**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*²*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь***СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ
СОЛОДОВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Аннотация. Проблема переработки образующихся в процессе производства отходов стоит очень остро как в Республике Беларусь, так и в мире. Одно из основных направлений обеспечения экологически безопасного и устойчивого развития агропромышленного комплекса страны — расширение использования вторичных ресурсов и утилизация отходов промышленности по переработке растительного сырья, внедрение малоотходных и безотходных технологий. Применяемые ныне технологии перерабатывающей промышленности в большинстве своем многоотходны. Организация безотходных производств переработки сельскохозяйственного сырья дает возможность получить ряд сопутствующей продукции. Солодовый производственный процесс сопровождается образованием значительных объемов отходов, которые могут стать серьезной проблемой для солодовенных предприятий, требуя дополнительных затрат на их утилизацию.

В донной статье приведены данные по анализу технологии производства солода пивоваренного ячменного, применяемой в ОАО «Белсолод», установлены этапы образования и номенклатура отходов солодовенного производства. Представлены результаты исследования отходов солодовенного производства по физико-химическим показателям и содержанию макро- и микроэлементов. В результате проведенного исследования на содержание основных питательных и биологически активных веществ установлена градация отходов солодовенного производства от наиболее ценных к наименее ценным по питательности. На основании полученных данных установлено, что они являются перспективным сырьем для включения в продукты кормового назначения за счет высокого содержания протеина, составляющего для ростков солодовых 31,7 %, для остальных видов исследуемых отходов — около 10,0 %, а также за счет высокого содержания макро- и микроэлементов. Предложено перспективное направление их комплексной переработки с получением инновационного продукта кормового назначения.

Ключевые слова: солодовенное производство, ростки солодовые, смесь зерновая солодовенного производства, отходы от полировки, пыль зерновая, побочные продукты солодовенного производства, продукт кормовой гранулированный, кормовая ценность.

V. V. Solovyov¹, A. I. Kozinets², Yu. S. Shustikova¹¹*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*²*RUE “Scientific and Practical Center for Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus***MODERN APPROACHES TO PROCESSING WASTE OF MALTING
PRODUCTION**

Abstract. The problem of processing waste generated during the production process, both in the Republic of Belarus and in the world, is very acute. One of the main directions for ensuring environmentally safe and sustainable development of the country’s agro-industrial complex is the expansion of the use of secondary resources and recycling of industrial waste from the processing of

plant raw materials, the introduction of low-waste and non-waste technologies. The processing industry technologies currently used are mostly wasteful. The organization of waste-free production facilities for processing agricultural raw materials makes it possible to obtain a number of related products. The malt production process is accompanied by the generation of significant volumes of waste, which can become a serious problem for malting enterprises, requiring additional costs for their disposal.

This article presents data on the analysis of the technology for the production of brewing barley malt used at JSC Belsolod, the stages of formation and the nomenclature of malting waste are established. The results of a study of malt production waste according to physical and chemical indicators and the content of macro- and microelements are presented. As a result of the study conducted on the content of basic nutrients and biologically active substances, a gradation of malt production waste from the most valuable to the least valuable in nutritional value was established. Based on the data obtained, it was established that they are promising raw materials for inclusion in feed products due to their high protein content, which is 31.7% for malt sprouts, about 10.0% for other types of waste under study, and also due to their high content macro- and microelements. A promising direction for their complex processing to obtain an innovative feed product has been proposed.

Key words: malting production, malt sprouts, malting grain mixture, polishing waste, grain dust, malting production by-products, granulated feed product, feed value.

Введение. Проблема переработки образующихся в процессе производства отходов, как в Республике Беларусь, так и в мире, стоит очень остро. Одно из основных направлений обеспечения экологически безопасного и устойчивого развития агропромышленного комплекса страны — расширение использования вторичных ресурсов и утилизация отходов промышленности по переработке растительного сырья, внедрение малоотходных и безотходных технологий. Применяемые ныне технологии перерабатывающей промышленности в большинстве своем многоотходны. Организация безотходных производств переработки сельскохозяйственного сырья дает возможность получить ряд сопутствующей продукции.

Наряду с экономическим аспектом — расширением ресурсного потенциала сырья — использование отходов имеет экологический аспект, т.к. в результате неиспользования отходов и неконтролируемого выброса их в окружающую среду увеличивается антропогенная нагрузка на природную среду. Поэтому весьма актуальны исследования, направленные на разработку и совершенствование технологий новых продуктов на основе экологизации и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья.

Солодовый производственный процесс сопровождается образованием значительных объемов отходов, которые могут стать серьезной проблемой для солодовенных предприятий. Так, Ветрова О.Н. в своих исследованиях отмечает, что производство 100,0 тонн солода может сопровождаться образованием до 14 тонн отходов, которые требуют дополнительных затрат на их утилизацию, что может негативно сказаться на финансовом состоянии предприятия [1].

Существует ряд исследований, посвященных экономической эффективности различных способов переработки отходов солодовенного производства. Например, Орлова А.И. приводит данные по использованию солодовенных отходов для производства биогаза и расчет экономической эффективности для предприятия [2]. В других исследованиях было показано, что использование отходов солодовенного производства для производства кормовых добавок может быть экономически эффективным в зависимости от рыночной цены на кормовые добавки [3, 4].

Рядом авторов рассмотрены возможности использования отходов солодовенного производства в пищевой промышленности, а также проблемы, связанные с их переработкой. Описаны существующие способы переработки, включая сушку и гранулирование, производство белковых и дрожжевых продуктов, получение энзимов и других биологически активных веществ. Также предложены новые направления использования отходов солодовенного производства, включая производство функциональных продуктов питания, кормов и биотоплива [4, 5, 6].

Проведенный патентный поиск позволил проанализировать существующие способы получения кормовых добавок с использованием отходов пивоваренного производства. Среди наиболее интересных разработок внимания заслуживает способ получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных [7], основанный на перемешивании и стерилизации

компонентов питательной среды, содержащей пивную дробину, муку солодовых ростков, муку зерноотходов ячменя, молочную сыворотку, лимонную кислоту, воду и минеральные добавки в виде мела, едкого калия, аммония сернокислого, магния сернокислого, натрия сернокислого. В полученную питательную среду добавляются пивные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* в количестве 500–600 тыс. микробных клеток, лактобактерии *Lactobacillus fermentum* в количестве 1 млрд. клеток, молочную сыворотку — 1,0 литр и воду до 10 литров общего объема. Затем полученная смесь культивируется при температуре 28–30 °С и рН 5,6–6,2 в течение 20–22 часов, фильтруется в течение 5–6 часов и высушивают до содержания влаги 10–12 %. Приведенная технология позволяет повысить питательную ценность кормовой добавки, что способствует повышению интенсивности прироста массы сельскохозяйственных животных. Отмечено, что производство кормов на основе пивной дробины способствует стимуляции роста и увеличению массы тела сельскохозяйственных животных.

Коллективом авторов в составе А. А. Чекрыгин, О. Я. Евтушенко, А. П. Ниниченко предложен способ получения кормов, изготовленных из отходов пивоваренного производства [8]. Целью изобретения является повышение питательных качеств основного компонента — дробины, улучшение экологии производства и окружающей среды. Предлагаемый корм включает пивную дробину, солодовые ростки, сплав, зерновые отходы, а новым признаком являются отработанные пивные дрожжи, при следующем соотношении масс: пивная дробина 1000 кг, солодовые ростки 10 кг, сплав 2,6 кг, зерновые отходы 10 кг, отработанные пивные дрожжи 46 кг. Предлагаемый способ приготовления корма для сельскохозяйственных животных включает сбор пивной дробины, солодовых ростков, сплава, зерновых отходов, отработанных пивных дрожжей, их смешивание и сушку.

Интерес представляет способ получения гранулированного кормового продукта, включающий смешивание измельченного исходного сырья с азотистым веществом и связующим [9]. В качестве азотистого вещества используют 12 %-ный водный раствор угле-аммонийной соли, доводят при смешивании влажность до 20–25 %, а в качестве связующего вещества используют лигно-сульфонат в количестве 5–7 % от массы полученной смеси. Процесс осуществляется при давлении 5–10 МПа и температуре матриц 120–140 °С в течение 3–5 мин. В результате осуществления предлагаемого способа получают кормовые гранулы со следующими показателями качества: плотность гранул 1,190 г/см³, крошимость гранул 2,0 %, перевариваемость 29,4 %, содержание общего азота 3,02 %, содержание сырого протеина 18,9 %. Предложенная технология изготовления кормового продукта позволяет повысить его питательную ценность и усвояемость.

Отдельную группу составляют изобретения, описывающие производство добавки для комбикормов или кормовой муки для кормления сельскохозяйственных и непродуктивных животных с использованием солодовых ростков. В состав кормовой муки входят также ферментный препарат, обладающий целлюлолитической активностью 0,5–2 % и ферментный препарат, обладающий протеолитической активностью 0,5–2 %, что позволяет повысить содержание и биодоступность водорастворимых веществ, содержащихся в солодовых ростках, и обеспечить более полное усвоение корма и увеличение привеса [10].

В целом, можно отметить, что подходы комплексной переработки отходов солодовенного производства в предлагаемом варианте на сегодняшний день в Республике Беларусь не реализованы.

В настоящее время ОАО «Белсолод» является крупнейшим производителем пивоваренного солода в Республике Беларусь. С момента ввода завода в эксплуатацию в 1989 он занимает уже более 30 лет прочные позиции на рынке солода, обеспечивая потребности белорусских и зарубежных пивоваров в высококачественном сырье [11].

Технология производства солода пивоваренного включает следующие основные технологические этапы: подготовка сырья и вспомогательных материалов (приемка, очистка, хранение), лабораторное микросоложение, замачивание и проращивание ячменя, сушка свежепророщенного солода, удаление ростков, полировка солода, транспортирование и хранение готового продукта.

Отходы солодовенного производства образуются в процессах очистки, сортировки и замочки ячменя, а также при полировке солода и удалении ростков. В процессе производства солода в ОАО «Белсолод» образуются: ростки солодовые, отходы от полировки солода, отходы аспирационные, сплав зерновой, ячмень мелкий, смесь зерновая. Они являются деше-

вой и широко распространенной кормовой добавкой в хозяйствах, расположенных вблизи заводов, а использование их дает возможность в определенной степени восполнить дефицит кормового протеина в рационах откармливаемого скота и значительно снизить затраты на единицу продукции.

По состоянию на 01 января 2023 года производственная мощность ОАО «Белсолгод» составила 131,9 тыс. тонн пивоваренного солода в год. За 2022 предприятием произведено 127,3 тыс. тонн солода пивоваренного ячменного светлого, 2,59 тыс. тонн солода пивоваренного ячменного карамельного и жженого, 2,01 тыс. тонн солода пивоваренного пшеничного. Часть отходов, образующихся при сортировке зерна (ячмень мелкий), ОАО «Белсолгод» реализует как фуражный ячмень. Для остальных отходов предстоит дополнительно найти способы их использования. Кормовая ценность 1,0 кг данных отходов составляет 0,5 — 0,6 кормовых единиц. Наиболее ценными из них являются солодовые ростки. Они отделяются от солода во время сушки и при обработке его на очистительных и росткоотбойных машинах. Благодаря высокому содержанию питательных веществ, солодовые ростки могут служить высокопродуктивным кормом для сельскохозяйственных животных.

В целом отходы солодовенного производства — это важная составляющая часть сырьевой базы животноводства. Сегодня сложилась ситуация, когда объемы этих отходов можно сопоставить с объемами исходного сырья, что позволяет получать полноценные корма с минимальными затратами на их производство и решать проблемы экологии, которые возникают при их утилизации.

В связи с вышеизложенным, актуальным направлением является разработка эффективной технологии комплексной переработки отходов солодовенного производства. Применение такой технологии позволит предприятию снизить расходы на утилизацию отходов и получить дополнительные доходы за счет использования этих отходов в производстве.

Цель исследований — исследовать питательность и кормовую ценность отходов солодовенного производства и определить возможность их комплексного использования на кормовые цели.

Объект исследований. В качестве объекта исследований выступали отходы солодовенного производства: смесь зерновая солодовенного производства, отходы от полировки солода, ростки солодовые, отходы при хранении и подработке зерна, пыль зерновая, отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», в лабораториях Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, в ОАО «Белсолгод», в условиях опытно-экспериментальной научно-производственной лаборатории кормовых добавок и биопродуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Для выполнения аналитических исследований применяли общепринятые физико-химические методы анализа:

Массовую долю сырого протеина в пересчете на сухое вещество определяли титриметрическим методом по Кьельдалю согласно [12].

Массовую долю сырой золы в пересчете на сухое вещество определяли по [13].

Массовую долю сырого жира в сухом веществе определяли по [14].

Массовую долю сухих веществ определяли по [15].

Массовую долю сырой клетчатки в сухом веществе определяли методом, основанном на удалении из продукта кислотощелочерастворимых веществ и определении массы остатка, условно принимаемого за клетчатку, согласно [16].

Массовую долю крахмала в пересчете на сухое вещество определяли по [17].

Массовую долю содержания макро- и микроэлементов определяли методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой по [18].

Результаты исследований и их обсуждение. На основе анализа технологии производства солода пивоваренного ячменного, применяемой в ОАО «Белсолгод», установлены этапы образования отходов. В процессе производства солода на ОАО «Белсолгод» образуются следующие отходы: ростки солодовые, отходы от полировки солода, отходы аспирационные, слав зерновой, ячмень мелкий, смесь зерновая.

Технологическая схема производства солода пивоваренного ячменного и образования отходов на ОАО «Белсолод» представлена на рис. 1.

Исходя из технологической схемы отходы солодовенного производства образуются в процессах очистки, сортировки и замочки ячменя, а также при полировке солода и удалении ростков.

В табл. 1 приведено количество образовавшихся отходов за 2022 год в ОАО «Белсолод».

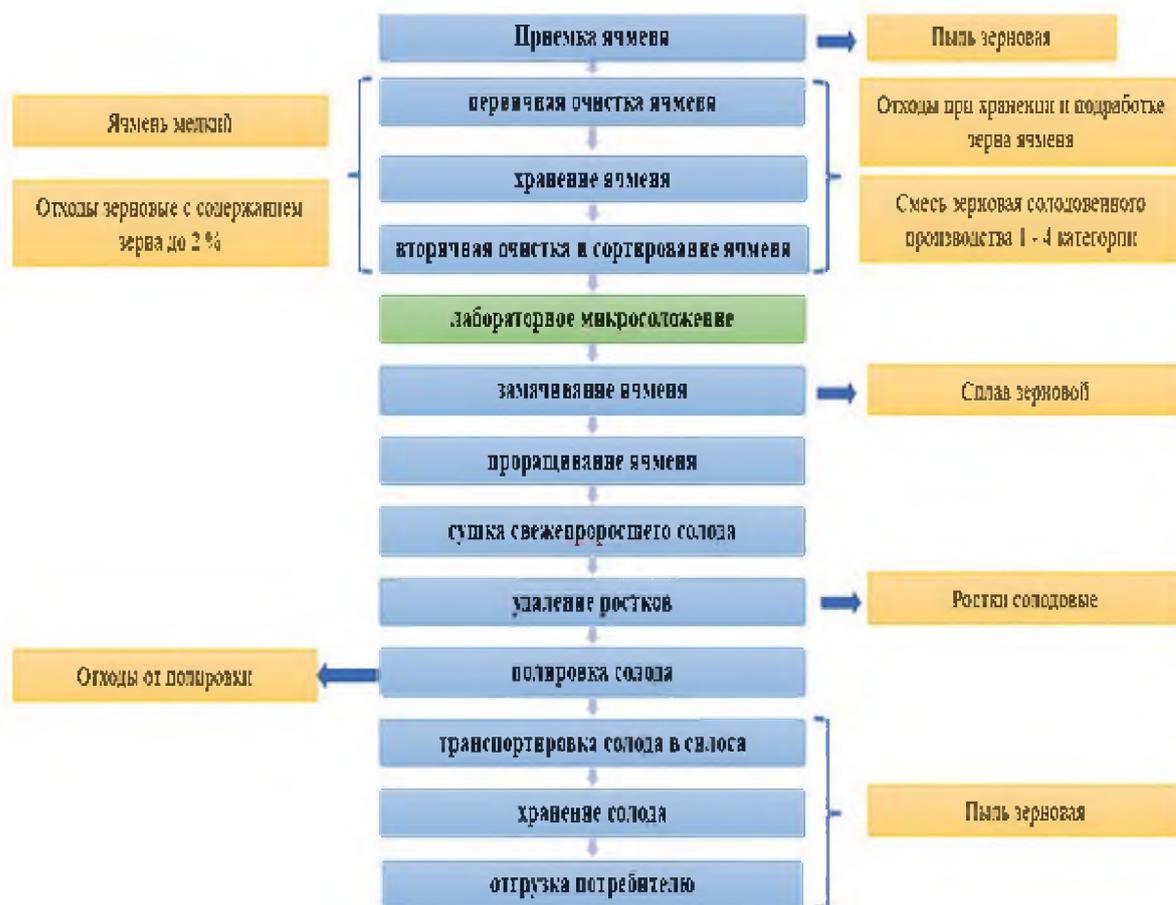


Рис. 1. Технологическая схема производства солода пивоваренного ячменного и образования отходов на ОАО «Белсолод»

Fig. 1. Technological scheme for the production of brewing barley malt and waste generation at JSC Belsolod

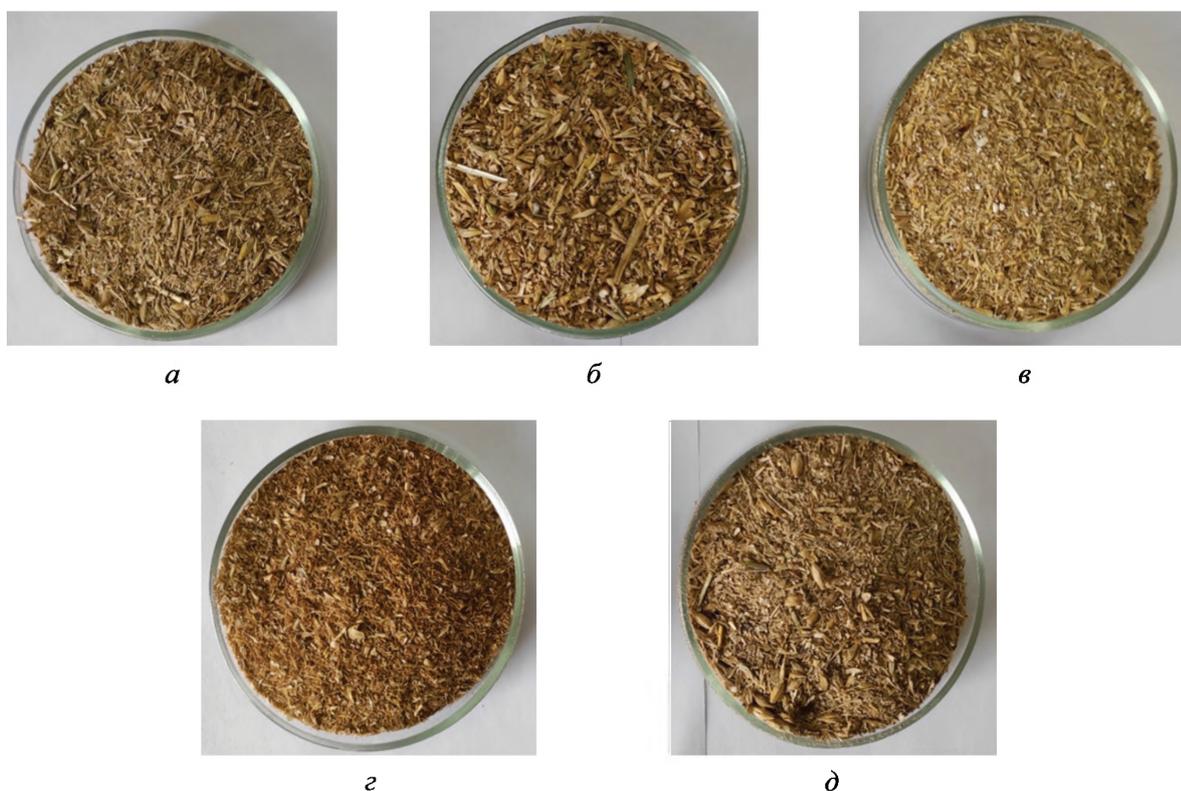
Количество образующихся отходов при производстве солода в производственных условиях ОАО «Белсолод» за 2022 год составило 10,7 % от общего объема выработанного солода. Анализ данных, представленных в таблице 1, позволил сделать вывод о том, что в связи с большим количеством образования отходов при производстве солода, они являются перспективным источником повышения эффективности производства при внедрении технологий их рациональной утилизации.

Основными показателями, определяющими эффективность и целесообразность использования отходов солодовенного производства, являются кормовая ценность и невысокая стоимость.

В производственных условиях ОАО «Белсолод» отобраны отходы (рис. 2), представляющие особый интерес с точки зрения поиска способов их рациональной утилизации: отходы при хранении и подработке ячменя; смесь зерновая солодовенного производства; отходы от полировки солода; ростки солодовые; пыль зерновая.

Таблица 1. Количество отходов при производстве пивоваренного солода в ОАО «Белсолод» за 2022 год
Table 1. Amount of waste during the production of brewing malt at JSC Belsolod for 2022

Наименование отходов	Количество		
	тонн	%	% от объема выработанного солода
Ячмень мелкий	6 264,88	44,35	4,75
Смесь зерновая солодовенного производства	683,01	4,84	0,52
Отходы от полировки солода	1 731,8	12,26	1,31
Ростки солодовые	3 522,57	24,94	2,67
Отходы при хранении и подработке зерна ячменя	124,22	0,88	0,09
Пыль зерновая	131,19	0,93	0,1
Отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %	1 108,3	7,85	0,84
Сплав зерновой	558,46	3,95	0,42
Всего	14 124,43	100,0	10,71



а — отходы при хранении и подработке ячменя; б — смесь зерновая солодовенного производства; в — отходы от полировки солода; г — ростки солодовые; д — пыль зерновая

Рис. 2. Отходы солодовенного производства
Fig. 2. Waste from the malting production

Отходы производства ОАО «Белсолод» исследованы по физико-химическим показателям. Результаты исследований представлены в табл. 2.

На основании анализа данных, представленных в табл. 2, установлено, что отходы солодовенного производства являются перспективным сырьем для включения в продукты кормового назначения за счет высокого содержания протеина, составляющего для ростков солодовых 31,7 %, для остальных видов исследуемых отходов — около 10,0 %.

Таблица 2. Результаты исследований физико-химических показателей отходов солодовенного производства
Table 2. Results of the study of physical and chemical indicators of waste from the malting production

Наименование отходов	Массовая доля в сухом веществе, %				Массовая доля влаги, %
	протеин	жир	клетчатка	зола	
Смесь зерновая солодовенного производства	8,67±0,43	0,49±0,02	18,4±0,92	5,06±0,25	9,70±0,48
Отходы от полировки солода	9,77±0,48	0,71±0,03	12,5±0,62	4,78±0,23	6,20±0,31
Ростки солодовые	31,7±1,58	0,37±0,02	13,8±0,69	7,33±0,36	4,80±0,24
Отходы при хранении и подработки зерна ячменя	10,74±0,53	1,05±0,05	24,4±1,22	6,43±0,32	7,80±0,39
Пыль зерновая	10,76±0,53	1,13±0,05	25,0±1,25	6,47±0,32	7,90±0,39
Отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %	13,71±0,68	1,40±0,07	21,7±1,08	4,44±0,22	8,70±0,43

Результаты исследования отходов солодовенного производства по содержанию макро- и микроэлементов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание макро- и микроэлементов в отходах солодовенного производства
Table 3. Content of macro- and microelements in malting waste

Наименование макро- и микро-элементов	Массовая доля макро- и микроэлементов в отходах, мг/кг					
	Смесь зерновая солодовенного производства	Отходы от полировки солода	Ростки солодовые	Отходы при хранении и подработки зерна ячменя	Пыль зерновая	Отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %
Железо	150,0	92,0	90,0	420,0	130,0	250,0
Калий	8000,0	12000,0	23000,0	8500,0	8700,0	11000,0
Кальций	1200,0	740,0	1400,0	1600,0	1800,0	1600,0
Магний	1000,0	1300,0	1600,0	1200,0	1200,0	1200,0
Марганец	24,0	34,0	77,0	35,0	41,0	40,0
Медь	2,5	7,1	13,0	3,5	3,7	2,2
Натрий	110,0	160,0	310,0	110,0	120,0	130,0
Фосфор	2300,0	4800,0	7500,0	2400,0	2800,0	3500,0
Цинк	22,0	60,0	110,0	31,0	29,0	30,0

На основании анализа данных, представленных в табл. 3, установлено, что отходы солодовенного производства содержат в своем составе макро- и микроэлементы в большом количестве, так содержание калия составляет от 8,5 до 23,0 г/кг, содержание магния от 1,0 до 1,6 г/кг, содержание кальция от 0,74 до 1,8 г/кг, содержание фосфора от 2,3 до 7,5 г/кг.

Концентрация обменной энергии в отходах от полировки солода и ростках солодовых составляет 11,7–11,8 МДж в 1 кг, что соответствует содержанию ее в зерне кукурузы (11,79 МДж). В вышеуказанных вторичных продуктах установлено наибольшее среди всех изучаемых кормовых средствах содержание сырого протеина (189,8 и 327,3 грамма в 1 кг) и по данному показателю они превосходят зерно кукурузы в 2,5 и 4,4 раза зерно кукурузы.

В результате проведенного исследования на содержание основных питательных и биологически активных веществ установлена градация от наиболее ценных по питательности отходов солодовенного производства: ростки солодовые → отходы от полировки солода → смесь зерновая солодовенного производства → отходы при хранении и подработке зерна ячменя → пыль зерновая → отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %.

На основании сложившейся структуры образования отходов солодовенного производства и исследований их питательности и химического состава, а также структуры рационов молодняка крупного рогатого скота и дойных коров сотрудниками отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» совместно с сотрудниками опытно-экспериментальной научно-производственной лаборатории кормовых добавок и биопродуктов РУП «Науч-

но-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» проведен расчет рецептов продукта кормового, с учетом содержания протеина не менее 20 %. Проекты рецептов продукта кормового представленные в табл. 4.

Таблица 4. Проекты рецептов продукта кормового
Table 4. Draft recipes for feed product

Наименование отходов	Содержание в кормовом продукте, %	
	по рецепту № 1	по рецепту № 2
Смесь зерновая солодовенного производства	14,0	9,0
Ростки солодовые	28,5	48,0
Отходы от полировки солода	28,5	24,0
Пыль зерновая + отходы при хранении и подработки зерна ячменя + отходы зерновые с содержанием зерна до 2 % (в смеси)	29,0	19,0
Итого:	100,0	100,0

В условиях опытно-экспериментальной научно-производственной лаборатории кормовых добавок и биопродуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по технологии смешивания предварительно подготовленного сырья (смеситель горизонтальный СГ-200) и последующего гранулирования (пресс-гранулятор ПГ-150ПР) с использованием матрицы 6 мм, выработаны экспериментальные партии продукта кормового гранулированного.

Результаты исследований показателей качества экспериментальных образцов кормового продукта представлены в табл. 5.

Таблица 5. Показатели качества экспериментальных образцов кормового продукта
Table 5. Quality indicators of experimental feed product samples

Наименование показателя	Значение для продукта кормового	
	по рецепту № 1	по рецепту № 2
Массовая доля сухих веществ, %	91,40	92,80
Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество, %	20,83	23,07
Массовая доля сырой золы в сухом веществе, %	4,03	6,26
Массовая доля сырого жира в сухом веществе, %	1,67	2,00
Массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %	14,60	14,90
Массовая доля редуцирующих сахаров в пересчете на глюкозу, %	3,43	6,79
Массовая доля крахмала в пересчете на сухое вещество, %	-	11,49
Массовая доля железа, мг/кг	110,0	230,0
Массовая доля калия, мг/кг	7800,0	12 000,0
Массовая доля кальция, мг/кг	770,0	1700,0
Массовая доля кобальта, мг/кг	менее 0,1	менее 0,1
Массовая доля магния, мг/кг	800,0	1300,0
Массовая доля марганца, мг/кг	23,0	56,0
Массовая доля меди, мг/кг	4,7	9,7
Массовая доля натрия, мг/кг	150,0	200,0
Массовая доля фосфора, мг/кг	4700,0	4900,0
Массовая доля цинка, мг/кг	30,0	69,0

На основании анализа данных, представленных в табл. 5, установлено, что полученные экспериментальные образцы продукта кормового гранулированного являются перспективным сырьем для включения в рацион сельскохозяйственных животных за счет высокого содержания протеина (не менее 20,83 %), клетчатки (не менее 14,60 %), а также макро- и микроэлементов.

Закключение. Отходы солодовенного производства являются перспективным сырьем для включения в продукты кормового назначения за счет высокого содержания протеина, составляющего для ростков солодовых 31,7 %, для остальных видов исследуемых отходов — около 10,0 %. отходы солодовенного производства содержат в своем составе макро- и микроэлементы в большом количестве, так содержание калия составляет от 8,5 до 23,0 г/кг, содержание магния от 1,0 до 1,6 г/кг, содержание кальция от 0,74 до 1,8 г/кг, содержание фосфора от 2,3 до 7,5 г/кг.

С учетом результатов исследования показателей качества отходов солодовенного производства разработан рецепт продукта кормового гранулированного № 1, представляющий собой смесь ростков солодовых в количестве 28,5 %, отходов от полировки солода — 28,5 %, смеси зерновой солодовенного производства — 14 %, смеси пыли зерновой с отходами при хранении и подработке зерна ячменя — 29 % и содержащий в своем составе 18,3 % сырого протеина, 10,6 МДж/кг обменной энергии, 2,1 % сырого жира, 11,8 % сырой клетчатки, а также комплекс макро- и микроэлементов.

Разработан рецепт продукта кормового гранулированного № 2 в соответствии со структурой образования отходов солодовенного производства, представляющий собой смесь ростков солодовых в количестве 48,0 %, отходов от полировки солода — 24,0 %, смеси зерновой солодовенного производства — 9,0 %, смеси пыли зерновой с отходами при хранении и подработке зерна ячменя — 19,0 % и содержащий в своем составе 20,5 % сырого протеина, 10,7 МДж/кг обменной энергии, 2,0 % сырого жира, 12,7 % сырой клетчатки, 0,13 % кальция, 0,55 % фосфора, 1,64 % калия, 0,14 % магния, а также микроэлементы.

Список использованных источников

1. *Ветрова, О. Н.* Разработка технологии глубокой комплексной переработки побочных продуктов солодоращения и оценка потребительских свойств полученных продуктов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.18.15 / Ветрова Ольга Николаевна; [Место защиты: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева]. — Орел, 2021. — 19 с.
2. *Орлов, А. И.* Применение отходов пивоварения в ресурсосберегающих технологиях / А. И. Орлов, И. Ю. Резниченко // Ползуновский Вестник. — 2021. — № 2. — С. 146-152.
3. *Бурак, Л. Ч.* Использование отходов пивоваренной отрасли. Обзор / Л. Ч. Бурак // The Scientific Heritage. — 2022. — № 86-1 (86). — С. 9-20.
4. *Adrjanowicz E., Janczar M., Pietkiewicz J.* Kierunki zagospodarowania odpadów przemysłu piwowarskiego [Отходы пивоваренного производства и проблемы их рационального использования. (Польша)] *Przem. ferment.owoc.-warz.*, 1999; Т.43, №11. — S. 13-16.
5. *Adrjanowicz E., Janczar M., Pierkiewicz J.* Charakterystyka i kierunki zagospodarowania odpadów w słodowniach [Характеристика отходов производства солода и направления их использования. (Польша)] *Przem. ferment.owoc.-warz.*, 2000; Т.44, № 10. — S. 20-21.
6. *Балашов, О. Ю.* Особенности получения прессованных кормов из побочных продуктов пивоваренного производства / О. Ю. Балашов, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин // Аграрный вестник Верхневолжья. 2–018. — № 1 (22). — С. 50-54.
7. Способ получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных : пат. RU 2345553 / В. П. Родина, М. П. Наумова. — Оpubл. 10.02.2009.
8. Композиционный корм для сельскохозяйственных животных и способ его приготовления : пат. RU 2086144 / А. А. Чекрыгин, О. Я. Евтушенко, А. П. Ниниченко. — Оpubл. 10.08.1997.
9. Способ получения гранулированного кормового продукта : пат. SU 1678288 / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов. — Оpubл. 23.09.1991.
10. Кормовая мука из солодовых ростков для сельскохозяйственных и непродуктивных животных и способ ее получения : пат. RU 2432778 / И. О. Ломовский, В. И. Орлов, С. Г. Колдыбаев. — Оpubл. 10.11.2011.
11. Белсолод открытое акционерное общество [Электронный ресурс]. — Режим доступа: belsolod.by. — Дата доступа: 01.02.2024.
12. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина : ГОСТ 13496.4-2019. — Введ. 01.08.2020. — Минск : Госстандарт, 2020. — 23 с.
13. Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения золы : ГОСТ 13979.6-69. — Введ. 17.12.1992. — Минск : Госстандарт, 2014. — 6 с.
14. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира : ГОСТ 13496.15-2016. — Введ. 12.06.2017. — Минск : Госстандарт, 2017. — 14 с.
15. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги : ГОСТ 13496.3-92 (ИСО 6496-83). — Введ. 01.01.1993. — Минск : Госстандарт, 2010. — 7 с.

16. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки : ГОСТ 13496.2-91. — Введ. 01.07.1992. — Минск : Госстандарт, 2010. — 9 с.
17. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала : ГОСТ 10845-98. — Введ. 01.03.2000. — Минск : Госстандарт, 1999. — 7 с.
18. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой : МУК 4.1.1482-2003. — Введ. 30.06.2003. — Москва : Минздрав России, 2003. — 28 с.

Информация об авторах

Соловьев Виталий Владимирович, и.о. начальника отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

Козинец Александр Иосифович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий опытно-экспериментальной научно-производственной лабораторией кормовых добавок и биопродуктов, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Фрунзе, 11, 222160, г. Жодино, Минская обл., Республика Беларусь).

E-mail: largo80@yandex.ru

Шустикова Юлия Сергеевна, кандидат технических наук, младший научный сотрудник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru

Information about authors

Solovyov Vitaliy Vladimirovich, Acting Head of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

Kozinets Alexander Iosifovich, PhD (Agricultural), Associate Professor, Head of the Experimental Research and Production Laboratory of Feed Additives and Bioproducts, Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center for Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus” (11, Frunze str., 222160, Zhodino, Minsk region, Republic of Belarus).

E-mail: largo80@yandex.ru

Shustikova Yulia Sergeevna, PhD (Engineering), junior researcher of the Department of Technologies of Alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru