

Научная статья  
УДК 636.086:663.4  
doi:10.35694/YARCX.2024.68.4.010

## ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**И. В. Посконнов<sup>1</sup>, Т. В. Новикова<sup>2</sup>, В. И. Носкова<sup>3</sup>, Е. Н. Закрепина<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Амбар», Ярославль, Россия

<sup>2, 3, 4</sup>Вологодская государственная молочноехозяйственная академия имени Н. В. Верещагина,  
Вологда, Россия

Автор ответственный за переписку: Татьяна Валентиновна Новикова,  
parazitology@yandex.ru, ORCID 0000-0001-7894-3656

**Реферат.** Среди отходов пивоваренных заводов пивная дробина занимает наибольший удельный вес (82–87%). Это – ценный с кормовой точки зрения продукт для животноводства с богатым белково-минеральным составом. Но вместе с тем, такое сырьё содержит достаточно большое количество влаги, вследствие чего влажная пивная дробина быстро портится. Существует ряд проблем, которые ограничивают применение пивной дробины на корм животным: низкая хранимоспособность, неоднородность состава и т.д. Поэтому перспективным направлением является разработка технологий, позволяющих повысить кормовую и биологическую ценность кормовых добавок на основе пивной дробины, увеличить сроки хранения. В ходе нашего исследования было продемонстрировано, что различные штаммы дрожжей генерируют биомассу, используя питательные вещества субстрата с различной скоростью. Выявлено, что во всех образцах содержание сырого протеина увеличилось, по сравнению с исходным его содержанием в фугате, от 25,4 до 49,7%. Наиболее значительное увеличение массовой доли сырого протеина наблюдали в образцах, в которых был слабо выраженный рост, и утилизация ими углеводов только примерно была на 40%. Различные виды дрожжей генерируют белковую биомассу, используя питательные вещества субстрата, с различными скоростью и степенью бродильной активности. Для повышения кормовой и биологической ценности разрабатываемой кормовой добавки на основе ферментированного фугата необходимо дополнительное обогащение субстрата пребиотиками, источниками перевариваемой клетчатки, витаминами.

**Ключевые слова:** растительное сырьё, кормовая добавка, химический состав, пивная дробина, фугат пивной дробины, микробиологическая переработка отходов пивоваренной промышленности, микроорганизмы, дрожжи, бродильная активность дрожжей, сырой протеин

## JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF PRODUCING A FEED ADDITIVE BASED ON BREWING WASTE

**Il'ya V. Poskonnov<sup>1</sup>, Tatyana V. Novikova<sup>2</sup>, Vera I. Noskova<sup>3</sup>, Elena N. Zakrepina<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>"Ambar" LLC, Yaroslavl, Russia

<sup>2, 3, 4</sup>Vologda State Dairy Farming Academy by N. V. Vereshchagin, Vologda, Russia

Author responsible for the correspondence: Tatyana V. Novikova,  
parazitology@yandex.ru, ORCID 0000-0001-7894-3656

**Abstract.** Among brewery waste a brewer's grain occupies the largest specific weight (82–87%). In terms of feed this is a valuable product for animal husbandry with a rich protein and mineral composition. But at the same time, such raw material contains a fairly large amount of moisture, as a result of which wet brewer's grains spoil quickly. There are a number of problems that limit the use of brewer's grains for animal feed: low storage stability, heterogeneity of composition, etc. That is why a promising direction is the development of technologies that make it possible to increase the feed and biological value of feed additives based on brewer's grains, and increase shelf life. During the research different yeast strains have demonstrated the biomass generation using substrate nutrients at different rates. It was revealed that in all samples the crude protein content increased, compared with its initial content in fugate, from 25.4 to 49.7%. The most significant increase in the weight fraction of crude protein has been observed in the samples in which there was a weak growth, and their utilization of carbohydrates was only about 40%. Different types of yeast generate protein biomass using substrate nutrients at different rate and degree of fermentation activity. To increase the feed and biological value of the feed additive under development based on fermented fugate, it is necessary to enrich the substrate with prebiotics, sources of digested fiber, vitamins additionally.

**Keywords:** vegetable raw materials, feed additive, chemical composition, brewer's grains, brewer's grains fugate, microbiological processing of brewing industry waste, microorganisms, yeast, fermentation activity, crude protein

**Введение.** В последние годы, в связи с импортозамещением, увеличиваются объёмы производства внутри страны низкоалкогольных напитков, расширяется их ассортимент и, как следствие, увеличиваются объёмы промышленных отходов переработки растительного сырья, что обуславливает напряжённую экологическую ситуацию.

В настоящее время объёмы отходов производств переработки растительной продукции сопоставимы с объёмами исходного сырья, что также создаёт значительный резерв для получения полноценных кормов с минимальными затратами на их производство и одновременно возможность решения проблем экологии [1]. Отходы пищевого производства – это важная составляющая часть сырьевой базы животноводства. Использование отходов пивного производства – пивной дробины на кормовые цели является важным резервом повышения эффективности как пищевых технологий, так и технологий производства сырья животного происхождения. Среди отходов пивоваренных заводов пивная дробина занимает наибольший удельный вес (82–87%) [2].

Пивная дробина – это та часть, которая остаётся после фильтрования затора при отделении пивного суслу и состоит из твёрдой части дроблёных зернопродуктов. В состав суспензии входят оболочки, нерастворимая часть зерна и продукты его гидролиза: безазотистые экстрактивные вещества, жир и белки. Это – ценный, с кормовой точки зрения, продукт с богатым белково-минеральным составом [3]. Содержание основных нутриентов влажной пивной дробины представлено в таблице 1 [4].

Но вместе с тем, такое сырьё содержит достаточно большое количество влаги, от 70 до 80%, поэтому микрофлора, которая в большом количестве находится на поверхности зерна, интенсивно развивается в процессе производства суслу и при хранении пивной дробины при температуре 15–30°C, вследствие чего влажная пивная дробина быстро портится [5], срок её хранения составляет 24–74 ч [6].

В кормлении сельскохозяйственных животных пивную дробину используют как в свежем виде, скармливая её в составе рациона в смеси с другими ингредиентами, так и в высушенном, добавляя в комбикорма и зерновые смеси. По питательной ценности она близка к сочным кормам, что делает её наиболее подходящей для кормления жвачных животных [1; 6; 7]. Существует ряд проблем, которые ограничивают применение пивной дробины на корм животным:

- низкая хранимоспособность свежей влажной пивной дробины;
- неоднородность состава, что создаёт дополнительные трудности при транспортировании, перетаривании и хранении;

– высокое содержание клетчатки в виде содержащей лигнин оболочки зерна, состоящей главным образом из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнинов [7].

Поэтому перспективным направлением является разработка технологий, позволяющих повысить кормовую и биологическую ценность кормовых добавок на основе пивной дробины, увеличить сроки хранения. К таким технологиям относятся биоферментация, гидролиз компонентов, обогащение и т.д. [8].

Наиболее распространённым способом увеличения сроков хранения является сушка влажной дробины. Существующие технологии переработки пивной дробины предполагают значительный расход энергоресурсов на сушку производных растительного сырья с целью консервирования и увеличения его хранимоспособности, при этом на первом этапе проводят отделение твёрдой фракции суспензии от жидкой – фугата, который впоследствии утилизируется [6; 8]. Поэтому актуальной является разработка ресурсосберегающей технологии кормовой добавки и снижения себестоимости за счёт использования всех составляющих отходов пивоваренного производства (фугата и дробины).

Биотехнологии переработки растительных отходов включают биоферментацию субстратов микроорганизмами. Дрожжи чаще, чем другие микроорганизмы, применяют для этих целей вследствие высокой скорости роста, ферментативной активности и жизнеспособности в широком диапазоне pH.

Дрожжи, применяемые в хлебопечении и производстве алкогольных напитков, обозначают *Saccharomyces cerevisiae* и считают «традиционными», их культивируют при чрезвычайно высоких концентрациях сахара.

Все не-*S. Cerevisiae* дрожжи называют «нетрадиционные» дрожжи. Их объединяет более низкая степень ферментативного метаболизма, так как большинство естественных местообитаний не обеспечивают таких экстремальных условий субстрата. В связи с этим большинство нетрадиционных дрожжей обеспечивают альтернативные метаболические пути использования исходных компонентов [9]. Для исследования использовали как хлебопекарные, так и кормовые дрожжи.

Материалы и методы. Работа проводилась в несколько этапов.

*Ферментирование фугата пивной дробины микроорганизмами.*

В качестве объекта исследования использовали влажную пивную дробину, полученную на основе солода пивоваренного ячменного производства. Данный вид сырья поступает на предприятие ООО «Амбар» (г. Ярославль) для производства сухой пивной дробины. Подготовка дробины для исследования включала

Таблица 1 – Химический состав пивной дробины (в 1 кг)

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Сухое вещество, г	232,0	Сырая клетчатка, г	39,0
Сырой протеин, г	58,0	Сырой жир, г	17,0
Переваримый протеин (КРС), г	42,0	Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), г	107,0
Переваримый протеин (свиньи), г	40,0		

#### Обоснование целесообразности производства кормовой добавки на основе отходов пивоваренного производства

её разделение на твёрдую фракцию и фугат путём фильтрации и измерения исходного уровня pH субстрата.

Далее образцы фугата ферментировали с применением кормовых и хлебопекарных дрожжей 5 рас, видов *Saccharomyces cerevisiae* и *Saccharomyces minor*, относящихся к роду *Saccharomyces* семейства *Saccharomycetaceae*.

В колбы объёмом 250 мл вносили фугат и культуры дрожжей в количестве 1 мл смыва на 200 г исходного фугата с чистой культуры дрожжей. Далее образцы ферментировали при 28–32°C в течение 72 часов до прекращения газообразования, а затем пробы хранили при температуре бытового холодильника (+4°C) и проводили микробиологические и физико-химические исследования образцов. В качестве контрольного использовали образец фугата без внесения дрожжевой культуры.

#### *Исследование характера брожения.*

Оценку наличия признаков брожения и характера брожения осуществляли визуально и органолептически, также проводили микроскопирование образцов путём приготовления микроскопического препарата.

#### *Оценка физико-химических показателей.*

Определяли содержание сырого протеина в сухом веществе и содержание сырого протеина в натуральном продукте по ГОСТ 13496-2019, массовую долю сухих веществ – по ГОСТ 31640-2012 и массовую долю углеводов – по ГОСТ 26176-2019, значение pH – потенциометрическим методом.

**Результаты исследования.** При культивировании дрожжей в образцах наблюдали различную скорость роста и способность сбраживать углеводы. Бродильная активность дрожжей определяет длительность главного брожения, физико-химические

свойства субстрата. Бродильную активность образцов оценивали визуально: по интенсивности брожения; по количеству углеводов, оставшихся в фугате; по характеру микроскопического препарата [9]. Результаты исследования бродильной активности анализируемых образцов дрожжей при культивировании в фугате пивной дробины представлены в таблице 2.

Скорость и степень сбраживания субстрата дрожжами зависят от количества и соотношения между сбраживающимися сахарами (глюкоза, мальтоза, мальтотриоза). При увеличении концентрации глюкозы в среде снижается активность пермеаз, осуществляющих транспорт мальтозы и мальтотриозы в клетки, при этом наблюдается снижение скорости сбраживания суслу. Но это явление не всегда имеет место, так как существуют штаммы дрожжей, у которых глюкозная репрессия не происходит.

Особое значение имеют редуцирующие сахара, образующиеся под действием амилаз дрожжевых клеток. Они являются субстратом для брожения, при этом образуются различные продукты и в том числе низколетучие ароматические вещества. Фугат содержит те же углеводы, производные крахмала, что и пивная дробина: пентозы, глюкозу, фруктозу, мальтозу, сахарозу и др. Наиболее легко сбраживаются культурными расами дрожжей глюкоза и фруктоза, несколько труднее – сахароза и мальтоза, не сбраживаются пентозы [10; 11].

Бродильная активность дрожжей взаимосвязана со скоростью их размножения, которая важна для быстрого сбраживания суслу. Скорость роста и размножения клеток, в свою очередь, зависит от сбалансированности состава среды, главным образом содержания в нём α-аминного азота, факторов роста и некоторых микроэлементов, а также наличия в нём растворен-

Таблица 2 – Оценка бродильной активности опытных образцов

№ п/п	Образец	Характер брожения	Микрокартина (микропрепарат)	Органолептическая характеристика
1	Дрожжи кормовые	Тонкая пленка на поверхности жидкости ++ -- --	Дрожжевые клетки крупные, овальной формы; Г+ палочки средней длины, Г+ палочки длинные	Запах дрожжевой, слабо выраженный кисловатый
2	Дрожжи сухие, образец 1	Тонкая пленка на поверхности жидкости, пузырьки газа +++ --	Дрожжевые клетки овальной формы, расположены скоплениями	Запах дрожжевой, слабо выраженный кисловатый
3	Дрожжи сухие, образец 2	Пленка на поверхности выражена ++ ---	Дрожжевые клетки овальной формы, расположены небольшими скоплениями; посторонняя микрофлора	Запах дрожжевой, слабо выраженный кисловатый
4	Прессованные хлебопекарные	Тонкая пленка на поверхности жидкости, пузырьки газа +++ --	Дрожжевые клетки округло-овальной формы, расположены небольшими скоплениями; посторонняя микрофлора	Выраженный кислый и дрожжевой запах
5	Дрожжи сухие, образец 3	Тонкая пленка на поверхности жидкости ++ ---	Дрожжевые клетки овальной формы, расположены небольшими скоплениями; посторонняя микрофлора	Запах дрожжевой, слабо выраженный кисловатый
6	Контроль (исходный фугат)	Признаки брожения отсутствуют -----	Единичные дрожжевые клетки округлой и овальной формы; посторонняя микрофлора	Запах средне выраженный кислый

ного кислорода (более 8 мг/дм<sup>3</sup>). Большую роль играет физиологическое состояние дрожжей и их концентрация в субстрате. С увеличением величины засева скорость сбраживания сахаров возрастает, при этом снижается длительность брожения [9]. В случае ферментирования фугата пивной дробины скорость ферментации несколько снижена в связи с небольшой концентрацией доступных углеводов. Исследуемые виды дрожжей показали различный характер брожения как по интенсивности, так и по количеству продуктов брожения.

Образцы № 1, № 3 и № 5 имели рост на 2 балла (++) – слабый рост; образцы № 2 и № 4 характеризовались ростом на 3 балла (+++) – умеренный рост; контрольный образец имел полное отсутствие роста.

Как видно из данных таблицы, наибольшую активность проявляли образцы № 2 и № 4, они имели наиболее выраженные признаки брожения, большее количество клеток в мазке, а количество утилизированных дрожжами углеводов в этих образцах составляет 62% от исходного содержания, против 39% у остальных образцов.

При микроскопировании наблюдали в микроскопическом препарате образца № 1 наличие молочнокислых палочек разных видов. Дрожжи и молочнокислые бактерии одновременно встречаются как во многих естественных местах обитания, так и в пищевых системах, поскольку у них общие экологические детерминанты. При этом между ними сначала складываются симбиотические взаимоотношения, при которых дрожжи и бактерии извлекают пользу из совместного существования: накопление бактериями кислоты до определённого предела (рН 5,0–5,5) полезно для дрожжей, а продукты их автолиза служат питанием для бактерий. При этом молочнокислые бактерии обладают биосинтетической недостаточностью, поэтому для них необходимы белковые гидролизаты, вытяжки дрожжей и витамины, т.е. вещества, которые выделяются в процессе автолиза дрожжей [11; 12]. Развитие молочнокислых микроорганизмов нежелательно, так как сбраживание ими углеводов приводит к накоплению молочной кислоты и понижению рН.

Величина рН влияет на систему транспорта питательных веществ, степень диссоциации компонентов среды, дисперсность, пространственную организацию и активность ферментных белков, на флокуляцию дрожжей; рН исходного фугата составляла 3,5 ед. Дрожжи выживают в широком диапазоне кислотности среды и хорошо растут при значениях рН от 2 до 6. Однако резкие колебания этого параметра также могут сказаться на активности ферментов, нарушении биосинтетической активности дрожжей и увеличении количества мёртвых клеток. Оптимальной величиной рН для размножения клеток пивных дрожжей является 4,8, так как при этом значении рН фермент транспорта мальтозы в клетку – мальтозопермеаза – имеет максимальную активность [10; 11]. При этом для хлебопекарных дрожжей этот показатель составляет 5,6–5,7 единицы, а для кормовых – 4,2 ед. рН [11; 13].

При более низких значениях рН ускоряется потребление аминного азота. По мере подкисления среды уменьшается заряд клетки и наблюдается ослабление взаимного отталкивания клеток и усиление флокуляции.

Дрожжи обогащают субстрат белком, потому что способны синтезировать белок из простых азотистых соединений. Для этого они используют, например, карбамид, бикарбонат аммония, аммиачную воду и соли неорганических кислот. Наряду с биологически ценным белком и витаминами дрожжи синтезируют органические кислоты, многоатомные спирты и ферменты [9].

Также при размножении дрожжи используют небелковые азотистые соединения (амиды) субстрата для синтеза белков собственных клеток [13; 14]. Микробные белки – это кормовая альтернатива традиционным белкам растительного происхождения. Содержание белка в клетках зависит от многих факторов и, прежде всего, от концентрации азота в среде культивирования и величины засева. В таблице 3 представлены данные по содержанию основных химических веществ в образцах после ферментирования дрожжами.

В ходе исследования было продемонстрировано, что различные штаммы дрожжей генерируют биомассу, используя питательные вещества субстрата с раз-

Таблица 3 – Химический состав исследуемых образцов

№ п/п	Образец	Массовая доля, %					Количество сброженных углеводов от исходного содержания, %
		сырого протеина в натуральном продукте	увеличение сырого протеина	сырого протеина в сухом веществе	сухих веществ	углеводов	
1	Дрожжи кормовые	2,17	25,4	43,00	5,04	1,1	39
2	Дрожжи сухие, образец 1	2,27	31,2	46,88	4,54	0,7	62
3	Дрожжи сухие, образец 2	2,59	49,7	49,94	5,19	1,1	39
4	Прессованные хлебопекарные	2,19	26,6	47,31	4,53	0,7	62
5	Дрожжи сухие, образец 3	2,42	39,8	46,13	5,25	1,1	39
6	Контроль (исходный фугат)	1,73	0	28,44	6,10	1,8	0



личной скоростью. Выявлено, что во всех образцах содержание сырого протеина увеличилось, по сравнению с исходным его содержанием в фугате, от 25,4 до 49,7%.

Наиболее значительное увеличение массовой доли сырого протеина наблюдали в образцах № 3 и № 5, несмотря на слабо выраженный рост и утилизацию ими углеводов, примерно на 40%. По-видимому, метаболизм у данных видов дрожжей в большей степени направлен на утилизацию азотсодержащих соединений [14].

**Выводы.** По результатам проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Микробиологическая биоконверсия растительных отходов пивоваренного производства в белковые продукты повышает кормовую ценность исходного субстрата – фугата пивной дробины и увеличивает возможность его применения для производства кормовых добавок.

2. Различные виды дрожжей генерируют белковую биомассу, используя питательные вещества субстрата, с различной скоростью и с различной степенью бродильной активности, поэтому необходимо подбирать те штаммы дрожжей, которые наиболее приспособлены к условиям роста при низких значениях pH, низкой

концентрации углеводов и к их составу, соответствующему продуктам гидролиза зерна пивной дробины.

3. Все виды дрожжей при культивировании в фугате пивной дробины показали слабый и средний уровень бродильной активности, трансформируя углеводы в среднем на 50%, при этом увеличение содержания сырого протеина в фугате колеблется в диапазоне от 25 до 49%. Вместе с тем общее содержание сырого протеина в натуральном продукте невелико, максимальное значение (2,59%) наблюдали в образце № 3.

4. Так как кислотность фугата быстро увеличивается за счёт роста посторонней микрофлоры, то необходимо исследовать характер и показатели брожения лучших рас дрожжей при различных значениях pH.

5. Для повышения кормовой и биологической ценности разрабатываемой кормовой добавки на основе ферментированного фугата необходимо дополнительное обогащение субстрата пребиотиками, источниками перевариваемой клетчатки, витаминами.

Таким образом, рациональное использование всех составляющих влажной пивной дробины на кормовые цели снижает негативное воздействие на окружающую среду, а разработка технологии кормовой добавки на основе фугата пивной дробины является целесообразной.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Майорова Ж. С., Федосова О. А., Торжков Н. И. [и др.] Пивная дробина в кормлении молодняка крупного рогатого скота // Вестник Рязанского государственного агроинженерного университета им. П. А. Костычева. 2020. № 2 (46). С. 34–41. DOI 10.36508/RSATU.2020.96.75.005. EDN DBZTHV.
2. Дадашев М. Н., Кобелев К. В., Филенко Д. Г. [и др.] Экологически безопасная технология переработки отходов пивоварения // Пиво и напитки. 2011. № 5. С. 18–20. EDN OHIEDX.
3. Плиева З. А., Хозиев А. М. Минеральный состав пивной дробины // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51, № 3. С. 331–333. EDN SNUMRT.
4. Волотка Ф. Б., Богданов В. Д. Технологическая и химическая характеристика пивной дробины // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2013. № 1 (65). С. 114–124. EDN QAMUMT.
5. Рычкова Е. А., Заболотная Н. Е., Шарай А. М. Микробиологическое исследование пивной дробины // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам (Вологда, Молочное, 04 апреля 2024 г.). Вологда-Молочное : Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, 2024. С. 132–136. EDN QPJXAJ.
6. Рекомендации по производству и использованию углеводно-белкового корма полученного путем биоферментации пивной дробины / состав. Н. А. Табаков, А. Н. Лазаревич, А. П. Леснов. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2013. 54 с.
7. Колмогорова Е. А., Колмогоров Д. А., Иванова О. В. Использование пивной дробины в кормлении лактирующих коров // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 2, № 7. С. 123–126. EDN TBIRTF.
8. Назаров В. И., Бичев М. А. Разработка процесса утилизации отходов пивоварения с получением гранулированного продукта // Пиво и напитки. 2011. № 3. С. 32–35. EDN NYECDN.
9. Меледина Т. В., Давыденко С. Г., Васильева Л. М. Физиологическое состояние дрожжей : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. 46 с. EDN ZVDDZH.
10. Кобелев К. В., Елисеев М. Н., Филимонова Т. И., Борисенко О. А. Дрожжи-сахаромицеты в производстве хлебного кваса // Пиво и напитки. 2010. № 4. С. 34–36. EDN MWGYXH.
11. Кобелев К. В., Филимонова Т. И., Борисенко О. А. Дрожжи и молочнокислые бактерии в производстве хлебного кваса // Пиво и напитки. 2011. № 2. С. 30–32. EDN NDZKCB.
12. Закрепина Е. Н., Носкова В. И., Полянская И. С., Муллагалиева О. А. Биохимическая активность микробных ассоциатов при совместном культивировании // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы междунаро. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 110-летию ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (Воронеж, 10–11 ноября 2022 г.). Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. С. 493–497. EDN YNEMLS.
13. Фоменко И. А., Дегтярев И. А., Иванова Л. А., Машенцева Н. Г. Получение белкового концентрата из дрожжевой биомассы *Kluyveromyces marxianus* Van der Walt (1965) // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 6. С. 1172–1182. DOI 10.15389/agrobiol.2021.6.1172rus. EDN TCIRAD.
14. Toivola A., Yarrow D., van den Bosch E., van Dijken J. P., Scheffers W. A. Alcoholic Fermentation of d-Xylose by Yeasts // Applied and Environmental Microbiology. 1984. Vol. 47, № 6. P. 1221–1223. DOI 10.1128/aem.47.6.1221-1223.1984.

## References

1. Majorova Zh. S., Fedosova O. A., Torzhkov N. I. [i dr.] Pivnaya drobina v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva. 2020. № 2 (46). S. 34–41. DOI 10.36508/RSATU.2020.96.75.005. EDN DBZTHV.
2. Dadashev M. N., Kobelev K. V., Filenko D. G. [i dr.] Ekologicheski bezopasnaya tekhnologiya pererabotki othodov pivovareniya // Pivo i napitki. 2011. № 5. S. 18–20. EDN OHIEDX.
3. Plieva Z. A., Khoziev A. M. Mineral'nyy sostav pivnoj drobinoy // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. T. 51, № 3. S. 331–333. EDN SNUMRT.
4. Volotka F. B., Bogdanov V. D. Tekhnologicheskaya i himicheskaya karakteristika pivnoj drobinoy // Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. 2013. № 1 (65). S. 114–124. EDN QAMUMT.
5. Rychkova E. A., Zabolotnyaya N. E., Sharaj A. M. Mikrobiologicheskoe issledovanie pivnoj drobinoy // Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam (Vologda, Molochnoe, 04 aprelya 2024 g.). Vologda-Molochnoe : Vologodskaya gosudarstvennaya molochnohozyajstvennaya akademiya imeni N. V. Vereshchagina, 2024. S. 132–136. EDN QPJXAJ.
6. Rekomendacii po proizvodstvu i ispol'zovaniyu uglevodno-belkovogo korma poluchennogo putem biofermentacii pivnoj drobinoy / sostav. N. A. Tabakov, A. N. Lazarevich, A. P. Lesnov. Krasnoyarsk : Krasnoyarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2013. 54 s.
7. Kolmogorova E. A., Kolmogorov D. A., Ivanova O. V. Ispol'zovanie pivnoj drobinoy v kormlenii laktiruyushchih korov // Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2014. T. 2, № 7. S. 123–126. EDN TBIRTF.
8. Nazarov V. I., Bichev M. A. Razrabotka processa utilizacii othodov pivovareniya s polucheniem granulirovannogo produkta // Pivo i napitki. 2011. № 3. S. 32–35. EDN NYECDN.
9. Meledina T. V., Davydenko S. G., Vasil'eva L. M. Fiziologicheskoe sostoyanie drozhzhej : ucheb. posobie. Sankt-Peterburg : Universitet ITMO, 2013. 46 s. EDN ZVDDZH.
10. Kobelev K. V., Eliseev M. N., Filimonova T. I., Borisenko O. A. Drozhzhi-saharomicety v proizvodstve hlebnogo kvasa // Pivo i napitki. 2010. № 4. S. 34–36. EDN MWGYXH.
11. Kobelev K. V., Filimonova T. I., Borisenko O. A. Drozhzhi i molochnokislye bakterii v proizvodstve hlebnogo kvasa // Pivo i napitki. 2011. № 2. S. 30–32. EDN NDZKCB.
12. Zakrepina E. N., Noskova V. I., Polyanskaya I. S., Mullagalieva O. A. Biohimicheskaya aktivnost' mikrobyh associatov pri sovmestnom kul'tivirovanii // Innovacionnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya APK : materialy mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh i specialistov, posvyashch. 110-letiyu FGBOU VO «Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni imperatora Petra I» (Voronezh, 10–11 noyabrya 2022 g.). Voronezh : Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2022. S. 493–497. EDN YNEMLS.
13. Fomenko I. A., Degtyarev I. A., Ivanova L. A., Mashentseva N. G. Poluchenie belkovogo koncentra iz drozhzhevoj biomassy *Kluyveromyces marxianus* Van der Walt (1965) // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2021. T. 56, № 6. S. 1172–1182. DOI 10.15389/agrobiol.2021.6.1172rus. EDN TCIRAD.
14. Toivola A., Yarrow D., van den Bosch E., van Dijken J. P., Scheffers W. A. Alcoholic Fermentation of d-Xylose by Yeasts // Applied and Environmental Microbiology. 1984. Vol. 47, № 6. P. 1221–1223. DOI 10.1128/aem.47.6.1221-1223.1984.

## Сведения об авторах

**Илья Владимирович Посконнов** – директор, Общество с ограниченной ответственностью «Амбар».

**Татьяна Валентиновна Новикова** – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры эпизоотологии и микробиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина», spin-код: 2305-0847.

**Вера Ивановна Носкова** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры эпизоотологии и микробиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина», spin-код: 8575-8259.

**Елена Николаевна Закрепина** – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры эпизоотологии и микробиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина», spin-код: 2812-6710.

## Information about the authors

**Ilya V. Poskonnov** – Director, “Ambar” LLC.

**Tatyana V. Novikova** – Doctor of Veterinary Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Epizootology and Microbiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vologda State Dairy Farming Academy by N. V. Vereshchagin”, spin-code: 2305-0847.

**Vera I. Noskova** – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Epizootology and Microbiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereshchagin”, spin code: 8575-8259.

**Elena N. Zakrepina** – Candidate of Veterinary Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Epizootology and Microbiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereshchagin”, spin code: 2812-6710.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.