

УДК 664.44
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-4(54)-76-83

Поступила в редакцию 02.09.2021
Received 02.09.2021

Ю. С. Назарова¹, Н. В. Саманкова²

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАКТОЗЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КРАФТОВОГО СОРТА ПИВА СТИЛЯ MILKSHAKE IPA

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению возможности применения в пивоваренном производстве лактозы как компонента, формирующего оригинальные органолептические характеристики пива верхового брожения. Исследовано влияние введения различных количеств лактозы на стадии главного брожения на изменение физико-химических, биохимических показателей, а также на стадии созревания готового пива — на физиологически характеристики пивоваренных дрожжей верхового брожения и на органолептические показатели готового пива. Установлено, что наиболее оптимальной стадией внесения лактозы является стадия главного брожения.

Ключевые слова: пивоварение, лактоза, пивоваренные дрожжи, главное брожение, созревание пива.

Y. S. Nazarova¹, N. V. Samankova²

¹Educational institution «Belarusian state university of food and chemical technologies», Mogilev, Republic of Belarus

²Educational institution «Belarusian State Economic University», Minsk, Republic of Belarus

RESEARCH ON THE POSSIBILITY OF USING LACTOSE IN PRODUCING A CRAFT VARIETY OF MILKSHAKE IPA STYLE

Abstract. The article presents the results of studies to study the possibility of using lactose in the brewing industry, as a component that forms the original organoleptic characteristics of top-fermented beer. The influence of the introduction of various amounts of lactose on the change in physicochemical, biochemical indicators at the stage of the main fermentation, as well as at the stage of maturation of the finished beer, on the physiological characteristics of top-fermented brewing yeast and on the organoleptic characteristics of the finished beer was investigated. It was found that the most optimal stage of lactose introduction is the stage of main fermentation.

Keywords: brewing, lactose, brewer's yeast, main fermentation, beer maturation.

Введение. В последнее время остро стоит вопрос о расширении линейки продукции пивоваренного производства. Это связано с появлением большого количества малых пивоваренных предприятий, имеющих возможность экспериментировать и выпускать большое количество новых сортов пива, что приводит к увеличению уровня конкурентоспособности этих предприятий. Также наблюдается повышение спроса потребителей в новых продуктах, что заставляет производителей экспериментировать с добавлением различного сырья для улучшения качественных и органолептических показателей готового продукта [1, 2, 3, 4].

Одним из новых видов такого сырья, которое в последнее время представляет интерес в пивоварении, является лактоза — несбраживаемый (для *Saccharomyces cerevisiae*) углевод, который создает долгое ощущение сладости и смягчает горечь пива [5, 6]. Лактоза, с химической точки зрения, представляет собой «восстанавливающий углевод», то есть углевод, имеющий альдегидную группу в свободной форме, еще их называют «альдозы» [7, 8, 9, 10]. С точки зрения биологии,

лактоза выполняет массу полезных функций. Например, в организме человека молочный сахар выполняет функции ускорения метаболических процессов, ускорения и усвоения витаминов и минеральных веществ. Помимо этого она служит питательной средой для развития полезной микрофлоры кишечника. Именно благодаря лактозе бифидо- и лактобактерии начинают размножаться [11].

Как свидетельствует анализ литературных источников, добавление лактозы в алкогольные напитки позволяет получить максимальный гепатопротективный эффект, а также значительно улучшить органолептические показатели напитков, то есть смягчить вкус и уменьшить неприятный запах [8, 10].

Важным является тот факт, что применение лактозы позволяет увеличить скорость и эффективность вывода алкоголя из крови человека, снизить остроту похмельного синдрома. Лактоза способствует связыванию нежелательных примесей, сохранению и усилению аромата и вкуса, характерных для алкогольных напитков, что особенно важно при производстве пива [8, 10].

Особый интерес представляет изучение процессов сбраживания пивного сусла и созревания молодого пива с внесением различных количеств лактозы на разных технологических стадиях производства пива верхового брожения с целью установления наиболее оптимальной дозировки и стадии внесения лактозы, обеспечивающей высокие органолептические характеристики готового напитка.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования при проведении исследовательских работ использовали следующее растительное сырье и вспомогательные материалы:

- ♦ солод светлый пивоваренный, отвечающий ГОСТ 29294-2014, усредненный образец был отобран из различных партий солода светлого пивоваренного, находящегося на хранении на ОАО «Бел-солод»;
- ♦ солод карамельный, отвечающий ГОСТ 29294-2014, отобраный на ОАО «Белсолод»;
- ♦ хмель гранулированный трех сортов: «Шпальгер Селект», «Норден Бревер», «Перле», выращенные в Гродненской области, Малоритском районе на предприятии СП «Бизон»;
- ♦ сахар молочный пищевой мелкокристаллический (лактоза), отвечающий ГОСТ 33567-2015, г. Углич (Российская Федерация);
- ♦ пивные сухие дрожжи верхового брожения *Saccharomyces cerevisiae* «Safbrew S-33» («Fermentis», Франция), устойчивые дрожжи с нейтральным ароматическим профилем, имеющие превосходную седиментационную способность.

Проведение данных исследований, а также определение показателей, характеризующих интенсивность протекания процесса, таких как редуцирующие сахара, титруемая и активная кислотность, содержание действительного экстракта в сбраживаемой среде, осуществляли согласно общепринятым методикам теххимического контроля пивоваренного производства [12].

Определение концентрации спирта в сбраживаемом сусле, молодом и готовом пиве проводили дистилляционным способом [13].

Контроль за состоянием дрожжевой культуры осуществляли по количеству дрожжевых клеток в 1 см³ сусла (подсчет клеток производили в камере Горяева), а также по количеству мертвых и почкующихся клеток [14].

Опыты проводили в 5-6 повторностях. Обсуждались только воспроизводимые в повторном опыте результаты.

Результаты исследований и их обсуждение. Для проведения данных исследований использовали пивное охмеленное сусло с концентрацией сухих веществ 13 %. Определенное количество лактозы (5, 10, 15 и 20 г/дм³) вводили в пивное сусло двумя способами: на стадии главного брожения пивного сусла и на стадии дображивания и созревания молодого пива. Процесс главного брожения вели при температуре 15-17°C в течение 7 суток. Дрожжевую разводку вводили в сусло из расчета 20 млн кл./см³.

В процессе главного брожения контролировали динамику накопления этилового спирта (рис. 1), при этом было установлено, что независимо от количества вносимой лактозы накопление этилового спирта в опытных образцах проходило более интенсивно. Так, к седьмым суткам сбраживания содержание этилового спирта в опытных образцах с содержанием лактозы 5–20 г/дм³ увеличилось на 2,04; 3,06; 4,08 и 4,48 % соответственно, по сравнению с контролем. Вероятно, такое интенсивное накопление этилового спирта при внесении лактозы связано с тем, что её добавление приводит к увеличению осмотического давления на стенку дрожжевой клетки, что, как следствие, вызывает более интенсивное попадание питательных веществ в дрожжевую клетку, обеспечивая некоторое увеличение количества спирта в процессе сбраживания пивного сусла.

Полученные данные о накоплении этилового спирта во время сбраживания пивного сусла коррелируют с данными о содержании редуцирующих сахаров в сбраживаемой среде (рис.2). На протяжении всего периода главного брожения содержание редуцирующих сахаров как в контрольном, так и во всех опытных образцах равномерно снижалось. Однако опытные образцы имеют более высокие показатели, что, вероятно, связано с добавлением в них лактозы на стадии сбраживания. Так, к седьмым суткам главного брожения содержание редуцирующих сахаров в опытных образцах с содержанием лактозы 5, 10, 15 и 20 г/дм³ было выше в 1,3; 1,5; 1,8 и 2,2 раза соответственно, по сравнению с контрольным образцом, в который лактозу не вводили.

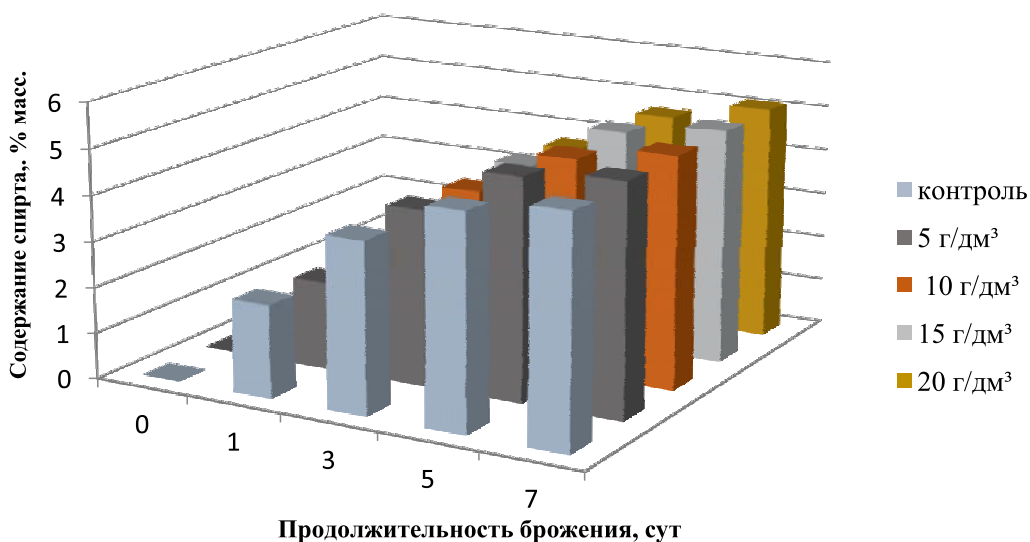


Рис. 1. Динамика накопления этилового спирта в процессе главного брожения при использовании различных количеств лактозы

Fig. 1. The dynamics of the accumulation of ethanol during the main fermentation with the use of various amounts of lactose

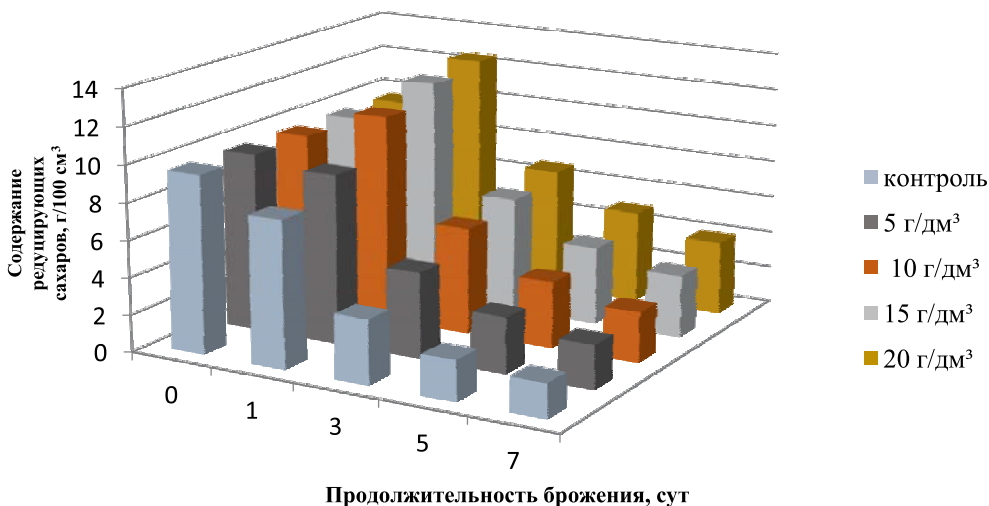


Рис. 2. Динамика потребления редуцирующих сахаров в процессе главного брожения при использовании различных количеств лактозы

Fig. 2. The dynamics of consumption of reducing sugars during the main fermentation with the use of various amounts of lactose

Таким образом, можно сделать вывод, что при введении лактозы, в опытных образцах содержание редуцирующих сахаров увеличивается, так как лактоза входит в понятие «восстанавливающие углеводы» и определяется в сусле методом Бертрана, однако при этом в процессе сбраживания опытных образцов наблюдается общая динамика снижения редуцирующих сахаров за счёт их утилизацией

дрожжевой клеткой. Но так как лактоза является сахаром, который не сбраживается дрожжевой клеткой, то к концу главного брожения во всех опытных образцах содержание редуцирующих сахаров выше, чем в контроле.

Как показывают данные (рис. 3), убыль действительного экстракта происходила равномерно как в опытных, так и в контрольном образце. Значение действительного экстракта в опытных образцах было выше, чем в контрольном, что связано с тем, что лактоза входит в понятие «действительный экстракт», но не сбраживается дрожжевыми клетками и остаётся в среде. Так, к седьмым суткам главного брожения содержание действительного экстракта в опытных образцах с содержанием лактозы 5, 10, 15 и 20 г/дм³ было выше в 1,07; 1,15; 1,23 и 1,36 раза соответственно, по сравнению с контрольным образцом, в который лактозу не вводили.

Следует отметить, что величина титруемой кислотности во всех опытных образцах была незначительно ниже, чем в контрольном образце, и в среднем отличалась на величину 0,1–0,3. В результате чего наблюдалось умеренное возрастание кислотности, которое находилось в пределах нормы, свидетельствующей о правильности и чистоте протекания процесса главного брожения.

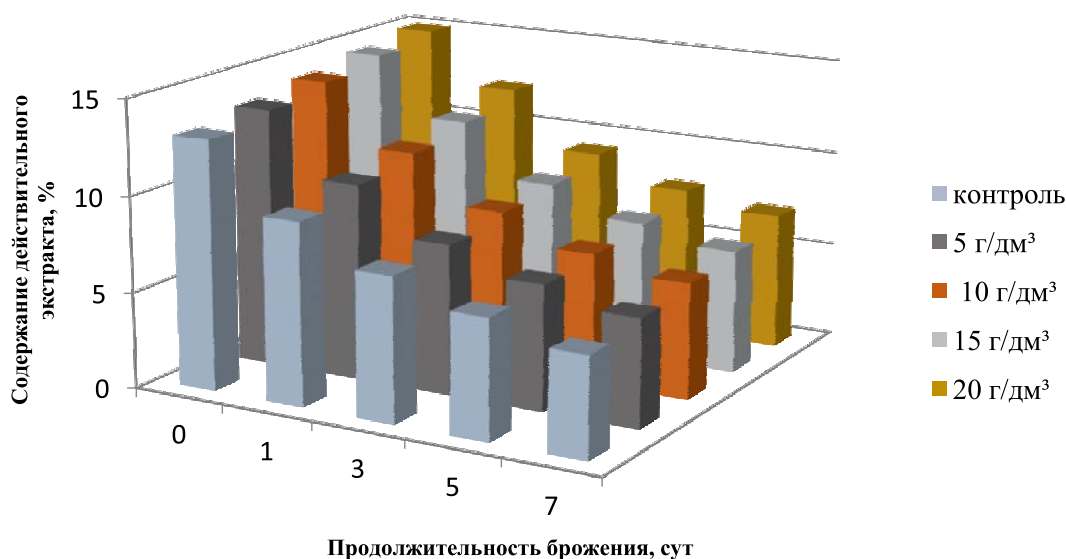


Рис. 3. Динамика потребления действительного экстракта в процессе главного брожения при использовании различных количеств лактозы

Fig. 3. The dynamics of consumption of the actual extract during the main fermentation with the use of various amounts of lactose

Для определения влияния количества вносимой лактозы на физиологические характеристики клеток в дрожжевой культуре на протяжении всего периода сбраживания контролировали изменение количества мертвых клеток и клеток, упитанных по гликогену (рис. 4 и 5).

При изучении количества мертвых клеток в процессе главного брожения было установлено, что на протяжении процесса главного брожения пивного сула содержание мертвых клеток в опытных образцах незначительно ниже по сравнению с контрольным. Так, к седьмым суткам главного брожения количество мертвых клеток в опытных образцах с содержанием лактозы 5, 10, 15 и 20 г/дм³ было ниже на 2,42; 3,25; 8,55 и 6,72 % соответственно, по сравнению с контрольным образцом, в который лактозу не вводили.

Было установлено, что в опытных образцах независимо от количества вносимой лактозы во всех образцах наблюдались стабильные физиологические показатели дрожжевой культуры. Так, количество клеток, упитанных по гликогену в опытных образцах с содержанием лактозы 5, 10, 15 и 20 г/дм³ (рис. 5) достигало своего максимального значения к третьим суткам главного брожения и превышало это значение в контрольном образце на 0,5–1,02 %. На седьмые сутки главного брожения рост упитанности по гликогену во всех образцах сменился снижением данного показателя.

Проанализировав данные, представленные на рис. 4-5, можно сделать вывод, что внесение лактозы в пивное суло на стадии главного брожения, не оказывает негативного влияния на физиологическое состояние дрожжевой культуры.



Рис. 4. Изменения количества мертвых клеток в процессе главного брожения
 Fig. 4. Changes in the number of dead cell during the main fermentation

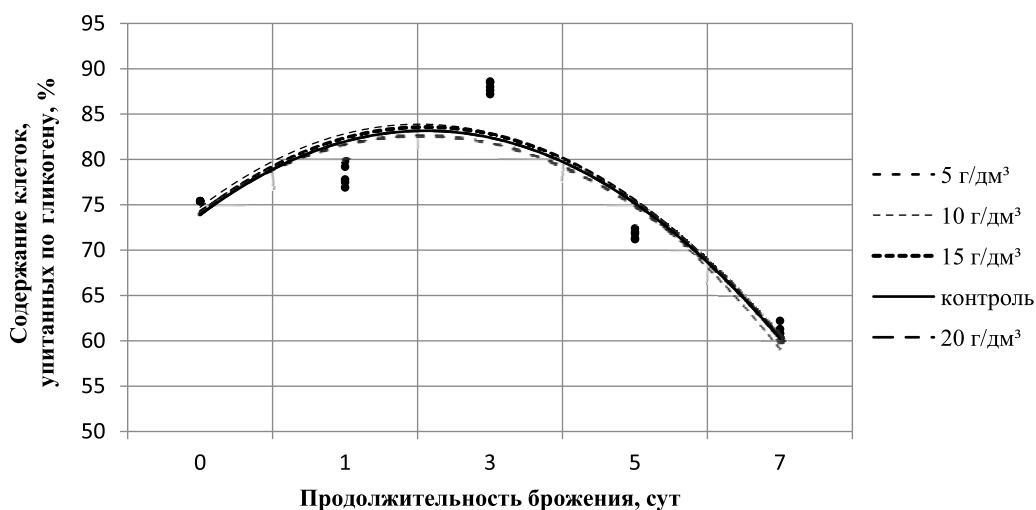


Рис. 5. Изменения количества клеток, упитанных по гликогену в процессе главного брожения
 Fig. 5. Changes in the number of cell fed on glycogen during the main fermentation

Таким образом, анализ данных, полученных в процессе сбраживания пивного сусла с введением различных количеств лактозы на стадии главного брожения, показал, что качественные показатели молодого пива в опытных образцах существенно не изменялись по отношению к контрольному образцу. Однако стоит отметить, что введение лактозы способствует увеличению накопления этилового спирта от 2,04 до 4,48 %, что способствует более глубокому сбраживанию молодого пива и повышению степени сбраживания готового пива. Наиболее оптимальным количеством вводимой лактозы является дозировка 15 и 20 г/дм³.

На следующем этапе исследований определенное количество лактозы (5, 10, 15 и 20 г/дм³) вводили на стадии дображивания и созревания молодого пива. Вначале процесс главного брожения вели при температуре 15-17°С в течение 7 суток, затем опытные и контрольный образцы молодого пива, в которых основная дрожжевая масса осела на дно бродильной емкости, снимали с осадка, вносили различное количество лактозы и направляли на дображивание в течение 21 суток при температуре 0–2 °С.

Процесс дображивания и созревания пива контролировали по изменению физико-химических показателей готового пива: содержанию редуцирующих сахаров, действительной степени сбраживания, накоплению этилового спирта и активной кислотности. Сводные данные по полученным физико-химическим показателям исследуемых образцов приведены в таб. 1.

Анализ данных табл.1 показал, что при увеличении количества вносимой лактозы содержание редуцирующих сахаров возрастает относительно контрольного образца, соответственно действительная степень сбраживания с увеличением дозировки лактозы уменьшается, однако содержание этилового спирта во всех образцах незначительно отличается.

Таким образом, анализ данных, полученных в процессе дображивания и созревания молодого пива с введением различных количеств лактозы, показал, что качественные показатели готового пива в опытных образцах находились в пределах нормы и существенно не изменялись по отношению к контрольному образцу. Однако стоит отметить, что потребление редуцирующих сахаров проходило более интенсивно в опытных образцах с содержанием лактозы 5–15 г/дм³. Полученные данные согласовываются с данными об изменении действительной степени сбраживания. Увеличение накопления этилового спирта происходит незначительно: в опытных образцах содержание этилового спирта выше на 0,4–1,0 %. Наиболее оптимальным количеством вводимой лактозы на стадии дображивания и созревания пива является дозировка 15 г/дм³.

Следующим этапом при изучении качественных показателей полученных образцов готового пива было проведение их органолептической оценки. Производилась экспертная оценка полученных образцов готового пива методом ранжирования, включающая в себя следующие виды работ: формирование группы экспертов (фокус-группы), подготовка экспертных анкет, опрос экспертов, обработка полученных результатов и их математический анализ.

Созданной фокус-группой было проведено ранжирование образцов готового пива по органолептическим свойствам, выполнена математическая обработка полученных данных (степень согласованности мнений экспертов, коэффициент конкордации, распределение Пирсона и статистика Фридмана), которая позволила наиболее точно выявить образцы пива с наилучшими качественными показателями и убедиться в достоверности экспертной оценки.

Таблица 1. Физико-химические показатели исследуемых образцов пива
Table 1. Physicochemical indicators of the studied beer samples

Наименование образца	Показатели							
	рН		Содержание редуцирующих сахаров, г/100 см ³		Действительная степень сбраживания, %		Содержание спирта, масс. %	
	1 сутки дображивания	21 сутки дображивания	1 сутки дображивания	21 сутки дображивания	1 сутки дображивания	21 сутки дображивания	1 сутки дображивания	21 сутки дображивания
Контроль	4,30 ± 0,05	4,25 ± 0,05	1,63 ± 0,02	1,11 ± 0,02	60,00 ± 0,01	65,38 ± 0,01	5,09 ± 0,02	5,25 ± 0,01
Содержание лактозы 5 г/дм ³	4,30 ± 0,05	4,30 ± 0,05	2,65 ± 0,02	2,27 ± 0,02	57,77 ± 0,01	60,74 ± 0,02	5,13 ± 0,01	5,27 ± 0,02
Содержание лактозы 10 г/дм ³	4,30 ± 0,05	4,28 ± 0,05	3,37 ± 0,02	2,97 ± 0,02	55,71 ± 0,02	58,57 ± 0,01	5,12 ± 0,03	5,27 ± 0,02
Содержание лактозы 15 г/дм ³	4,30 ± 0,05	4,28 ± 0,05	3,92 ± 0,02	3,48 ± 0,02	53,79 ± 0,01	57,24 ± 0,01	5,15 ± 0,01	5,30 ± 0,02
Содержание лактозы 20 г/дм ³	4,3 ± 0,05	4,29 ± 0,05	4,45 ± 0,02	3,97 ± 0,02	52,00 ± 0,01	55,33 ± 0,01	5,17 ± 0,01	5,29 ± 0,01

В результате проведения экспертной оценки образцов готового пива установлено, что они обладают хорошими потребительскими свойствами, характеризуются приятным гармоничным вкусом, имеют легкий сливочный тон как во вкусе, так и в аромате. С увеличением дозировки лактозы в представленных на дегустацию образцах интенсивность сливочных и молочных оттенков увеличивается.

Была проведена сравнительная оценка готового пива с оценкой физико-химических и органолептических характеристик контрольного и опытных образцов (рис.6). Установлено, что наилучшими характеристиками, по сравнению с другими образцами, обладал образец с добавлением 15 г/дм³ лактозы на стадии главного брожения. Он обладал наиболее полным и гармонично сложным вкусом, с умеренным сливочным оттенком, а также чистым, свежим, выраженным ароматом. Хмелевая горечь — мягкая, слаженная, соответствующая типу пива, пена компактная, устойчивая, хорошо прилипающая, высотой не менее 30 мм и стойкостью не менее 4 минут. Пиво хорошо выброжено, прозрачное с блеском, без взвесей, с мягкой слаженной слегка остающейся хмелевой горечью.

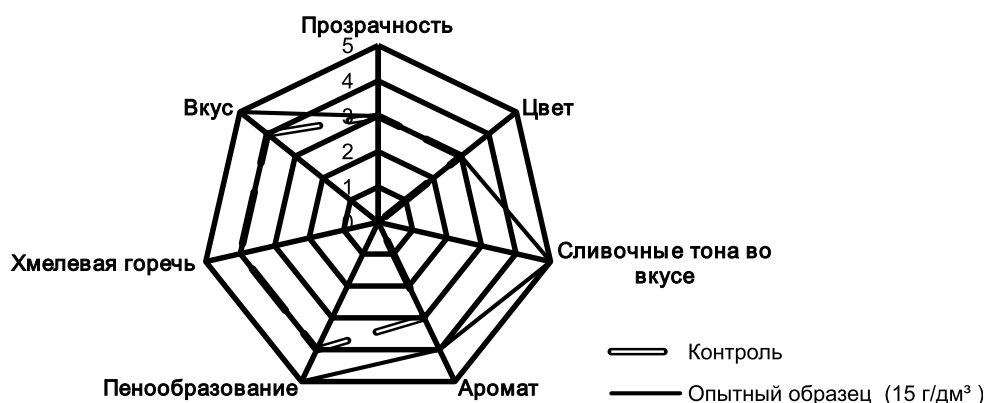


Рис. 6. Органолептический профиль вкуса готового пива с добавлением 15 г/дм³ лактозы на стадии главного брожения

Fig.6. Organoleptic profile of the taste of finished beer with the addition of 15 g / dm³ lactose at the main fermentation stage

Заключение. Таким образом, показана возможность использования лактозы при производстве крафтовых сортов пива верхового брожения типа Milkshake IPA. Установлено, что оптимальным является введение лактозы в количестве 15 г/дм³ на стадии главного брожения, что позволяет получать готовое пиво с оригинальными органолептическими характеристиками, а также способствует расширению ассортимента, повышению качества и конкурентоспособности готового напитка.

Список использованных источников

1. Методы получения безалкогольного и слабоалкогольного пива / К.В. Кобелев [и др.] // Пиво и напитки. — 2020. — №2. — С.24–30.
2. Разработка технологии производства напитков функционального назначения на основе пивного сула // Е.А. Сосюра [и др.] // Пиво и напитки. — 2019. — №1. — С.38–42.
3. Porter, J. R. Manganese in brewing raw materials, disposition during the brewing process, and impact on the flavor instability of beer / J.R. Porter, C.W. Bamforth // *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. — 2016. — № 74(2). — С. 87–90.
4. Наумова, Н. Л. Качественные характеристики пива как фактор конкурентоспособности продукции / Н.Л. Наумова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. — 2013. — Т.7, №3. — С. 144–147.
5. Назарова, Ю. С. Маркетинговые исследования по изучению потребительского спроса на крафтовый сорт пива стиля Milkshake IPA / Ю.С. Назарова, И.Д. Коптюг, Ю.А. Ковалева // Материалы XIII Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» Могилев, 23-24 апреля 2020 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. — Могилев, 2020. — С. 45–46.
6. Назарова, Ю. С. Исследования по изучению потребительских предпочтений на крафтовый сорт пива стиля Milkshake IPA // Ю.С. Назарова // Материалы XVII Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество», Новосибирск, 18-19 ноября 2020 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. — Новосибирск, 2020. С. 435–437.
7. Тимкин, В. А. Разработка нанобиомембранной технологии производства лактозы как фактор продовольственной безопасности Уральского региона / В.А. Тимкин, О.А. Мазина, Г.Б. Пищиков // Известия Уральского государственного экономического университета. — 2014. — № 3. — С. 12–18.
8. Способ производства концентрированного раствора лактозы: пат. 2555411 РФ, МПКС12G3 /06 / Тимкин В. А., Мазина О. А, Пищиков Г. Б., заявитель ФГБОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет». — № 2014109815 / 13; заявл. 13.03.2014; опубл. 10.07.2015 // Бюлл. — 2015. — №4.
9. Мазина, О. А. Технология производства концентрированного раствора лактозы из молочной сыворотки / О. А. Мазина, В. А. Тимкин, Г. Б. Пищиков // Пища экология качество: Труды XI международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2014. С. 123-126.
10. Способ обработки алкогольных напитков: пат. 2196172 РФ, МПКС12G3 /06 / Ким В.В., Киселев Н.А., Евдокимов И.А., Серов А.В., Петренко М.Г., заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Холдинг». — № 99118935 / 13; заявл. 27.08.1999; опубл. 10.01.2003 // Бюлл. — 2003. — №5.

11. Полянский, К. К. Кристаллизация лактозы: физико-химические основы / К. К. Полянский, А. Г. Шестов. — М.: Изд-во ВГУ. — 1995. — 184 с.
12. Меледина, Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т. В. Меледина. — СПб.: «Профессия». — 2003. — 304 с.
13. Ермолаева, Г. А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. — СПб.: «Профессия», 2004. — 536 с.
14. Слюсаренко, Т. П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств / Т.П. Слюсаренко. — М.: Легкая и пищевая промышленность. — 1984. — 207 с.

Информация об авторах

Назарова Юлия Станиславовна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (212027, Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3). E-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

Саманкова Наталья Викторовна — кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения непродовольственных товаров УО «Белорусский государственный экономический университет», (220070, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Свердлова, 7). E-mail: samankova@list.ru.

Information about the authors

Nazarova Yulia Stanislavovna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology, EE «Belarusian State University of Food and Chemical Technologies» (Shmidta Ave., 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

Samankova Natalya Viktorovna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Science of Non-food Products, EE «Belarusian State Economic University» (Sverdlova st., 7, 220070, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: samankova@list.ru.