

УДК 663.533

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСТИЛЛЯТОВ ДЛЯ ВИСКИ В УСЛОВИЯХ АЛКОГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ БЕЛАРУСИ

Е. А. Цед, С. В. Волкова, В. А. Новикова

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Перспективное направление развития алкогольной отрасли Республики Беларусь – производство «элитных» крепких алкогольных напитков, и, в частности, виски. Традиционное качество виски зависит от вида и качества применяемого сырья – ячменного солода, несоложенных зернопродуктов, а также технологии получения из них дистиллятов, составляющих основу готового напитка. Цель исследования – получение дистиллятов для виски на основе зернового сырья белорусской селекции в условиях отечественных предприятий. Научная задача – оценка влияния различных технологических факторов на показатели качества дистиллятов и их вкусо-ароматический профиль.

Материалы и методы. Тритикале сорта «Антось» белорусской селекции (ГОСТ 34023), ферментные препараты: Вискоферм (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009), Ликвафло (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009); Сахзайм Плюс 2Х (СанПиН 2.3.2.1078). Дрожжи сухие спиртовые *Saccharomyces cerevisiae* в соответствии с ТУ РБ 100104781.010-2005. Общепринятые в спиртовом производстве методы исследования.

Результаты. Установлено, что сочетание технологических факторов таких как размеры частиц помола, гидромодуль, режимы гидротермической обработки замеса, являются определяющими с точки зрения получения висковых дистиллятов с целенаправленно заданными показателями качества. Наиболее гармоничными органолептическими характеристиками – яркими злаковыми тонами в сочетании с легкими цветочными нотами – характеризовался висковый дистиллят, полученный из тритикале сорта «Антось» белорусской селекции при следующих технологических режимах – размер частиц помола 1,2 мм, гидромодуль 1:3, водно-тепловая обработка замеса по режиму «жесткой схемы». Гидротермическая обработка замеса по режимам механико-ферментативной схемы («мягкая схема») также позволяет получать висковый дистиллят с высокими органолептическими показателями, но требует дополнительного подбора ферментных препаратов и регулирования температурно-временных выдержек.

Выводы. Использование тритикале сорта «Антось» белорусской селекции позволяет получать дистиллят для виски по показателям качества, не уступающего традиционному. Результаты исследования расширяют область научно-практических знаний о технологии получения виски из отечественного сырья для создания национальных алкогольных напитков, относящийся к линейке мировых брендов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: виски; технология; дистиллят; тритикале; размеры частиц помола; гидромодуль; режимы водно-тепловой обработки замеса.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Цед, Е. А. Технология получения дистиллятов для виски в условиях алкогольной отрасли Беларуси / Е. А. Цед, С. В. Волкова, В. А. Новикова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 102–114.

TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF WHISKY DISTILLATE IN FOCUS OF THE ALCOHOLIC BEVERAGES INDUSTRY OF BELARUS

E. A. Tsed, V S. Volkova, A. V. Novikova

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. A promising direction for the development of the alcoholic beverages industry of the Republic of Belarus is the production of "elite" spirits, and, in particular, whisky. The traditional quality of whisky depends on the type and quality of the raw materials used – barley malt, unmalted grain products, as well as the technology for obtaining distillates from them, which form the basis of the finished drink. The purpose of the study is to obtain distillates for whisky based on grain raw materials of Belarusian selection at national enterprises. The scientific task is to assess the influence of various technological factors on the quality indicators of distillates and their flavor and aroma profile.

Materials and methods. "Antos" variety triticale of Belarusian selection, enzyme preparations: Viscoferm (Certificate Number BY.70.06.01.009), Liquaflo (Certificate Number BY.70.06.01.009); Saczyme *Plus 2x* (SanPiN 2.3.2.1078). Dry alcoholic yeast *Saccharomyces cerevisiae* in accordance with TU RB 100104781.010-2005. Generally accepted in alcohol production research methods.

Results. It is established that the combination of technological factors such as the size of the grinding particles, hydromodule and modes of hydrothermal processing of the batch are decisive for obtaining whiskey distillates with specified quality indicators. The best organoleptic characteristics – bright cereal tones combined with light floral notes – were observed in the whisky distillate obtained from the triticale of "Antos" variety of Belarusian selection under the following technological modes – the size of the grinding particles is 1.2 mm, hydromodule is 1:3, water-heat treatment of the batch was carried out by the "rigid scheme" mode. Hydrothermal processing of the batch by mechanical-enzymatic scheme ("soft scheme") also allows us to obtain a whisky distillate with high organoleptic indices, but requires additional selection of enzyme preparations and regulation of time-temperature parameters.

Conclusions. The use of "Antos" variety triticale of Belarusian selection makes it possible to obtain distillate for whisky in terms of quality that is not inferior to the traditional one. The results of the study expand the area of scientific and practical knowledge about the technology of obtaining whisky from local raw materials for the production of Belarusian alcoholic beverages related to the line of world brands.

KEY WORDS: *whisky; technology; distillate; triticale; grinding particle sizes; hydromodule; modes of water-heat treatment of batch.*

FOR CITATION: Tsed, E. A. Technology for the production of whisky distillate in focus of the alcoholic beverages industry of Belarus / E. A. Tsed, V S. Volkova, A. V. Novikova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 102–114 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Современная белорусская алкогольная продукция благодаря своему высокому качеству и доступной цене пользуется большой популярностью среди как отечественных, так и зарубежных потребителей. Причем особое внимание отечественные производители в настоящее время уделяют выпуску «элитного алкоголя», к которому относится такая продукция как виски, коньяк, ром, текила, отличающиеся применяемым сырьем (зернопродукты, виноград, тростниковый сахар) и особенностями органолептических свойств. Однако возможность использования местного растительного сырья для данной категории напитков весьма ограничена. Учитывая, что почвенно-климатические условия Республики Беларусь наиболее благоприятны для выращивания определенных зерновых культур, то с этой точки зрения наиболее перспективным является производство виски в сравнении с производством коньяка или рома. Исходя из этого, предприятия Республики Беларусь – ООО «Винокурня Нарочь» и другие отечественные производители начали осваивать производство виски.

Общеизвестно [1–5], что основные разновидности виски сформированы исходя из сырьевого компонента, используемого для производства напитка: *Malt whisky* – чисто солодовое виски, изготовленное из ячменного солода (реже – ржаного), которое в свою очередь подразделяется на: односолодовое (*single malt*) виски, произведенное одной винокурней с выдерж-

кой от 8 до 15 лет; бочковое (*Vatted Malt*, реже *Pure Malt*) – смесь односолодовых виски, произведенных на разных винокурнях; однобочковое (*single cask*) – солодовое виски, взятое из одной бочки, разбавленное водой до стандарта (40% об.); виски естественной крепости (*Cask Strength*), снизившейся лишь за счет испарения спирта в ходе выдержки, без разбавления водой.

Другим направлением производства виски с учетом сырьевого компонента является *Grain whisky* [6]. Это виски, изготовленные из других видов несоложенных зернопродуктов с последующим их осахариванием ячменным солодом. Сырьем для этого типа виски служат практически все виды зернопродуктов – ячмень, пшеница, рожь, кукуруза, овес и др. Зерновое виски созревает быстрее солодового, достигая зрелости уже через три года выдержки. Однако для получения элитных купажей напитков выдерживают в бочках по 12 и более лет, так как возраст напитка определяется по самому молодому виски. Различают: *Single Grain* – зерновое виски, произведенный на одном винокуренном заводе; *Pure (Vatted) Grain* – комбинация нескольких зерновых виски разных винокуренных заводов; *Grain Single Barrel* – «однобочковое» зерновое виски.

Кроме того, на рынках широко представлено виски *Blended whisky*, представляющее собой смешанное виски, полученное путем купажирования солодового виски с зерновым. Соотношение солодового и зернового виски в различных типах напитков варьирует от 10 до 90 %. Чем выше процент солодового виски в купаже, тем оно качественнее и дороже. Основная цель купажирования состоит в том, чтобы за счет разных по вкусу сортов солодового и зернового виски сформировать гармоничный напиток [7–9].

Следует также отметить, что существуют свои различные национальные особенности в применении сырья и технологических особенностей производства виски (степень дистилляции, продолжительность выдержки, тип бочек, используемых для выдержки напитка, разнообразие стадии купажирования), что послужило в выделении пяти основных типов виски в зависимости от страны-производителя – шотландский, ирландский, американский, канадский и японский [2].

Производство Шотландского виски регулирует нормативный документ «The Scotch Whisky Regulations 2009» [10], согласно которому виски производят только из ячменного солода (*Scotch Whisky*) и с применением традиционных методов – двойной (реже тройной) дистилляции, в медных кубовых аппаратах, с последующей выдержкой дистиллята в дубовых бочках не менее трех лет. Для сушки солода в качестве топлива используют торф, который придает солоду особые горелые тона [11]. Шотландское солодовое виски подразделяется на несколько типов – *Single malt* (односолодовое виски, произведенное одной винокурней, возможен купаж разных лет выдержки), *Vatted malt* (смесь нескольких односолодовых виски), *Single cask* (односолодовое виски из одной бочки), *Cask strength* (виски бочковой крепости от 56 до 65 % об).

Купажированное виски, по классификации *Scotch Whisky Association* (Ассоциации шотландского виски), подразделяется на *Standard blend* (стандартный купаж), *De luxe blend* (купаж де люкс) и *Premium* (премиум) [11]. В купаже *Standard* все индивидуальные спирты выдержаны не менее трех лет, что требуют нормативные документы. В купажах *De luxe* все спирты выдержаны не менее 12 лет. От купажей другого класса их отличает более высокий процент солодового виски, в среднем, не менее 35 %. *Premium* купаж – все индивидуальные спирты выдержаны более 12 лет, причем содержание солодового виски может достигать 60 % и более.

Ирландское виски отличается от шотландского как написанием слова «виски» – *Whiskey*, вместо *Whisky*, так и технологией получения напитка [12]. Главной отличительной особенностью ирландского виски является отсутствие в нем дымного привкуса, в результате чего напиток характеризуется отсутствием излишней резкости и сивушного тона. В качестве сырье-

вой основы используют смесь ячменного солода и ржи, причем перегонка бражки осуществляется не менее трех раз, в то время как в технологии шотландского виски применяют двукратную перегонку. Различают следующие типы ирландского виски: *Single malt* – виски из ячменного солода, произведенного на одном предприятии; *Pure malt* – смесь разных сортов *single malt*, произведенных на разных винокуренных заводах; *Pot still* – традиционное ирландское виски из смеси соложенного (от 20 до 50%) и несоложенного ячменя с добавками ржи, пшеницы, кукурузы и овса. В отличие от шотландского зернового виски перегоняется только на кубовых перегонных аппаратах; *Grain* – зерновое виски из несоложенных кукурузы и ячменя с осахариванием ячменным солодом. Используется для купажирования и изготавливается на перегонных аппаратах непрерывного действия (ректификационных колоннах); *Blend* – смесь разных сортов солодового виски и зернового [12–13].

Американское виски (*American Whiskey*) обычно имеет ирландский вариант написания – *Whiskey*, причем в законодательных актах используется и термин «*Whisky*» [12–15]. При производстве американского виски используется кукуруза и рожь, причем часто они используются без соложения с использованием осахаривания ячменным солодом.

Технология американского виски отличается от традиционного шотландского напитка отсутствием сушки солода с использованием дыма (как в технологии ирландского виски), и выдержкой только в новых обугленных дубовых бочках. Виски имеет сладковатый привкус и золотистый оттенок. Существует значительное количество типов американского виски, однако принципиально выделяют следующие типы. Простое виски (*Straight Whiskey*) получают путем перегонки осахаренного с сброженного зернового сусла, состоящего на 51 % засыпи из одного злака и 49 % из других злаковых [15]. Может разбавляться водой для корректировки крепости не выше 62,5 % об., и выдерживается не менее 2 лет в новых обожженных дубовых бочках. Производятся на одном предприятии. Для сохранения вкусо-ароматических свойств сырья простое виски должно иметь крепость не более 80 % об. и разлито в бутылки при крепости не ниже 40% об. Не допускается использование ректифицированного спирта и каких-либо добавок. Американского виски имеют следующие виды: Бурбон (*Bourbon*) – самое известное и старое американское виски, которое производят из засыпи зернопродуктов, содержащей не менее 51 % кукурузы. Существует несколько разновидностей бурбона: *Standart Bourbon* – смесь дистиллятов из разных бочек, в том числе различных сроков выдержки; *Small mash Bourbon* – смесь специально отобранных виски из небольшого количества бочек; *Single barrel Bourbon* – «однобочковый» бурбон.

Кукурузное виски (*Corns whiskey*) – изготавливается из сусла с содержанием кукурузы свыше 80 %. В технологии получения данного типа виски отсутствует стадия выдержки, имеет резкий и грубоватый привкус. Ржаное виски (*Ryese whiskey*) – получают путем перегонки сусла из засыпи зернопродуктов, содержащей не менее 51 % ржи. Рожь придает виски пряный аромат с оттенком мяты и аниса, а также насыщенный вкус с характерной горчинкой. Пшеничное виски (*Wheat whiskey*) – производится из засыпи зернопродуктов, содержащей не менее 51 % пшеницы. Купажированное виски (*Blended Whiskey*), в составе которого 20 % *straight whiskey*, и оставшиеся 80 % могут содержать другие сорта виски или дистиллятов. Светлое виски (*Lightss Whiskey*), особенностью которого является дистилляция при высоких температурах до крепости 80 % об. и кратковременно настаивание в новых или ранее использованных дубовых бочках, что делает напиток светлого цвета без особенного вкуса и почти без аромата. Бесцветный дистиллят кубовой перегонки сразу разливается в стеклянную тару. *Malt whiskey* – солодовое виски, которое произведено в США по шотландскому типу. *Sour Mash Whiskey* – это виски на кислом сусле, для получения которого используют метод «закваски». Суть данного метода состоит в том, что около четверти отфильтрованного кубового остатка добавляют в сусло на стадии затирания, что позволяет сохранить постоянным вкусо-ароматический профиль готового напитка. *Sweet Mash Whiskey* – это виски на без

добавления кубового остатка, т.е. для затирания зернопродуктов используется только свежая вода. *Tennessee Whiskey* – виски из Теннесси, особенностью изготовления которого является предварительная фильтрация дистиллята через 3-метровые фильтры, наполненные кленовым углем. Такое производство применяют только в штате Теннесси, что нашло отражение в названии виски.

Канадские виски (*Canadian Whiskey*) обладают утонченным, легким, фруктовым, горьковатым вкусом [9]. Отличие технологии канадского виски заключается в том, что зрелая бражка из различных сортов зерна отдельно подвергается непрерывной перегонке в аппарате Коффи, состоящим из двух расположенных рядом ректификационных колонн. После перегонки дистилляты смешивают и выдерживают, т.е. купаж, в отличие от технологий других стран, изготавливается до выдержки. По законам Канады, виски должно быть получено из различных зерновых культур, выращенных в Канаде, и выдержан в новых или уже использованных дубовых бочках объемом не более 680 литров не менее трех лет. В его состав разрешается добавлять до 9 % посторонних компонентов – ароматизаторов, вин, спиртов, произведенных вне Канады [16, 17].

Различают *Base whisky* – базовое виски, которое безвкусно и обладает слабым ароматом и *Flavoring whisky* – виски-ароматизатор. *Flavoring whisky* производят из ржаного солода с последующей ректификацией в колоннах непрерывного действия, в то время как базовое виски готовят из зерновой смеси, в которой может быть до 98 % кукурузы и 2 % ячменного солода. Обычно в базовом напитке используют больше ячменного и ржаного солода – до 10 %. На некоторых производствах для виски-ароматизатора применяют традиционную двойную перегонку в медных кубах, причем делают его из 100 % ржаного солода. Именно ржаная составляющая придает канадскому виски характерный островато-пряный аромат. Чем больше процент ржи, тем сильнее пряный тон и характер напитка. Виски-ароматизатор также производят в колоннах непрерывного действия до крепости 65 % об., что позволяет сохранять в дистилляте вторичные ароматические и вкусовые компоненты [16, 17]. Базовое виски дистиллируют до крепости 96 % об., при этом спирт получается очень чистым, что сравним по качеству со спиртом для приготовления некоторых водок. Канадское виски выдерживают в дубовых бочках 4–8 лет (до 20 лет), но не менее трех лет.

Таким образом, учитывая тенденции и разнообразие технологических решений, применяемых при производстве зарубежных сортов виски, целью данного исследования являлась разработка технологии производства висковых дистиллятов, составляющих основу готового виски, в условиях отечественных предприятий с использованием зернового сырья белорусской селекции. Научная задача – оценка влияния различных технологических факторов на показатели качества дистиллятов и их вкусо-ароматический профиль.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научно-исследовательская работа проводилась в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» на кафедре технологии пищевых производств. В качестве объектов исследования служили следующие виды сырья: тритикале разных сортов белорусской селекции (ГОСТ 34023), ферментные препараты: Вискоферм (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009), Ликвафло (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009); Сахзайм Плюс 2Х (СанПиН 2.3.2.1078). Дрожжи сухие спиртовые *Saccharomyces cerevisiae* в соответствии с ТУ РБ 100104781.010-2005.

В работе были использованы комплексные физико-химические, микробиологические и биохимические методы исследований общепринятые в спиртовой отрасли. Содержание крахмала в зерне определяли по ГОСТ 10845, абсолютную массу зерна – по ГОСТ ISO 520 [18], натуру зерна – по ГОСТ 10840 [19], титруемую кислотность зерна – по ГОСТ 10844 [20], влажность зерна – по ГОСТ 13586.5 [21], засоренность зерна – по ГОСТ 13586.2 [22],

содержание белка методом Кельдаля – по ГОСТ 26889 [23], органолептические показатели по ГОСТ 10967 [24], содержание жира – по ГОСТ 31700 [25], зольность – по ГОСТ 26226 [26], энергию прорастания и способность прорастания – по ГОСТ 10968 [27], содержание гемицеллюлозы, содержание пентозанов по методикам [28]. Определение содержания крахмала – по ГОСТ 12136 [29], определение концентрации этилового спирта, содержание действительной концентрации сухих веществ в зрелой бражке – по ГОСТ 32095 [30], общее содержание растворимых сбраживаемых углеводов в сусле и несброженных углеводов в зрелой бражке по ГОСТ 31683 [31], амилолитическую активность – методом Виндиша-Кольбаха [32], содержание аминного азота методом [32], содержание редуцирующих веществ методом Бертрана [32], титруемую кислотность, общее количество дрожжевых клеток, содержание мертвых клеток, гликогена и почкующихся клеток по общепринятым в спиртовом производстве методикам [32]. Статистическую обработку результатов исследования и формирование базы данных с результатами исследований проводили с использованием программы MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для создания национального напитка, относящегося к типу виски, была выбрана зерновая культура тритикале, представляющая собой пшенично-ржаной гибрид, в котором сочетаются высокая пластичность и урожайность ржи, и качество пшеницы. Тритикале хорошо адаптирована к почвенно-климатическим условиям Республики Беларусь и характеризуется высокой урожайностью (в среднем от 37,7 до 43,4 ц/га). Однако, с позиции производства виски данная культура изучена недостаточно, в связи с чем требуется проведение комплексных исследований, направленных на выявление технологических достоинств данной перспективной зерновой культуры для создания и производства отечественного виски.

Вначале работы была проведена технологическая оценка качества пяти сортов тритикале белорусской селекции – состояние, цвет, запах, натура, влажность, массовая доля сорной примеси, содержание крахмала, аминного азота, гемицеллюлоз и пентозанов, зольность и др., которые позволили определить наиболее перспективные сорта тритикале белорусской селекции с точки зрения получения вискового сусла (табл.1).

Табл. 1. Физико-химические и физиологические показатели качества тритикале белорусской селекции

Table 1. Physico-chemical and physiological quality indicators of Belarusian selection triticale

Наименование показателя	Сорта тритикале				
	«Антось»	«Кастусь»	«Дубрава»	«Импульс»	«Прометей»
Абсолютная масса, г	47,4±0,6	34,4±0,6	39,3±0,5	42,6±0,6	37,3±0,5
Содержание крахмала, %	63,80±0,12	52,53±0,11	60,04±0,12	62,61±0,11	58,35±0,11
Редуцирующие сахара, г/100 см ³	0,59±0,01	0,39±0,01	0,52±0,01	0,57±0,01	0,47±0,01
Содержание белка, %	12,72±0,23	12,64±0,23	12,42±0,22	11,65±0,21	11,85±0,22
Аминный азот, мг/100 см ³	11,49±0,57	11,35±0,57	10,44±0,52	10,27±0,51	11,28±0,56
Содержание жира, %	2,91±0,21	2,83±0,21	2,43±0,17	2,61±0,19	3,15±0,23
Зольность, %	1,95±0,02	1,78±0,02	1,83±0,02	1,94±0,02	1,85±0,02
Титруемая кислотность, град.	1,3±0,1	2,0±0,1	1,8±0,1	2,2±0,1	2,0±0,1
Энергия прорастания, %	94±2,3	93±2,2	93±2,3	91±2,2	91±2,3
Способность прорастания, %	98±2,4	97±2,4	96±2,3	95±2,2	96±2,4
Содержание гемицеллюлозы, %	6,9±0,6	7,2±0,7	7,6±0,7	7,4±0,6	8,0±0,6
Содержание пентозанов, %	4,8±0,2	6,9±0,2	5,7±0,2	5,4±0,2	6,2±0,2

Установлено, что наиболее высокими физико-химическими и физиологическими показателями качества характеризовалось тритикале сорта «Антось», а именно, сочетанием высокого содержания крахмала, абсолютной массы, аминного азота и др., и пониженного содержания гемицеллюлоз и пентозанов. Таким образом, данный сорт был выбран для дальнейшего использования при проведении исследований. Сравнительный анализ показателей качества указанного сорта тритикале на соответствие нормативным требованиям представлен в табл. 2.

Табл. 2. Показатели качества тритикале сорта «Антось» белорусской селекции

Table 2. Quality indicators of "Antos" variety triticale of Belarusian selection

Показатели	Тритикале	
	Требования ГОСТ 34023	Тритикале сорта «Антось»
Состояние	В здоровом, негреющемся состоянии	В здоровом, негреющемся состоянии
Цвет	Свойственный нормальному зерну тритикале, допускается любая степень обесцвеченности	Свойственный нормальному зерну тритикале
Запах	Свойственный здоровому зерну тритикале	Свойственный здоровому зерну тритикале
Натура, г/дм ³ , не менее	680–700	699,4
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	10,7
Массовая доля сорной примеси, %, не более	2,0–5,0	0,5
Зерновая примесь, %, не более	5,0–15,0	1,8
Абсолютная масса, г	–	47,4
Содержание крахмала, %	–	63,8
Зольность, %	–	1,9
Кислотность, град.	–	1,3

Как следует из полученных экспериментальных данных, показатели качества исследуемого тритикале сорта «Антось» соответствовали установленным нормативным требованиям и данное сырье возможно использовать для получения вискового суслу.

Представляло интерес исследовать влияние технологических факторов на показатели качества вискового суслу, зрелой бражки и дистиллята, полученных из тритикале белорусской селекции. Факторами исследования были выбраны: величина частиц помола зернопродуктов (Ф 1), соотношение воды и зернопродуктов в замесе (гидромодуль) (Ф 2), режимы водно-тепловой обработки замеса (Ф 3). Изучение влияния вышеуказанных факторов включало в себя исследование закономерностей протекания физико-химических и биохимических процессов при получении вискового суслу и последующего его сбраживания. Кроме того, исследовали взаимосвязь вышеуказанных факторов на фракционный состав летучих компонентов дистиллятов двойной перегонки и их органолептические свойства.

Изучение влияния фактора (Ф 1) величины частиц помола зернопродуктов в замесе осуществляли в образцах суслу с использованием трех размеров частиц дробленого сырья:

- помол с размерами частиц 2 мм (образец № 1);
- помол с размерами частиц 1,5 мм (образец № 2);
- помол с размерами частиц 1,2 мм (образец № 3).

Висковое суслу готовили по следующим технологическим режимам водно-тепловой обработки. Дробленое зерно смешивали с водой в соотношении 1:3,5. Полученный замес подогревали до температуры 50–55 °С, вносили ферментные препараты Вискоферм целлюлолити-

ческого спектра действия из расчета 0,22 ед/т сухих веществ и Ликвафло амилолитического спектра действия из расчета 2 ед/г условного крахмала, и выдерживали при этой температуре в течении 60 мин. Затем температуру замеса повышали до значения 65–70 °С и выдерживали в течении 60 мин. После этого замес нагревали до температуры 90 °С, продолжительность выдержки составляла 60 мин. Затем разваренную массу охлаждали до температуры 56–58 °С и осуществляли осахаривание ферментным препаратом глюкоамилазного спектра действия Сахзайм плюс 2х из расчета 8 ед/г, продолжительность выдержки составляла 30 мин. Полноту осахаривания определяли по йодной пробе. В полученных образцах определяли: содержание сухих веществ (СВ), массовую концентрацию растворимых углеводов (РУ), содержание аминного азота (АА), титруемую кислотность (ТК). Полученные результаты представлены на рис.1.

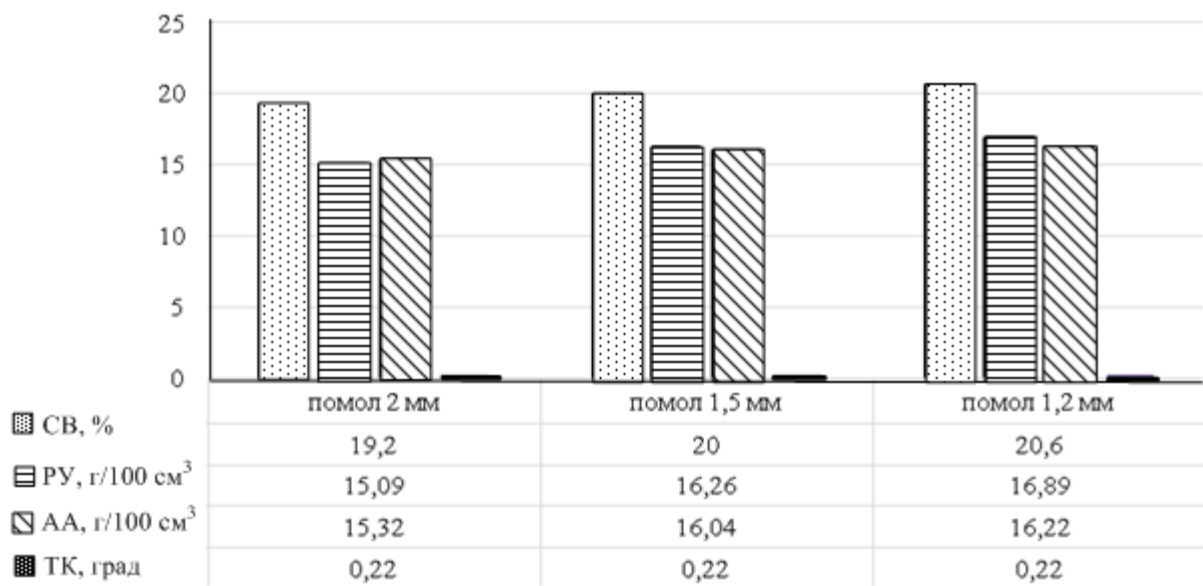


Рис. 1. Показатели качества вискового сусла в зависимости от размера частиц замеса

Fig. 1. Quality indicators of whisky wort depending on the size of batch particles

Как следует из полученных экспериментальных данных, степень помола используемых зернопродуктов оказывает существенное влияние на показатели качества получаемого сусла. Установлено, что с увеличением размера частиц помола наблюдалось прямолинейное снижение всех водорастворимых веществ: содержания сухих веществ снижалось на 2,9–7,8 %, растворимых сбраживаемых веществ – на 3,7–10,7 %, аминного азота – на 2–6 %. На титруемую кислотность сусла степень дробления зернопродуктов влияния не оказывала, значение таковой оставалась на одном уровне. Таким образом, увеличение размера частиц в замесе приводит к снижению степени экстракта получаемого сусла.

Исследования по определению влияния гидромодуля (Ф2) на показатели качества сусла, включали в себя два параметра:

– гидромодуль 1:3 (образец № 4): дробленое сырье смешивали с водой в соотношении 1:3 и далее осуществляли получение сусла по выше указанным режимам;

– гидромодуль 1:3,5 (образец № 5). Дробленое сырье смешивается с водой в соотношении 1:3,5 и далее осуществляли получение сусла по выше указанным режимам.

В полученных образцах сусла определяли показатели качества аналогично предыдущей серии опытов. Полученные результаты представлены на рис. 2.

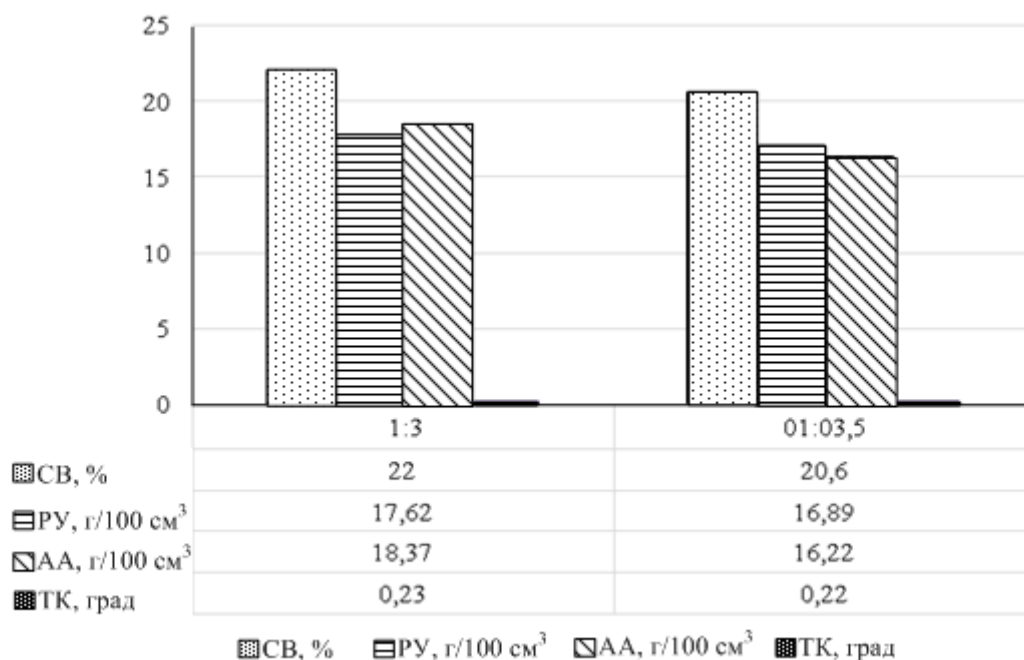


Рис. 2. Показатели качества вискового сусла в зависимости от гидромодуля замеса

Fig. 2. Quality indicators of whisky wort depending on batch hydromodule

Как следует из полученных экспериментальных данных (рис. 2) гидромодуль замеса оказывал влияние на показатели качества получаемого сусла. Установлено, что с уменьшением соотношения воды и зернопродуктов наблюдалось увеличение содержания сухих веществ на 6,8 % (СВ), растворимых сбраживаемых веществ на 13,4 % (РУ), аминного азота на 12,9 % (А). Титруемая кислотность несколько повысилась при уменьшении гидромодуля. Таким образом, на основании результатов проведенных экспериментальных исследований оптимальным соотношением зернопродуктов и воды был выбран образец с гидромодулем – 1:3.

Для выявления влияния фактора 3 – влияние режимов разваривания на показатели качества сусла, полученного из тритикале белорусской селекции, были приготовлены образцы сусла с использованием двух режимов разваривания:

– «мягкий» режим» (образец № 6): дробленое зерно смешивали с водой в соотношении 1:3. Полученный замес подогревали до температуры 50–55 °С, вносили в замес ферментные препараты Вискоферм целлюлолитического спектра действия из расчета 0,22 ед/т сухих веществ и Ликвафло амилолитического спектра действия из расчета 2 ед/г условного крахмала, продолжительность выдержки составляла 60 мин. Затем температуру замеса повышали до 65–70 °С, продолжительность выдержки составляла 60 мин. После этого замес нагревали до 90 °С, продолжительность выдержки составляла 60 мин; после чего разваренную массу охлаждали до температуры 56–58 °С и проводили осахаривание в течение 30 мин, предварительно задав фермент глюкоамилазного спектра действия Сахзайм плюс 2х из расчета 8 ед/г условного крахмала. Полноту осахаривания определяли по йодной пробе.

– «жесткий» режим» (образец №7): дробленое сырье смешивали с водой температурой 70 °С в соотношении 1:3, для сохранения подвижности замеса вносили ферментный препарат амилолитического спектра действия Ликвафло, продолжительность выдержки составляла 20 мин. Затем замес нагревали в автоклаве до температуры 105 °С и выдерживали его при этой температуре 60 мин. Затем разваренную массу охлаждали до температуры 56–58 °С и

проводили осахаривание, предварительно задав ферментные препараты амилолитического спектра действия Ликвафло из расчета 0,2 ед/г условного крахмала и глюкоамилазного спектра действия Сахзайм плюс 2х из расчета 6 ед/г условного крахмала. Осахаривание проводили в течение 30 мин. Полноту осахаривания определяли по йодной пробе. В полученных образцах сусла определяли показатели качества аналогично предыдущей серии опытов. Полученные результаты представлены на рис.3.

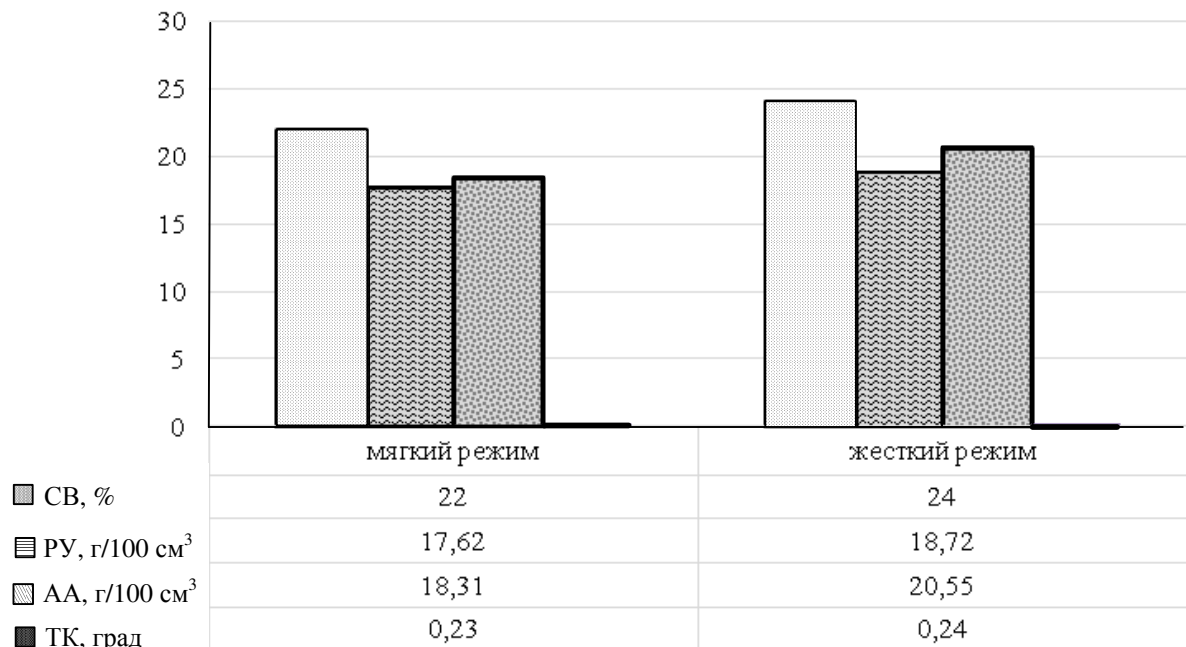


Рис. 3. Показатели качества вискового сусла в зависимости от режима водно-тепловой обработки замеса

Fig. 3. Quality indicators of whisky wort depending on water-heat treatment of batch

Как следует из полученных экспериментальных данных, режим водно-тепловой обработки оказывает влияние на показатели качества получаемого сусла. При разваривании сырья по «жесткому» режиму все контролируемые параметры увеличивались в сравнении с развариванием по «мягкому» режиму: содержание сухих веществ увеличивалось на 8,3 % (СВ), растворимых сбраживаемых веществ – на 5,9 % (РУ), аминного азота – на 10,9 % (А), титруемой кислотности – на 4,2 % (К). Однако, необходимо отметить, что применение «мягкого» разваривания позволяет снизить тепловую нагрузку на сусло, теплотраты на производство и обеспечивает направленность процесса брожения в сторону изменения фракционного состава летучих примесей получаемого дистиллята.

Таким образом, в ходе проведенных исследований были определены оптимальные технологические режимы приготовления вискового сусла из тритикале, обеспечивающих высокое содержание сухих веществ (22,0–24,0 %), растворимых углеводов (17,62–18,72 г/100 см³), аминного азота (18,31–20,55 мг/100 см³):

– 1 режим – «мягкое» разваривание, помол с размерами частиц 1,2 мм, гидромодуль 1:3, гидротермическая обработка (при 50–55 °С 60 мин + ФП, при 65–70 °С 60 мин, при 90 °С 60 мин), осахаривание при 56–58 °С 30 мин + ФП;

– 2 режим – «жесткое» разваривание, помол с размерами частиц 1,2 мм, гидромодуль 1:3, гидротермическая обработка (при 105 °С 60 мин), осахаривание при 56–58 °С 30 мин + ФП.

В следующей серии исследований полученные образцы сусла охлаждали до температуры

«складки», вносили дрожжевую разводку *Saccharomyces cerevisiae* в количестве 10 % от объема сусла и осуществляли процесс сбраживания. Брожение вели в течение 72 часов при температуре 30 °С. Полученные образцы зрелых бражек подвергали двойной перегонке. Вначале осуществляли перегонку зрелой бражки с получением первого отгона в объеме 40 % от первоначального объема зрелой бражки. Затем проводили вторую перегонку полученного дистиллята с разделением его по фракциям: головная, средняя и хвостовая. В каждой фракции определяли концентрацию этилового спирта и органолептические показатели. Сравнительный анализ показателей крепости полученных дистиллятов из зрелых бражек на основе тритикалевого сусла в зависимости от технологических факторов представлен в табл. 3.

Табл. 3. Параметры дистиллятов, полученных из зрелых бражек на основе сусла из тритикале

Table 3. Parameters of distillates obtained from fermented wash on the basis of triticale wort

Наименование образцов дистиллятов	Крепость первого отгона, % об.	Крепость средней фракции второго отгона, % об.	Органолептическая характеристика
Образец № 1 (Ф1) (помол 2,0 мм)	25,0	59,0	Характеризуется яркими злаковыми тонами в сочетании с присутствием легких цветочных нот
Образец № 2 (Ф1) (помол 1,5 мм)	28,0	60,0	Характеризуется приятным хлебным ароматом в сочетании с мягкими сивушными оттенками
Образец № 3 (Ф1) (помол 1,2 мм)	30,0	66,0	Характеризуется сложным сочетанием сивушного тона и злаковых оттенков
Образец № 4 (Ф2) (гидромодуль 1:3)	29,0	58,0	Характеризуется хлебными тонами в присутствии насыщенных цветочных нот
Образец № 5 (Ф2) (гидромодуль 1:3,5)	30,0	67,0	Характеризующиеся приятным хлебным ароматом в сочетании с мягкими спиртовыми оттенками
Образец № 6 (Ф3) («мягкий» режим разваривания)	29,0	68,0	Характеризуется яркими хлебными тонами
Образец № 7 (Ф3) («жесткий» режим разваривания)	33,0	70,0	Характеризуется умеренными злаковыми тонами в сочетании с выраженным сивушным тоном

Как следует из полученных экспериментальных данных, наиболее высокой крепостью средней фракции характеризовался образец № 7 – дистиллят, полученный из зрелой бражки на основе сусла из тритикале, разваренного по «жесткой» схеме. Данный образец обладал умеренными злаковыми тонами и хорошо выраженным сивушным тоном.

Яркими хлебными тонами и высокой крепостью средней фракции характеризовался также образец №6, полученный с применением «мягкой схемы» водно-тепловой обработки.

Следует отметить, что очень интересные органолептические характеристики формируются в дистилляте, полученном из тритикале с применением «мягкой схемы» водно-тепловой обработки и размером частиц помола 2 мм. При использовании данной технологической схемы несколько снижается выход и крепость получаемого дистиллята, однако органолептические свойства получаемого продукта достаточно высокие. Дистиллят характеризовался яркими злаковыми тонами в сочетании с легкими цветочными нотами, что является отличии-

тельным свойством высококачественных виски.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования позволили обосновать технологические параметры получения вискового суслу и дистиллята, полученных на основе тритикале белорусской селекции. Установлено, что сочетание таких технологических параметров как размеры частиц помола, гидромодуль, режимы гидротермической обработки замеса, являются определяющими с точки зрения получения висковых дистиллятов и формирования в них высоких органолептических свойств. Кроме того, показано, что использование тритикале сорта «Антось» белорусской селекции позволяет получать дистиллят для зернового виски высокого качества, не уступающего традиционному. Результаты исследования расширяют область научно-практических знаний о технологии получения виски из отечественного сырья для создания национальных алкогольных напитков, относящийся к линейке мировых брендов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Виски. Технические условия: ГОСТ 33281–2015. – Введ. 01.01.2017 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 20 с.
- 2 Макаров, С. Ю. Основы технологии виски / С. Ю. Макаров. – М.: ПРОБЕЛ-2000, 2011. – 196 с.
- 3 Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пиготт (ред.); пер. с англ. под общ. ред. А.Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 552 с.
- 4 Шаршунов, В.А. Технология и оборудование для производства спирта и ликероводочных изделий: пособие. В 2-х ч. / В. А. Шаршунов, Е. А. Цед, Л. М. Кучерявый, А. В. Киркор. – Минск: Мисанта, 2013. – 783 с.
- 5 Russell, I. Whisky: Technology, production and marketing / I. Russell. – London: Elsevier Science, 2003. – 384 p.
- 6 Тузмухамедов, Э.Р. Виски. Путеводитель / Э. Р. Тузмухамедов. – СПб.: Эксмо, 2019. – 416 с.
- 7 Jackson, M. The World Guide to Whisky / Jackson, M. – London: Dorling Kindersley, 1987. – 310 p.
- 8 Головачева, Н. Е. Производство виски по ускоренной технологии / Н. Е. Головачева [и др.]. // Пищевая промышленность. – 2019. – № 4. – С. 31–33.
- 9 Whitby, B. R. Traditional distillation in the whisky industry // B.R. Whitby // Ferment Institute of Brewing, 1992. – V. 5(4). – P. 261–267.
- 10 Piggott, J. R. The science and technology of whiskies / J. R. Piggott, Sharp R. – Longman Scientific and Technical. 1989. – 410 с.
- 11 Explanatory memorandum of the Scotch whisky regulation, 2009 – N 2890 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2009/2890/introduction/made>.
- 12 Maclean, C. Scotch Whisky / C. Maclean. – London: Mitchel Beazley, 2004. – 264 p.
- 13 Charles, W. B. Distilled Alcoholic Beverages Food / W. B. Charles // Fermentation and Microorganisms. – John Wiley & Sons. – 2007. – 236 p.
- 14 Alsaker, J. By-products. In The Science and Technology of Whiskies / J. Alsaker // UK: Longman Scientific and Technical. – 1989. – P. 360–394.
- 15 Poisson, L. Characterization of the Most Odor Active Compounds in an American Bourb on Whisky by Application of the Aroma Extract Dilution Analysis / L. Poisson, P. Schieberle // Journal Agricultural and Food Chemistry. – 2008. – Vol. 56. – N 14. – PP. 5813–5819.
- 16 Baldwin, S. Congener development in Bourbon whisky matured at various proofs for twelve years / S. Baldwin, A. A. Andreasen // Journal AOAC. – 1974. – Vol. 57. – N 4. – PP. 940–950.
- 17 Canaway, P. R. Sensory aspects of whisky maturation / P.R. Canaway // In Flavor of Distilled Beverages: Origin and Devepment. UK: Ellis Horwood. – 1983. – PP.183–189.
- 18 Garcia, J. S. Whisky analysis by electrospray ionization-Fourier transform mass spectrometry / J.S. Garcia [et. al] // Food Reseach International. – 2013. – Vol. 51. – P. 98–106.
- 19 Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен: ГОСТ ISO 520–2014. – Введ. 01.04.2017 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2017. – 16 с.
- 20 Зерно. Метод определения натуре: ГОСТ 10840–2017. – Введ. 01.07.2019 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2019. – 12 с.
- 21 Зерно. Метод определения кислотности по болтушке: ГОСТ 10844–74. – Введ. 01.07.1975 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 8 с.
- 22 Зерно. Метод определения влажности: ГОСТ 13586.5–2015. – Введ. 01.04.2017 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2017. – 20 с.

- 23 Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности: ГОСТ 13586.2-1981. Введ. 01.08.1982 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 32 с.
- 24 Продукты пищевые и вкусовые. Общее указание по определению содержания азота методом Кельдаля: ГОСТ 26889-1986. – Введ. 01.07.2010 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2010. – 8 с.
- 25 Зерно. Метод определения запаха и цвета: ГОСТ 10967-90. – Введ. 01.07.1991 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 1991. – 8 с.
- 26 Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира: ГОСТ 31700-2012. – Введ. 01.07.2013 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2013. – 10 с.
- 27 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы: ГОСТ 26226-95. – Введ. 01.07.1997 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 1997. – 8 с.
- 28 Зерно. Метод определения энергии и способности прорастания: ГОСТ 10968-1988. – Введ. 01.01.2009 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2009. – 4 с.
- 29 Ермаков, А. И. Методы биохимических исследований растений / А. И. Ермаков. – М.: Колос, 1972. – 465 с.
- 30 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала: ГОСТ 10845-98. – Введ. 01.03.2000 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 8 с.
- 31 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта: ГОСТ 32095-2013. – Введ. 01.03.2016 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2016. – 8 с.
- 32 Зерновое крахмалсодержащее сырье для производства этилового спирта. Методы определения массовой доли сбраживаемых углеводов: ГОСТ 31683-2012. – Введ. 01.02.2015 – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 2015. – 24 с.

Поступила в редакцию 29.05.2023 г.

ОБ АВТОРАХ:

Елена Алексеевна Цед, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tsedelena@inbox.ru.

Светлана Владимировна Волкова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: svetllana08@mail.ru

Виктория Александровна Новикова, магистрант кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: wiksja_10@mail.ru

ABOUT AUTHORS:

Elena A. Tsed, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tsedelena@inbox.ru.

Svetlana V. Volkova, PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: svetllana08@mail.ru.

Viktorija A. Novikova, Master's Degree Student of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: wiksja_10@mail.ru.