

УДК 663.41

Поступила в редакцию 03.03.2025
Received 03.03.2025**В. В. Соловьев, О. В. Вышникова, Ю. А. Шимановская***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА

Аннотация. Технология производства безалкогольного пива в рамках новых экономических и социальных реалий, требует инновационного подхода к разработке усовершенствованной линейки отечественных рецептур. Несмотря на общие экономические вызовы, сегмент безалкогольного пива Республики продолжает набирать популярность. Популярность безалкогольного пива растет благодаря смещению предпочтений потребителей к здоровому образу жизни и осознанному потреблению. С ростом осведомленности о здоровье, потребители пивной продукции отдают предпочтение готовому продукту, который благодаря технологии позволяет сохранить привычный органолептический профиль пенного напитка без влияния на организм избыточного содержания алкоголя.

Ключевые слова: безалкогольное пиво, технология производства, история развития, дрожжи, органолептический профиль, деалкоголизация пива.

V. V. Solovyov, O. V. Vyshnikova, Yu. A. Shymanouskaya*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus*

A RETROSPECTIVE VIEW ON NON-ALCOHOLIC BEER PRODUCTION TECHNOLOGIES

Abstract. The production technology of non-alcoholic beer in the context of new economic and social realities requires an innovative approach to the development of an improved range of domestic formulations. Despite the general economic challenges, the non-alcoholic beer segment of the Republic continues to gain popularity. The growing popularity of non-alcoholic beer reflects a shift in consumer preferences towards a healthier lifestyle and responsible drinking habits. With the growing awareness of health, beer consumers prefer the finished product. Modern technologies allow preserving the usual organoleptic profile of the foamy drink without the effect of excess alcohol on the body.

Keywords: non-alcoholic beer, production technology, history of development, yeast, organoleptic profile, dealcoholization of beer.

Введение. Одним из наиболее динамично развивающихся продовольственных рынков Республики Беларусь является рынок пивоваренной продукции. Совершенствование национальной пивоваренной промышленности вносит значительный вклад в развитие розничной и оптовой торговли, сельского хозяйства, транспорта, производства. В перспективе пивоваренная отрасль способна решать социальные задачи по обеспечению занятости населения, постепенному замещению потребления крепкого алкоголя пивоваренной продукцией и формированию культуры ее потребления. Вместе с тем недостаточно высокий уровень конкурентоспособности отечественного продукта не позволяет остановить рост импорта и увеличить объемы экспорта пива. Решение указанных проблем возможно только на основе качественного совершенствования институтов данного товарного рынка [1].

Пивоваренная промышленность Республики в последнее время претерпела череду изменений, как связанных с влиянием пандемии коронавирусной инфекции, так и основанных на структурных сдвигах, вызванных изменением потребительского спроса.

Настоятельная необходимость интенсифицировать технологические процессы приготовления пива, современные требования к автоматизации производства при снижении затрат

и повышении рентабельности выпускаемой продукции, являются основными причинами того, что в большинстве стран с развитой пивоваренной промышленностью в широких масштабах проводят работы по изысканию новых, более прогрессивных способов ведения технологических процессов, разработке и внедрению новых видов высокопроизводительного оборудования для производства пива [2].

По информации Концерна «Белгоспищепром» пивоваренная отрасль республики представлена 20 организациями, осуществляющими производство пива, пивных напитков, сидров и кваса. Основным объемом пива (около 98%) в Республике производится ОАО «Криница», ОАО «Пивоваренная компания Аливария», ОАО «Лидское пиво» и ЗАО «Бобруйский бровар». Отечественные пивоваренные организации оснащены современным оборудованием и технологиями ведущих мировых компаний. Имеющийся производственный потенциал позволяет обеспечить не только полную потребность внутреннего рынка в продукции, но и ее экспорт.

Несмотря на общие экономические вызовы, такие как инфляция и нестабильность валют, сегмент безалкогольного пива и альтернативных напитков продолжает набирать популярность. Растущая популярность безалкогольного пива отражает смещение предпочтений потребителей в сторону более здорового образа жизни и ответственных привычек употребления алкоголя. С ростом осведомленности о здоровье потребители пивной продукции отдают предпочтение готовому продукту, который благодаря своей технологии позволяет сохранить привычный вкус пенного напитка без неблагоприятных последствий чрезмерного потребления алкоголя.

Крупные пивоваренные заводы и небольшие пивоварни Республики Беларусь активно откликаются на растущий спрос, расширяя ассортимент слабоалкогольных и безалкогольных напитков, а также внедряя инновационные технологии пивоварения для разработки продуктов, удовлетворяющих потребности потребителей, что способствует развитию рынка.

Материалы и методы исследования. В качестве информационной базы использованы нормативно-технические документы, включая СТБ 395-2017 «Пиво. Общие технические условия», статистические данные Национального статистического комитета Республики Беларусь, а также сведения, опубликованные в научной и отраслевой литературе, патентах и интернет-ресурсах. Дополнительно были проанализированы технологические схемы и описания оборудования, применяемые на отечественных и зарубежных пивоваренных предприятиях. Исследуемые методы производства безалкогольного пива включали как физико-химические (обратный осмос, диализ, вакуумная дистилляция), так и биохимические и технологические подходы (прерывание брожения, использование специальных штаммов дрожжей, иммобилизованных культур и др.).

Для анализа и сопоставления применялись следующие методы:

Аналитический метод — использовался для изучения литературных источников, описывающих историческое развитие и современные технологии деалкоголизации пива, включая мембранные и тепловые методы.

Сравнительный метод — применялся при оценке эффективности различных технологических подходов (мембранные технологии, незавершенное брожение, использование специфических штаммов дрожжей) с точки зрения их влияния на органолептический профиль готового пива и энергозатраты.

Оценка рассматриваемых технологических решений проводилась с позиций соответствия требованиям законодательства, вкусовым и ароматическим характеристикам конечного продукта, возможности применения отечественного сырья, энергоэффективности, а также экономической целесообразности.

Результаты исследований и их обсуждение. Прототип современного пива отличался высокой питательной ценностью. Оно делало обеденный стол более сытным, а минимальное содержание алкоголя никак не сказывалось на изменении поведения человека. Такой пивной напиток не был полноценным аналогом современных слабоалкогольных сортов, его производство до сих пор сохранилось в традициях монастырского пивоварения. Монахи-трапписты варят пиво крепостью не выше 2,5 % для собственного употребления.

В XIX веке в Европе началось массовое производство пива, и в это время возникла идея создания безалкогольного пива. Первые попытки производить безалкогольное пиво были сделаны в Германии и других странах, но технологии того времени не позволяли эффективно удалять алкоголь из пива [3].

Наиболее важным этапом развития безалкогольного пива стало введение «Сухого закона» в США. 18 поправка к Конституции США (The Eighteenth Amendment (Amendment XVIII) to the United States Constitution) была принята Конгрессом 17 декабря 1919 года. Данной

поправкой в законодательство был введен «Сухой закон», который продлился более 10 лет. Потребление алкоголя или его частное владение запрещено не было, однако вводились запреты на его производство, продажу и транспортировку. Вместе с 18 поправкой был принят Закон Волстеда (Volstead) — он вводил меры контроля за запретом на производство, перевозку и продажу алкоголя. Согласно закону, запрещалось производить и продавать напитки с содержанием спирта свыше 0,5 %.

Закон разработан советником Антиалкогольной лиги Уэйном Уилером и назван по имени инициатора — конгрессмена из Миннесоты Эндрю Волстеда. Акт Волстеда (Volstead) так же устанавливал список как запрещенных, так и разрешенных алкогольных напитков — последние были нужны в медицинских и религиозных целях [4].

Ратификация была сертифицирована 16 января 1919 года, поправка вступила в силу 17 января 1920 года. Чтобы предотвратить банкротство, большинство пивоваренных заводов Америки быстро перешли на производство безалкогольного пива. «Сухой закон» был отменен в 1933 ратификацией 21 поправкой, что позволило пивоваренным предприятиям вернуться к традиционному пивоварению.

Вторым этапом актуальности производства безалкогольного и слабоалкогольного пива аналитики считают конец 70-х начало 80-х годов XX века, связанный с бумом массового автомобилестроения и, как следствие, значительным ростом числа аварий, в том числе под воздействием алкогольного опьянения [5].

В конце 70-х гг. пивоварни начали выпускать легкое пиво, содержание алкоголя в котором находилось в пределах от 2 % до 4 %. По причине несовершенства технологий производства, напиток не обладал ярким вкусом и вызывал скептическое отношение к нему ценителей традиционного напитка [5,6].

Так продолжалось до тех пор, пока выпуском безалкогольных сортов не занялись крафтовые пивоварни. С развитием технологий производства безалкогольного пива началось улучшение его вкусовых качеств. Пивоварни начали использовать методы, такие как обратный осмос и вакуумная дистилляция, для более эффективного удаления алкоголя. Первопроходцами оказались шотландские пивовары из BrewDog. Из 8 видов солода и 5 сортов хмеля они производили Alcohol Free Hoppy Ale крепостью 0,5 %, который отличался ароматами фруктов, цитрусовых и трав, а также балансом хмелевой горечи и солодовой сладости во вкусе. Удачно экспериментировали с безалкогольным норвежцы из Nøgne Ø и датчане из компании Mikkeller — их пшеничный эль с содержанием алкоголя 0,3 %. По статистическим данным компании его продажа принесла на 37 % больше доходов чем обычные сорта пива [6].

Вслед за успехом локальных брендов ставку на безалкогольные сорта сделали и крупнейшие мировые производители пива, в том числе Anheuser-Busch InBev, глобальная пивоваренная корпорация. Усовершенствование технологий производства позволило выпустить на рынок премиальные безалкогольные сорта Stella Artois Non Alcohol и BUD Alcohol Free, сохранившие свой оригинальный вкус и освежающее хмелевое послевкусие.

Производство безалкогольного пива также актуально в Российской Федерации. Пивоваренные компании постоянно расширяют линейку безалкогольного пива и на сегодняшний день потребителям доступно свыше 10 сортов безалкогольного пива AB InBev Efes, среди которых Hoegaarden 0.0, Licwensbräu 0.0, Velkopopovický Kozel Bez Alkoholu, Essa Alco Free, Beck's Blue Non-Alcoholic, «Клинское Безалкогольное», «Старый Мельник из Бочонка Безалкогольное» и «Белый Медведь Безалкогольное» [9].

История развития безалкогольного пива в республике Беларусь, как и в других странах, имеет свои особенности и этапы. Безалкогольное пиво начало появляться в Беларуси в конце 20 века. В то время, как в мире уже начали развивать эту категорию напитков, в Беларуси производители также начали экспериментировать с созданием безалкогольных сортов пива. Только в начале 2000-х годов в стране наблюдался рост интереса к безалкогольным напиткам, что было связано с изменениями в образе жизни и здоровьем населения. Появление новых технологий производства научное обоснование и разработка новых рецептов, способствовали развитию этого сегмента.

С течением времени белорусские пивоварни начали активно расширять ассортимент безалкогольного пива. Крупнейшие производители, такие как пивоваренная компания «Алива-рия», «Лидское пиво» и другие, начали выпускать свои версии безалкогольных сортов, используя различные технологии для снижения содержания алкоголя.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь наблюдается рост популярности безалкогольного пива среди потребителей, что связано с изменением потребительских предпочтений, увеличением числа людей, ведущих здоровый образ жизни, а также с акцентом на ответственный подход к употреблению алкоголя. На сегодняшний день белорус-

ские производители продолжают развивать сегмент безалкогольного пива, предлагая разнообразные вкусы и сорта. Также стоит отметить, что законодательство в области алкоголя и его продажи в Беларуси оказывает влияние на развитие рынка безалкогольного пива [9,11].

Популяризация здорового образа, высокая социальная ответственность участников дорожно-транспортного движения, а также интерес к новым продуктам с полноценным органолептическим профилем, но сниженным содержанием веществ, оказывающих негативное влияние на функциональные свойства организма — способствуют дальнейшему росту этого сегмента. Таким образом, развитие безалкогольного пива в Беларуси — это процесс, который продолжается, и он отражает изменения в обществе и потребительских предпочтениях. Результатом трансформаций вкусовых предпочтений и развития производственных технологий привели к тому, что безалкогольное пиво стало не только альтернативой для тех, кто не употребляет алкоголь, но и самостоятельным продуктом, с собственным рынком, занявшим свою нишу в экономике различных государств. Таким образом, развитие безалкогольного пива прошло долгий путь от простых попыток его производства до современного разнообразия и качества, которое доступно сегодня.

Безалкогольное пиво — это напиток, который производится по технологии, аналогичной производству обычного пива, но с низким содержанием алкоголя (согласно СТБ 395-2017 «Пиво. Общие технические условия» — менее 0,5 % об.) [20].

Технологии производства основываются на двух направлениях технологических операций:

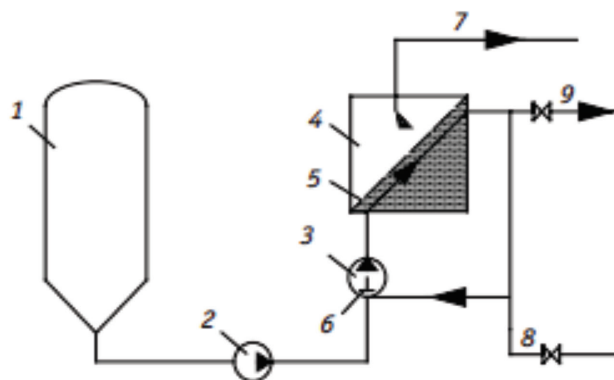
- ♦ удаление алкоголя: Это может быть сделано с помощью вакуумной дистилляции, обратного осмоса или других методов, позволяющих удалить алкоголь из готового пива.
- ♦ неполная ферментация: Некоторые производители используют методы, которые ограничивают процесс ферментации, чтобы снизить образование алкоголя.

Современные технологии позволяют производить безалкогольное пиво с полноценным органолептическим профилем, конкурирующим со стандартными образцами пивных продуктов в различных категориях. Это достигается за счет использования традиционных сырьевых компонентов (солода, хмеля, воды, дрожжей) и соблюдения технологических рецептур. Безалкогольное пиво доступно в различных стилях, включая лагеры, эли, стауты и даже фруктовые сорта. Это позволяет удовлетворить разнообразные предпочтения потребителей. При производстве безалкогольного пива существует три подхода, основанные на различных методах:

- ♦ физико-химических;
- ♦ технологических;
- ♦ биохимических.

К физико-химическим методам производства безалкогольного пива относят такие методы как: метод диализа, обратный осмос, вакуумную дистилляцию и упаривание [7].

Диализ и обратный осмос относят к мембранным технологиям, при которых деалкоголизация пива осуществляется с помощью специальных селективных мембран. В состав мембран входят различные материалы. Из новых типов мембран в настоящее время применяют мембраны в виде полых волокон с внутренним диаметром 20-100 мкм и толщиной 10-50 мкм.



1-буферный танк; 2-насос; 3- разделительный клапан; 4-разделительный модуль; 5-полу-проницаемая мембрана; 6-обратный клапан; 7-фильтрат; 8-вода; 9-готовое безалкогольное пиво.

Рис. 1. Технологическая схема удаления этилового спирта из пива с помощью обратного осмоса

Fig. 1. Technological scheme of removing ethyl alcohol from beer using reverse osmosis

Обратный осмос — это способ разделения растворов путем их фильтрования через полупроницаемые мембраны, пропускающие растворитель и задерживающие молекулы или ионы растворенных веществ. При удалении этилового спирта с помощью обратного осмоса пиво под давлением перекачивается через полупроницаемую мембрану, в состав которой входят тонковолокнистые материалы с очень маленькими порами (от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ мкм). В результате вода и спирт проходят через мембрану, а экстрактивные вещества остаются в пиве. При этом их концентрация вследствие удаления воды резко повышается, в связи, с чем в пиво необходимо постоянно подавать деминерализованную и деаэрированную воду. В процессе фильтрования и добавления воды в пиво практически не остается диоксида углерода, поэтому по достижении требуемой концентрации этанола его карбонизируют.

После деалкоголизации методом обратного осмоса пиво претерпевает похожие изменения в химическом составе, что и при диализе. Более того, процесс обратного осмоса протекает под большим избыточным давлением, что приводит к увеличению температуры пива [7,12].

Диализ — отделение низкомолекулярных соединений от высокомолекулярных за счет действия осмотических сил. При диализе алкоголь проходит через мембраны не под влиянием давления, а благодаря разнице концентраций спирта между пивом на одной стороне мембраны и диализатом — на другой. При удалении алкоголя данным методом с одной стороны мембраны подается пиво, охлажденное до 10°C , при нормальной скорости потока и нормальном давлении. С другой стороны мембраны идет поток несущей жидкости, диализата, вымывающего алкоголь из пива через мембрану и направляющего его на дальнейшую переработку. При продолжительности контакта всего лишь в течение 13 с процесс удаления алкоголя из пива завершается.

Согласно технологии, пиво, подлежащее деалкоголизации, перед входом в модули заранее фильтруется и, переходя через модули, частично или полностью освобождается от спирта. После выхода из модуля пиво охлаждается, карбонизируется и направляется в форфас.

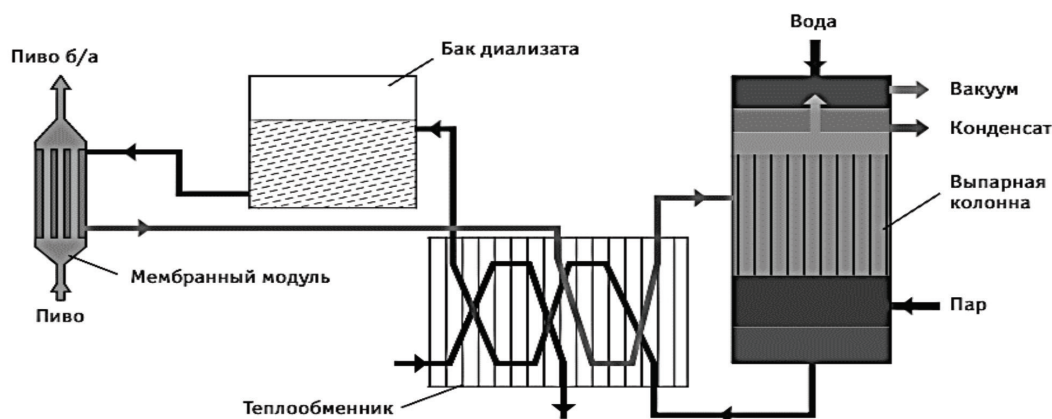


Рис. 2. Принципиальная схема деалкоголизации пива с помощью диализа
Fig. 2. Schematic diagram of beer dealcoholization using dialysis

Диализат из модуля поступает в регенерационный теплообменник предварительного нагрева, нагревается за счет теплоты диализата, возвращающегося из колонны. После теплообменника обогащенный спиртом диализат поступает в кожухотрубный теплообменник для нагрева до технологической температуры. Подогретый диализат попадает в колонну, где он распыляется на элементы насадки с помощью специального распылительного устройства. Распыляемый сверху диализат подвергается термической деалкоголизации посредством поднимающегося снизу пара из парогенератора. Деалкоголизированный диализат собирается в нижней части колонны, из которой насосом перекачивается в регенерационный теплообменник. После предварительного охлаждения диализат поступает в охладитель, где охлаждается до технологической температуры, после чего поступает в накопительный бак диализата.

Во время диализа, так и при использовании технологии обратного осмоса одновременно с удалением этанола пиво разбавляется водой и происходит потеря некоторой части летучих компонентов, в особенности эфиров и высших спиртов. При этом потери эфиров могут достигать 65 % — что негативно сказывается на органолептике готового пива. Существует целый ряд способов, позволяющих сохранить органолептические свойства пива,

например, только часть пива подвергается деалкоголизации, а затем это пиво смешивают с исходным [7].

Помимо мембранных технологий используют также термические методы деалкоголизации пива. Перегонкой можно разделить смеси, компоненты которых при одном и том же давлении имеют различные температуры кипения; в результате смесь разделяется на легколетучие и труднолетучие вещества. Перегонка этанола из пива при атмосферном давлении приводит к значительному ухудшению его вкусовых качеств, так как процесс идет при высоких температурах. Исходя из этого, деалкоголизацию пива термическими методами необходимо осуществлять под вакуумом, в разреженном пространстве при абсолютном давлении 0,04–0,2 бар, благодаря чему процесс может протекать при температурах от 30 до 55 °С; при этом вкусовые качества полученного пива зависят от температуры и длительности теплообработки. Температура и длительность процесса обратно пропорциональны друг другу. Во всех методах термического удаления этилового спирта применяют вакуумно-перегонные аппараты с различными конструктивными особенностями теплопередачи [11–14].

Для вакуумной перегонки используют: вакуумные перегонные установки; выпарные аппараты с нисходящим движением жидкости; многоступенчатые перегонные колонны; трехступенчатые пластинчатые испарители; центробежные испарители.

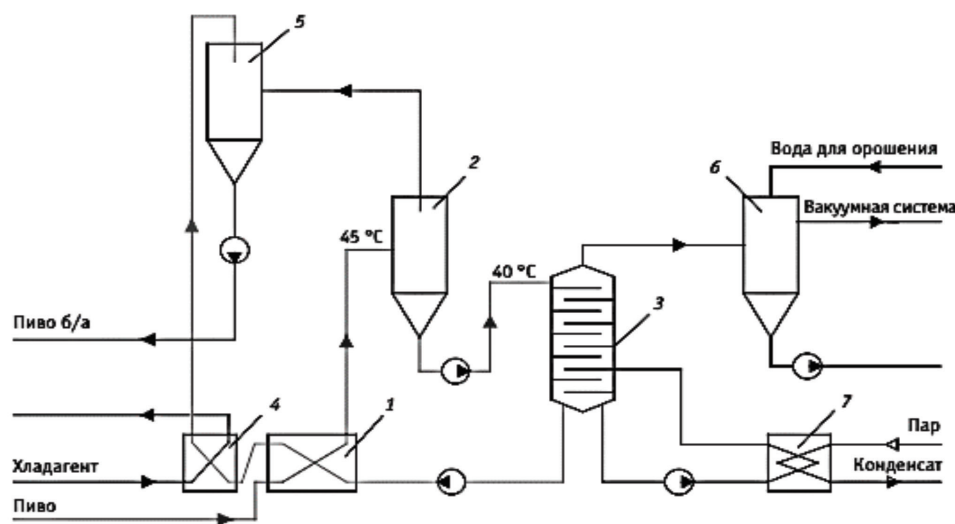


Рис. 3. Вакуумная перегонная установка
Fig. 3. Vacuum distillation unit

В установках такого типа подлежащее деалкоголизации пиво нагревается в пластинчатом теплообменнике 1 до 45 °С и направляется в эспираторную колонну 2, при входе в которую давление пива падает. При этом из пива испаряются легколетучие ароматические компоненты, которые позднее вновь добавляются к пиву в рекомбинационной емкости 5. В вакуумной спиртовой колонне 3 при 55 °С пиво освобождается от спирта, который осаждается в оросительном конденсаторе 6. Безалкогольное пиво охлаждается до 4 °С на регенерационном теплообменнике 1, а затем до 0–1 °С в 4 и поступает в рекомбинационную емкость 5, где вновь смешивается с легколетучими ароматическими веществами.

С целью достижения одинаковых качественных показателей у всех партий пива, содержание этанола снижают до 0,3 %, а потом увеличивают эту концентрацию до 0,5 % путем добавления пива на стадии завитков, молодого пива или готового к розливу пива. Таким образом, ароматические вещества вновь попадают в пиво и отчасти корректируется органолептический профиль [14].

При приготовлении безалкогольного пива с применением технологических методов сбраживается всего 5–10 % сухих веществ пивного сусла, поэтому химический состав и органолептические свойства сусла изменяются незначительно. Причиной этого является изменение соотношения между сбраживаемыми и несбраживаемыми углеводами, углеводами и белками, а также концентрациями сухих веществ в сусле и готовом напитке по сравнению с классическим пивом. Вкус и аромат пива можно характеризовать как сусловой, зерновой. Для получения высококачественного безалкогольного пива необходимо начать работы по приближению химического состава пивного сусла к пиву уже на стадии выбора сырья.

К технологическим методам производства безалкогольного пива относятся: подавление процесса брожения, сбраживание специальными дрожжами, метод контакта сусла с дрожжами при низких температурах, прерывание брожения при концентрации спирта ниже 0,5 %, применение иммобилизованных дрожжей [14].

Прерывание брожения при концентрации спирта 0,5 %. Такое пиво варится с начальной экстрактивностью 8 — 10 % исходя из требований к вкусу, однако позднее выяснилось, что при экстрактивности 6 — 6,5 % у пива отмечается улучшение вкусовых показателей. У более жидкого сусла привкус сусла проявляется меньше. Способ затирания — преимущественно декокционный с 1 — 2-отварками. Температурный режим 35/70/77 °С, отдельные части затора осахариваются при температуре около 75 °С.

Способ затирания солода со скачкообразным повышением температуры, снижает видимую конечную степень сбраживания до величины ниже 65 %. Засыпь затирают густо, при температуре 45 °С с продолжительностью паузы около 30 минут. Затем затор перекачивают в кипящую воду. В результате ферменты инактивируются, а сохранившегося остатка амилазы достаточно для расщепления крахмала солода до декстринов в течение часовой паузы при 73 °С. Кипячение сусла при интенсивном испарении должно обеспечивать достаточное удаление ароматических веществ. Внесение хмеля регулируется технологическим процессом в зависимости от получаемого органолептического профиля. Брожение проводится при температуре ниже 8 °С до содержания спирта менее 0,5 % об. и прерывается путем:

- ♦ отделения дрожжей центрифугированием;
- ♦ фильтрованием;
- ♦ пастеризацией в потоке.

Биохимический метод производства безалкогольного пива основывается на использовании специфических дрожжей или ферментов, которые позволяют ферментировать сахар до уровня, не превышающего 0,5 % об. алкоголя. Этот метод становится все более популярным благодаря своей способности сохранять вкусовые и ароматические характеристики пива [12, 16].

Одним из важнейших сырьевых компонентов, влияющих на совокупность органолептических характеристик готового безалкогольного пива, являются дрожжи.

Для производства используются штаммы дрожжей, которые имеют ограниченные возможности по производству алкоголя. Некоторые виды *Saccharomyces cerevisiae* могут быть генетически модифицированы или отобраны для снижения уровня спиртообразования. Эти дрожжи могут эффективно ферментировать сахара, но останавливаются на уровне, который не превышает допустимые нормы для безалкогольного пива. Этот вид дрожжей традиционно используется в пивоварении и может быть адаптирован для создания низкоалкогольных сортов. Некоторые штаммы *Saccharomyces cerevisiae* могут быть выбраны за их способность производить приятные ароматы и вкусы даже при низком уровне алкоголя.

Дрожжи *Saccharomyces pastorianus* используются в лагерах и могут быть адаптированы для создания безалкогольных сортов. Они могут обеспечивать чистый вкус и хорошую ферментацию при низких температурах. Разработка гибридных штаммов путем скрещивания различных видов и подвидов дрожжей может привести к созданию уникальных свойств, таких как способность производить определенные ароматы при низком уровне алкоголя [13].

Инновации в области штаммов дрожжей играют ключевую роль в пивоварении, включая производство безалкогольного пива. Основные направления инноваций в этой области:

- ♦ Генетическая модификация: Использование методов геномной инженерии для создания штаммов дрожжей, которые могут производить меньше алкоголя или специфические ароматы и вкусы. Ведутся исследовательские работы по созданию рас дрожжей, которые останавливают ферментацию на более ранней стадии, что позволяет снизить содержание алкоголя.
- ♦ Селекция и мутационная селекция: Применение традиционных методов селекции и мутационной селекции для создания новых штаммов, которые лучше адаптированы к условиям производства. Это может включать устойчивость к стрессам (высокой температуре или низкому pH) и улучшенные ферментационные свойства.
- ♦ Кросс-опыление: Скрещивание различных видов дрожжей для создания гибридных штаммов с уникальными характеристиками. Это может привести к появлению дрожжей, которые обладают лучшими ароматическими свойствами или способностью к ферментации при низких температурах.
- ♦ Метаболическая инженерия: Использование метаболической инженерии для оптимизации метаболических путей дрожжей с целью увеличения производства определенных соединений, таких как ароматические эфиры и другие вкусовые компоненты.

- ♦ Биотехнологические подходы: Применение новых биотехнологий, таких как CRISPR, для точной модификации генома дрожжей. Это позволяет создавать более эффективные штаммы с заданными свойствами без внесения нежелательных изменений в геном.

- ♦ Использование диких дрожжей: Исследование и использование диких дрожжей и других микроорганизмов для создания уникальных вкусов и ароматов. Это направление активно развивается в крафтовом пивоварении, где производители стремятся создать уникальные и необычные сорта пива.

- ♦ Устойчивость к стрессам: Разработка дрожжей, устойчивых к различным стрессовым условиям, таким как высокие концентрации сахара или соли, что позволяет улучшить ферментацию в сложных условиях.

Эти инновации не только улучшают качество безалкогольного пива и других продуктов, но и помогают производителям оптимизировать процессы, снижать затраты и создавать более разнообразные и конкурентоспособные продукты используя отечественное сырье.

Биохимический метод производства безалкогольного пива также включает в себя управление и контроль за процессами ферментации, карбонизации, фильтрации, ароматизации. При производстве безалкогольного пива в процессе ферментации важно контролировать температуру, уровень кислорода и другие параметры, чтобы предотвратить образование алкоголя. Это может включать использование низких температур или ограничение времени ферментации. Также возможно использование специальных питательных сред, которые способствуют активному размножению дрожжей без значительного увеличения уровня алкоголя [18].

После первичной ферментации пиво проходит через этапы фильтрации для удаления остатков дрожжей и других частиц. Важно сохранить ароматические соединения и вкусовые компоненты, что может потребовать применения специализированных методов обработки.

Карбонизация безалкогольного пива — это важный этап в процессе его производства, который требует тщательного контроля и выбора метода. Правильная карбонизация помогает создать приятные текстурные ощущения и улучшает общее восприятие напитка. Производители могут использовать различные методы в зависимости от своих целей и желаемого конечного продукта. К методам карбонизации относятся:

- ♦ естественная карбонизация (с помощью дрожжей): Этот метод включает добавление небольшого количества сахара (например, декстрозы) в уже готовое пиво перед разливом в бутылки или кеги. Дрожжи, оставшиеся в пиве, будут ферментировать сахар, производя углекислый газ. Этот метод позволяет достичь естественной карбонизации, однако требует контроля, чтобы избежать избыточного давления и образования алкоголя [19].

- ♦ принудительная карбонизация: Добавление CO_2 который подается непосредственно в пиво с помощью специального оборудования. Это позволяет точно контролировать уровень карбонизации и быстро достичь желаемого результата. Также к этому методу относится использование кегового оборудования, при котором можно регулировать давление CO_2 для достижения нужной степени карбонизации.

Некоторые производители используют комбинацию естественной и принудительной карбонизации для достижения оптимального вкуса и текстуры. Углекислый газ может влиять на восприятие вкуса, поэтому важно учитывать, как карбонизация меняет ароматические ноты пива. Правильная балансировка поможет сохранить оригинальные характеристики напитка.

Биохимический метод производства безалкогольного пива представляет собой перспективное направление в пивоварении, которое позволяет создавать качественный продукт с минимальным содержанием алкоголя. Использование специальных дрожжей и контроль за процессом ферментации открывают новые горизонты для производителей, позволяя им удовлетворять растущий спрос на безалкогольные напитки.

С развитием науки и технологий в последние десятилетия появились новые методы, такие как использование генетически модифицированных дрожжей, которые могут производить пиво с очень низким содержанием алкоголя без необходимости удаления его после ферментации.

Эти технологии позволили производителям создавать более качественные безалкогольные сорта пива, которые могут конкурировать с обычными пивными напитками по вкусу и аромату. С каждым годом рынок безалкогольного пива продолжает расти, и новые методы производства продолжают развиваться.

Экономические аспекты производства безалкогольного пива в Республике Беларусь такие как: спрос и предложение, производственные затраты, ценовая политика, инновации, маркетинг и брендинг, экспортный потенциал, также, как и другие страны вынуждают искать пути усовершенствования технологии.

Импортозамещение всех сырьевых компонентов без потери уровня качества, придание напитку новых органолептических характеристик — требуют организованного подхода науки и технологии. Растущий интерес к здоровому образу жизни и снижение потребления алкоголя способствуют увеличению спроса на безалкогольное пиво. Конкуренция с другими безалкогольными напитками, такими как соки, газированные напитки и минеральная вода вынуждает производителей формировать свой сегмент рынка. Затраты на сырье (солод, хмель, вода, дрожжи) могут варьироваться в зависимости от качества и источников.

Импортозамещение — как инновационный подход, а не вынужденная мера в условиях круговых санкций, позволяет производителям Республики создавать продукцию с новыми вкусовыми особенностями. Технологические процессы, такие как удаление алкоголя (например, с помощью реверсивной осмоса или вакуумной дистилляции), могут требовать дополнительных инвестиций в оборудование. Эффективные маркетинговые стратегии необходимы для привлечения внимания к продукту и формирования его имиджа как здоровой альтернативы. Нормативные акты, касающиеся производства и продажи алкогольных и безалкогольных напитков, могут различаться в разных странах. Однако производство безалкогольного пива является наиболее привлекательным с точки зрения налогообложения Республики Беларусь.

Разработка новых рецептов, улучшение технологий производства для повышения качества и вкусовых характеристик безалкогольного пива. Инвестиции в исследования и разработки могут привести к созданию уникальных продуктов, способствующих увеличению доли рынка. Приоритетными направлениями в сфере производства являются внедрение современных достижений научно-технического прогресса; переработка новых видов сырья, полученных с использованием инновационных технологий, био- и нанотехнологий. Это выгодно с экономической точки зрения, и с точки зрения сохранения полезных свойств обрабатываемого сырья и получаемых продуктов. Возможности выхода на международные рынки, где спрос на безалкогольные напитки также растет. Изучение культурных особенностей и предпочтений потребителей в разных странах позволяет разрабатывать рецептурный ассортимент, удовлетворяющий потребности рынка. Устойчивое производство, использование экологически чистых материалов и упаковки может привлечь внимание экологически сознательных потребителей.

Заключение. Современные технологии позволяют производить безалкогольное пиво, которое не уступает традиционному по своим вкусовым характеристикам. Развитие этого сегмента продолжается, отражая изменения в потребительских предпочтениях и формируя новую культуру потребления пивоваренной продукции. Перспективные направления исследований в отрасли включают разработку инновационных методов брожения, усовершенствование технологических процессов и адаптацию к изменяющимся экономическим условиям.

Список использованных источников

1. Развитие инфраструктуры рынка в Республике Беларусь (на примере пивоваренной продукции) / Д.А. Ананьев // Вестник Белорусского Государственного экономического университета: науко-ва-практичны часопіс / гл. ред. Г.А. Короленок. — 2010. — №4. — С.73-79
2. Колпакчи А.П. и др. Достижения в технологии солода и пива. Интенсификация производства. М.-Прага Пищевая промышленность — СНТЛ — 1980, — С. 9
3. История безалкогольного пива [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://smart-drinking.abinbevefes.ru/articles/istoriya-bezalkogolnogo-piva>. Дата доступа: 07.02.2024.
4. Blocker A. American Temperance Movements: Cycles of Reform. New York, 1954. . — P. 2.
5. Г. Гвичия, О. Иванова.»Мы сохранили для вас вкус пива. Истории о Российских пивоварах» Санкт-Петербург, Лисов-ABC, М.: Иван Федоров, 2017, — С. 198
6. Хэмпсон. Т. Все лучшее. Пиво /. HAMPSON & DORLING KINDERS- М.: АСТ, 2019. — С. 28-32
7. Иванова Л. А. Разработка и обоснование способов совершенствования биотехнологии и повышения качества светлого пива: Автореф. дис. докт. техн. наук. М., 1999. — С. 49-53
8. Хорунжина, С. И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива/ С.И. Хорунжина. — М.: Колос, 1999 — С. 312-324
9. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/> Дата доступа: 07.02.2024.
10. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения. СПб.: Профессия, 2007. — С. 640-651
11. Неверова О. А., Гореликова Г. А., Позняковский В. М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник. Новосибирск: Сибирск. унив. изд-во, 2007, — С. 415

12. Лысюк В. М., Шаненко Е. Ф., Гернет М. В. и др. Практические аспекты применения активации ферментных препаратов при получении пивного сусла // Пиво и напитки. 2010. №2, — С. 4
13. Калакуток, М. Н. Технологические способы получения безалкогольного пива / -2014. №16 (75). — С. 397
14. Меледина Т. В., Дарков Г. В., Тишин В. Б., Смирнова М. В. Культивирование пивных дрожжей низового брожения в кожухотрубном струйно-инжекционном абсорбере // Brauwelt «Мир пива». 2002. №1. — С. 36-38
15. Меледина Т. В. Гл 7. Пивные дрожжи / Сырье и вспомогательные материалы. — СПб.: Профессия, 2003 — С. 28
16. Ежов И. С., Павлович Ю. Н., Боллоев Т. К., Меледина Т. В., Калашникова А. М. Сб. тр. НИЛ Санкт-Петербургского комбината пивоваренной и безалкогольной промышленности им. С. Разина. — СПб. 1994. — С. 28
17. Калунянц, К. А. Химия солода и пива : [Учеб. пособие для вузов по спец. «Технология бродительных производств и виноделие»] / К. А. Калунянц. — М. : Агропромиздат, 1990 — С. 175
18. Suihko M.-L. VTT mikrobikokoelman panimopintahiivat Eripainos Mallas ja Olut. №3. Н / №4. Р. 69-77.
19. Siebert K.J.: Effect of protein-polyphenol interactions on beverage haze, stabilization and analyses. J. Agric. Food Chem. 47, 1999 — Р. 353.
20. Пиво. Общие технические условия: СТБ 395-2017. — Взамен СТБ 395-2005 ; Введ. 29.06.20217. — М: Госстандарт, 2017 — С. 3

Информация об авторах

Соловьев Виталий Владимирович, кандидат технических наук, начальник отдела технологий спиртовой и пивобезалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

Вышников Ольга Владимировна, аспирант, заведующий лаборатории опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д. 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: o.vyshnikova@tut.by

Шимановская Юлия Александровна, научный сотрудник отдела технологий спиртовой и пивобезалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru

Information about the authors

Solovyov Vitaliy Vladimirovich, PhD (Technical), Head of the technology department of alcoholic and non-alcoholic beer products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

Vyshnikova Olga Vladimirovna, PhD student, Head of the pilot production laboratory of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: o.vyshnikova@tut.by

Shymanouskaya Yulia Aleksandrovna, Researcher at the department of technologies of the alcohol and non-alcoholic beer products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru