

УДК 663.374.393:663.12

Поступила в редакцию 14.10.2025  
Received 14.10.2025**Е. М. Моргунова, О. В. Вышникова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ  
СБРАЖИВАНИЯ ВЫСОКОПЛОТНОГО МЕДОВОГО СУСЛА**

**Аннотация.** В процессе сбраживания высокоплотного медового сусла, штаммы дрожжей подвергаются как воздействию среды, так и образующегося в процессе этанола, в результате чего изменяется их метаболизм, возрастает количество мертвых клеток, что вызывает снижение качества напитка. Эффективность производства медовых напитков можно обеспечить за счет использования штаммов дрожжей, обладающих высокой осмо- и спиртоустойчивостью. Штаммы дрожжей в процессе биохимического расщепления углеводов, органических кислот, углеродсодержащих соединений создают особый вкусо-ароматический профиль готового напитка. Специализированные дрожжи при применении в специфических условиях превосходят пивные или винные в среде со сниженным содержанием аминного азота, низким значением рН и повышенным уровнем этанола, что характерно для высокоплотного медового сусла.

**Ключевые слова:** алкогольные медовые напитки, мед, высокоплотное медовое сусло, вкусо-ароматический профиль штаммы дрожжей, специализированные дрожжи.

**A. M. Marhunova, O. V. Vyshnikova***RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy  
of Sciences of Belarus», Minsk, Republic of Belarus.***USE OF SPECIAL YEAST STRAINS FOR FERMENTATION  
OF HIGH-DENSITY HONEY WORT**

**Abstract.** In the process of fermenting high-density honey wort, yeast strains are exposed to both the environment and ethanol produced during the fermentation process, which can lead to changes in their metabolism and an increase in the number of dead cells, resulting in a decrease in the quality of the beverage. The efficiency of honey beverage production can be improved by using yeast strains that are highly osmotolerant and alcohol-tolerant. These yeast strains can help create a unique flavor profile in the beverage by breaking down carbohydrates, organic acids, and other carbon-containing compounds. When used in specific conditions, specialized yeast outperforms beer or wine yeast in an environment with reduced amine nitrogen content, low pH, and increased ethanol levels, which is typical for high-density honey wort.

**Keywords:** alcoholic honey drinks, honey, high-density honey wort, flavor and aroma profile, yeast strains, specialized yeast.

**Введение.** Реализуемая в настоящее время в Республике Беларусь политика вынужденного импортозамещения в условиях санкций, с опорой преимущественно на внутренние силы при недостаточном использовании внешних связей, способствует достижению целей обеспечения прорывного научно-технологического и социально-экономического развития страны и повышения уровня жизни ее граждан. Новые задачи в импортозамещении поставлены в связи с дальнейшим развитием агропромышленного комплекса. [1]

Принципиально новые технологии значительно расширяют возможности производства, способствуют росту эффективности и ведут к повышению конкурентоспособности. Вместе с тем возрастает и технологическая конкуренция, которая также ставит новые задачи в области импортозамещения.

Одна из актуальных задач любой отрасли является расширение ассортимента выпускаемой продукции. В настоящее время возрастает интерес потребителей к продуктам пчеловодства. При разработке новых напитков, учитывая тенденции постоянно меняющегося рынка, большую роль отводят использованию натурального сырья, которое в определенной степени может восполнить дефицит жизненно необходимых питательных веществ в организме человека. В этом аспекте особую значимость приобретают напитки брожения на основе меда. Медовые напитки брожения являются побочным продуктом переработки меда с использованием растительного сырья и дрожжей. Растительное сырье является большой ценностью благодаря специфичным сочетаниям биологически и физиологически активных компонентов.

Мед и медоваренная продукция сложная в технологическом аспекте производства. Промышленная переработка и расширение видовых рецептур основой которых является мед требует значительных затрат труда и времени. В настоящее время, когда при производстве пищевых продуктов используют ускоренные технологии, одним из путей интенсификации процесса получения медовых напитков является применение дрожжей, обладающих высокой репродуктивной и бродильной активностью в сусле с высокой массовой долей сухих веществ (более 20 %).

**Материалы и методы исследования.** Для обеспечения заданных сенсорных характеристик алкогольного напитка брожения с использованием меда и фитокомпозиций и рационального проведения процесса сбраживания высокоплотного медового суслу были экспериментально исследованы штаммы дрожжей, применяемые в бродильном производстве. Проведена сравнительная характеристика и обоснованы рекомендации по применению специализированных штаммов дрожжей, разработанных для применения сбраживания высокоплотного суслу со спиртоустойчивой характеристикой. Показатели качества образцов суслу сброженного медового суслу проводили общепринятым в бродильных производствах методом исследований.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Мед – один из наиболее ценных видов природного сырья, уникальный природный продукт как по составу, так и по биологическим свойствам. Основным компонентом меда являются углеводы. Они составляют от 95 до 99 % в пересчете на сухие вещества. Из моносахаридов присутствуют глюкоза и фруктоза.

Содержание воды в меде составляет 15–23 %, от ее количества зависит ряд физико-химических показателей (вязкость, плотность, кристаллизация) и сохраняемость меда. Органические кислоты в продукте содержатся в небольших количествах. Мед содержит около 0,3% органических и около 0,03% неорганических кислот, находящихся в свободном и связанном состоянии. Кроме того, мед содержит фитонциды – биологически активные вещества, вырабатываемые растениями и обладающие свойством обезвреживать или подавлять рост и развитие микроорганизмов. Фруктоза, как правило, является наиболее распространенным простым сахаром, содержащимся в меде, и процесс брожения медового напитка длится дольше, чем при большинстве алкогольных брожений, где присутствуют другие сахара в более высоких концентрациях [8].

Общая кислотность колеблется от 0,85 до 4,0 см<sup>3</sup> раствора щелочи концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 г меда. Активная кислотность меда находится в пределах значений pH 3,2–6,5. Благодаря присутствию органических кислот и их солей мед обладает способностью поддерживать высокий уровень концентрации ионов водорода (буферностью).

Белковые вещества составляют большую часть коллоидов меда и включают альбумины, глобулины и пептоны. Аминокислотный состав меда заметно колеблется в зависимости от его ботанического происхождения. Различия заключаются главным образом в количественном соотношении отдельных аминокислот, где преобладают валин, лизин, глутаминовая, аспарагиновая кислоты [4].

Технология приготовления алкогольного медового напитка брожения предусматривает растворение натурального пчелиного меда в воде, введение в раствор других компонентов согласно рецептуре, сбраживание полученного суслу, его выдерживание, снятие с осадка, пастеризацию, фильтрацию и разлив.

В компонент рецептуры медового напитка брожения входят настои пряно-ароматического натурального сырья: пряности, коренья, ягоды. Каждый вид природного сырья перебирают, удаляя посторонние примеси и испорченные части растений, затем измельчают для получения мелкой фракции размером не более 0,3 см для наиболее улучшенной экстракции необходимых веществ и получения заданного органолептического профиля готового продукта. По исследуемой технологии, расчетное количество меда, питьевой подготовленной воды, которая прошла водоподготовку, перекачивают в купажер из нержавеющей стали, и 20 минут

перемешивают. Полученный раствор меда и воды подвергают нагреву. Кипятят медовое сусло в течении 20 минут, при этом образующуюся на поверхности пену постоянно удаляют путем механического сбора. По истечении заданного времени в медовое сусло вводится рецептурно разработанная фито-композиция и необходимое количество солода. Полученное сусло кипятят еще 20 мин с непрерывным перемешиванием для равномерной экстракции. Затем полученное медовое сусло охлаждают до температуры 25<sup>0</sup>С, не применяя процесс фильтрации, перекачивают в емкость из нержавеющей стали для сбраживания, добавляя к полученному продукту разводку чистой культуры выбранных штаммов дрожжей.

Процесс брожения протекает без доступа воздуха в герметично закрытых емкостях, снабженных водяным затвором для сброса образующейся при брожении углекислоты. Температуру поддерживают в пределах 20–22<sup>0</sup>С для оптимального процесса сбраживания высокоплотного медового сусла. По окончании брожения сусло снимают с дрожжевого осадка.

С целью сокращения сроков брожения высокоплотного медового сусла и получения заданного органолептического профиля алкогольного медового напитка брожения с использованием фитокомпозиции востребованным при производстве является применение специализированных видов дрожжей. Микроорганизмы в процессе биохимического расщепления углеводов, органических кислот, углеродсодержащих соединений создают особый вкусо-ароматический профиль готового напитка.

В связи с этим эффективность производства медовых напитков можно обеспечить за счет использования штаммов дрожжей, обладающих характеристиками, удовлетворяющими сбраживание высокоплотного медового сусла и высокой степенью спиртоустойчивости для получения напитка с объемной долей этилового спирта 9–11%.

Методом брожения медового сусла получают напитки разной степени крепости, при приготовлении которых сбраживаемая среда всегда включает в свой состав мед, воду и дрожжи. Во время этого процесса могут возникать некоторые проблемы из-за неспособности штаммов дрожжей реагировать и адаптироваться к неблагоприятному стрессовому росту. Следовательно, возникают такие осложнения, как отсутствие однородности конечного продукта, вероятно, из-за изменчивости состава меда и повторной ферментации дрожжами или уксусными, молочнокислыми бактериями, которые могут повышать летучую кислотность и способствовать ненормальному образованию сложных эфиров, влияя на вкусовые качества конечного продукта [9].

Несмотря на то, что медовые алкогольные напитки, возможно, являются старейшими ферментированными напитками в мире, производимыми в основном эмпирическим способом, в последние годы их производство не развивалось, в том числе из-за отсутствия научных интересов в этой области. Существует множество различных параметров, влияющих на качество готовой продукции. У медовых алкогольных напитков это качество исходного сырья, условия брожения.

Брожение является необходимым этапом в производстве любых спиртных напитков, так как при этом из сахаров образуется этиловый спирт. В ходе брожения из одной молекулы гексозы (глюкозы или фруктозы) получается две молекулы этанола и две молекулы углекислого газа. Эти вещества относят к главным продуктам брожения, выделяют также вторичные продукты брожения глицерин, 2,3-бутиленгликоль, ацетальдегид, пировиноградную, молочную, янтарную, лимонную, уксусную кислоты, ацетон, сложные эфиры, высшие и ароматические спирты [5].

Сахар, содержащийся в сусле, сбраживается в спирт дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. Это одноклеточные эукариотические организмы, относящиеся к классу аксомицетов [6]. Подбор расы дрожжей влияет на предельное содержание этанола в сброженном сусле, а кроме того, на биосинтез веществ, влияющих на органолептические свойства продукта брожения.

Согласно научным исследованиям, содержание сахаров в сусле, наиболее подходящее для спиртовых дрожжей, составляет 16 – 22 %. Некоторые расы дрожжей могут сбродить до 26 % сахаров, при этом образуется до 16 % этанола. Высокие концентрации сахаров в сусле (30–40 %) приводят к замедлению процессов размножения дрожжей и брожения. [4,5]




Сбраживание сусла медового отличается от сбраживания иных видов сырья тем, что в нем содержатся преимущественно простые сахара (глюкоза и фруктоза), легко усваиваемые дрожжами. Но проблемой медового сусла является его малая обеспеченность необходимыми для роста и размножения дрожжей веществами. В первую очередь к ним относятся аминокислоты и иные источники доступного азота. Нагревание меда приводит к денатурации и коагуляции белков, что следует учитывать при сбраживании медового сусла из пастеризованного меда.

Дрожжи, используемые в различных биотехнологических процессах, различаются между собой генетическими особенностями: репродуктивной и бродительной

Для сбраживания высокоплотного медового сусле и проведения сравнительного анализа были выбраны штаммы пивных, винных, и специализированных медовых дрожжей, данные представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1. Технологические характеристики штамма сухих дрожжей для сбраживания медового сусле

Table 1. Technological characteristics of a dry yeast strain for fermenting honey wort

Наименование	Ароматические характеристики	Технические характеристики (5-высокая, 1-низкая)	Живых дрож. клеток КОЕ/г	Рек-ный диапазон Т°С	Спирто-устойчивость
 Saflager W-34/70 Про-тель: Франция	Штамм пивных дрожжей, позволяет производить хорошо сбалансированное пиво с фруктовой и цветочной ароматикой, отличной питкостью и тонким вкусом.	Аттенюация: 4 Флокуляция: 5 Уплотняемость: 4 Норма задачи : 1г/1,5л сусле Предварительная активация: Требуется	более $5 \times 10^9$ КОЕ/г	9-15 °С	средняя (до 11% ABV.)
 Lalvin 71B-1122 Про-тель: Канада	Штамм винных дрожжей смягчает кислотность вина, и вкус получается мягким, сбалансированным и приятным. В аромате отсутствуют дрожжевые ноты.	Аттенюация: 4 Флокуляция: 4 Уплотняемость: 3 Норма задачи : 1г/3л сусле Предварительная активация: Требуется	более $5 \times 10^9$ КОЕ/г	15-30 °С	средняя (до 14% ABV.)
 Beervingem "Mead BVG-08 Про-тель: РФ	Штамм создает большое количество сложных эфиров, что позволяет добиться улучшенной фруктовой ароматики.	Аттенюация: 5 Флокуляция: 4 Уплотняемость: 3 Норма задачи : 1г/2,5л сусле Предварительная активация: Не требуется	более $5 \times 10^9$ КОЕ/г	15-30 °С	высокая (до 18% ABV.)
 Mangrove Jack's Про-тель: Новая Зеландия	Штамм создает эфиры со свежими цветочными нотками, особенно при более низких температурах брожения.	Аттенюация: 5 Флокуляция: 4 Уплотняемость: 4 Норма задачи : 1г/2,5л сусле Предварительная активация: Не требуется	более $5 \times 10^9$ КОЕ/г	15-30 °С	высокая (до 18% ABV.)

В связи с тем, что начальная концентрация сухих веществ в сусле служит одним из важнейших факторов, влияющих на процесс брожения и качество напитка, содержание в нем этилового спирта, при выборе спирто- и осмоустойчивых дрожжей изучали активность их размножения и скорость сбраживания углеводов в медовом сусле с содержанием сухих веществ 22 %. В данных условиях осмочувствительные дрожжи начнут размножаться лишь после длительной лаг-фазы, что приводит к снижению коэффициента прироста биомассы и, следовательно, отразится на скорости сбраживания сусле.

В процессе брожения, которое продолжалось в течение 10 суток (рисунок 1) при 20-22 °С, изучалась динамика изменения массовой доли сухих веществ в сусле, оценивалась физиоло-

гическое состояние дрожжей и активность их размножения. По окончании брожения сусло охлаждали при 5°С в течение суток (12 ч) для осаждения дрожжей.

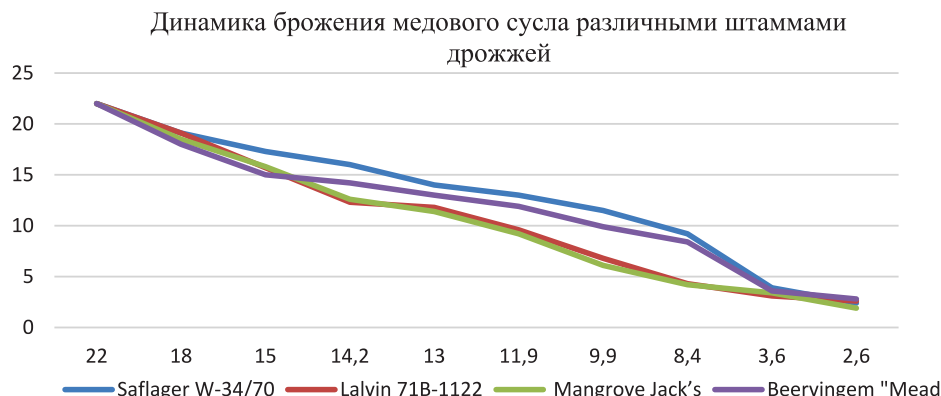


Рис. 1. Динамика брожения медового сусла различными штаммами дрожжей  
 Fig. 1. Dynamics of honey wort fermentation by various yeast strains

Степень осаждения определяли по количеству клеток, оставшихся в сусле во взвешенном состоянии. Данные представлены в таблице 2. Наиболее активное размножение дрожжей и сбраживание сусла отмечено при использовании пивных дрожжей низового брожения, а также специализированных медовых дрожжей. При этом самую высокую флокуляционную способность проявили штаммы специализированных дрожжей, а винные дрожжи практически не осаждались за указанный период времени, в результате чего сусло осталось мутным.

Т а б л и ц а 2. Динамика накопления биомассы в медовом сусле на стадии брожения  
 T a b l e 2. Dynamics of biomass accumulation in honey wort during fermentation

Сутки основного брожения	Образец 1		Образец 2		Образец 3		Образец 4	
	Содержание дрожжей во взвешенном состоянии в млн/мл	% почкующихся клеток	Содержание дрожжей во взвешенном состоянии в млн/мл	% почкующихся клеток	Содержание дрожжей во взвешенном состоянии в млн/мл	% почкующихся клеток	Содержание дрожжей во взвешенном состоянии в млн/мл	% почкующихся клеток
3 сут.	5,8	20-25	5,6	20-25	5,9	30-25	5,8	20-25
4 сут.	5,8	50-60	5,6	60-60	5,6	50-60	5,8	50-60
5 сут.	5,6	50-60	5,6	60-45	5,4	60-45	5,6	50-60
6 сут.	5,4	60-60	5,1	60-60	5,4	60-60	5,4	60-60
7 сут.	4,9	60-60	5,1	60-60	5,0	60-50	4,9	60-60
8 сут.	4,8	30-40	5,0	20-40	4,9	20-40	4,8	30-40
9 сут.	4,8	30-25	4,6	30-25	4,6	20-25	4,8	30-25
10 сут.	4,7	16-18	4,5	20-18	4,6	14-16	4,7	16-18

После основного сбраживания напитки снимали с осадка и дображивали в течение 15 суток при анаэробных условиях при температуре 4°С, затем проводили оценку по органолептическим и физико-химическим показателям (таблица 3).

Существенных отличий по физико-химическим показателям полученных образцов напитков не наблюдалось. Содержание спирта колебалось в пределах 9,3...11,1%.

На основании полученных результатов, можно отметить, что сбраживание медового сусла специализированными медовыми дрожжами идет с достаточно высокой скоростью, что свидетельствует о полноценном составе среды для их развития. По органолептическим характеристикам были выбраны образцы напитков, сброженные дрожжами рас Beervिंगem «Mead» и Mangrove Jack's. Напитки имели более выраженный букет, хорошо сочетающийся с ярко выраженным медовым вкусом и ароматом.

Т а б л и ц а 3. Физико-химические показатели медовых напитков,  
полученных с использованием разных рас дрожжей

Table 3. Physical and chemical properties of honey drinks produced using different yeast strains

Показатели	Раса дрожжей			
	Saflager W-34/70	Lalvin 71B-1122	Beervingem «Mead»	Mangrove Jack's
Действительный экстракт, %	2,4	2,6	2,8	1,9
Объемная доля этилового спирта, %	9,6	9,3	10,9	11,1
Действительная степень сбраживания, %	68,7	72,2	70,2	71,8
Кислотность, к. ед.	3,8	3,7	3,6	3,9
Цвет, ц. ед.	0,2	0,3	0,4	0,3

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что при сбраживании высокоплотного медового суслу для получения алкогольного медового напитка с объемной долей этилового спирта в диапазоне 9-11,0 % рекомендуется использовать специализированные медовые дрожжи. Данные штаммы дрожжей в процессе биохимического расщепления углеводов, органических кислот, углеродсодержащих соединений создают особый вкусо-ароматический профиль готового напитка. Дрожжи Beervingem «Mead» и Mangrove Jack's при применении в специфичных условиях превосходят пивные или винные в среде со сниженным содержанием аминного азота, низким значением рН и повышенным уровнем этанола, что характерно для высокоплотного медового суслу.

### Список используемых источников

1. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 15.01.2017 г. №962
2. Пономарева О. И., Яковлева И. Н. Дрожжи для сбраживания плотного медового суслу // Индустрия напитков. – 2008. № 1. – С. 16–19.
3. Емельянова Л. К., Елисеев М. Н. Повышение биологической стойкости медового напитка // Пиво и напитки. – 2003. – № 6. – С. 28–29.
4. Филимонова Т. И., Борисенко О. А., Рыжова Т. П., Кобелев К. В. Расы дрожжей для сбраживания плотного суслу // Пиво и напитки. – 2004. – № 1. – С.31-38.
5. Яковлева, И. Мед – применение для производства напитков, свойства и характеристики. - Ч. 1. / И. Яковлева // Индустрия напитков. – 2005. – С. 66–69.
6. Ракитянская С. В., Субботина М. А. Физиологическая ценность и технологические возможности использования продуктов пчеловодства // Известия ВУЗов. Пищевая технология, 2001. – №5-6. – С.5-9.
7. Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. Пищевая химия. – СПб.: Гиорд, 2001. – С. 592-596.
8. White Jr. J.W. Composition of honey // Crane E. (Ed.) Honey : Comprhensive Survey. – London : Heine-mann, 1975 – P. 180–194.
9. Roldán, A.; van Muiswinkel, G. C. J.; Lasanta, C.; Caro, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. Food Chem. 2011 – P. 574–582.
10. Pereira, A. P.; Dias, T.; Andrade, J.; Ramalhosa, E.; Estevinho, L. M. Mead production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. Food Chem. Toxicol. – 2009, – P. 113-124

### Информация об авторах

*Моргунова Елена Михайловна*, кандидат технических наук, доцент, Председатель Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь (Старовиленский тракт, 93, 220053, Минск, Республика Беларусь)

E-mail: belst@gosstandart.gov.by

*Вышниковна Ольга Владимировна*, младший научный сотрудник отдела технологий спиртовой пивобезалкогольной продукции 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

### Information about the authors

*Morgunova Elena Mikhailovna*, Ph.D. (Technical), Associate Professor, Chairman of the State Committee for Standardization of the Republic of Belarus (93, Starovilensky Trakt, 220053 Minsk, Republic of Belarus)

E-mail: belst@gosstandart.gov.by

*Vyshnikova Olga Vladimirovna*, Junior 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: o.vyshnikova@tut.by