

Маслова И.Н.,

Студент магистратуры

2 курс, кафедра «Технологии бродильных производств и виноделие»

Институт Пищевых систем и здоровьесберегающих технологий

Московский государственный университет пищевых производств

Россия, г. Москва

Крыщенко Ф.И.,

Студент магистратуры

2 курс, кафедра «Технологии бродильных производств и виноделие»

Институт Пищевых систем и здоровьесберегающих технологий

Московский государственный университет пищевых производств

Россия, г. Москва

Дегтярева Ю.С.,

Студент бакалавриата

4 курс, кафедра «Технологии бродильных производств и виноделие»

Институт Пищевых систем и здоровьесберегающих технологий

Московский государственный университет пищевых производств

Россия, г. Москва

Научный руководитель: Гернет М.В.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СБРАЖИВАНИЯ СУСЛА МЕДОВОГО РАЗЛИЧНЫМИ РАСАМИ ДРОЖЖЕЙ

Аннотация: В статье анализируются результаты сбраживания сусле медового дрожжами различных рас. Изучались как специализированные дрожжи для медоварения, так и другие расы дрожжей различных производителей. Сброженный продукт анализировался по нескольким независимым параметрам.

Ключевые слова: брожение, мед, сусло медовое, дрожжи, расы дрожжей.

Annotation: *The article analyzes the fermentation of honey wort by different kinds of yeasts. Special mead yeasts were studied along with other yeast varieties of different origin. The analysis of several independent parameters for the fermented product was performed.*

Key words: *fermentation, honey, honey wort, yeast, yeast races.*

Одним из направлений развития рынка алкогольной продукции в России и за рубежом является увеличение ассортимента и объемов производства спиртных напитков на основе меда.

Напитки из перебродившего меда, часто с добавлением другого пищевого сырья, являются важной частью истории и культуры у многих народов Европы [1]. При этом по объективным причинам их производство не носит массового характера, а до недавнего времени было практически незаметно. К напиткам на основе меда относятся не только продукт, получаемый сбраживанием, но и медовые дистилляты. В Российской Федерации введена в действие система стандартов, устанавливающих требования к медоваренной продукции и ее производным (медовухе, медовой водке, медовому дистилляту) [2–4].

Существует множество различных параметров, влияющих на качество готовой продукции. В случае медовых алкогольных напитков это такие факторы, как природа исходного сырья (меда) и его качество, условия брожения, для дистиллятов – режим перегонки. Брожение является необходимым этапом в производстве любых спиртных напитков, так как именно при этом из сахаров образуется этиловый спирт. Сброженный материал может считаться готовым продуктом или проходить дальнейшую переработку.

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].

Процесс брожения – экзотермический. Поскольку для спиртового брожения существует оптимум температуры, при проведении процесса в больших объемах актуальной является проблема теплоотвода.

Сахар, содержащийся в сусле, сбраживается в спирт дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. Это одноклеточные эукариотические организмы, относящиеся к классу аксомицетов [6]. Форма дрожжевой клетки (яйцевидная, вытянутая, др.) и особенности жизнедеятельности зависят как от расы дрожжей, так и от условий их развития. Под *расой* дрожжей понимается разновидность данных микроорганизмов, которая, при сохранении всех основных видовых признаков, отличается от прочих разновидностей второстепенными, но стойкими свойствами, характеризующими их производственные особенности. От *штаммов* расы отличаются тем, что термин «штамм» определяется как разновидность данного вида, апробированная только в лабораторных условиях [7]. Подбор расы дрожжей влияет на предельное содержание этанола в сброженном сусле, а кроме того, на биосинтез веществ, влияющих на органолептические свойства продукта брожения, часть из которых может перейти в дистиллированный продукт.

Общие принципы спиртового, винодельческого и пивоваренного производства применимы и к процессам сбраживания медового сусла. Содержание сахаров в сусле, наиболее подходящее для спиртовых дрожжей, составляет 18 – 20 %. 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 [8].

Сбраживание сусла медового отличается от сбраживания иных видов сырья тем, что в нем содержатся преимущественно простые сахара (глюкоза и фруктоза), легко усваиваемые дрожжами. С другой стороны, медовое сусло бедно 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. Дрожжам для нормальной жизнедеятельности также необходимы минералы (фосфор, кальций, цинк, и другие) и витамины, причем в меде содержание данных компонентов недостаточно [9].

Азот усваивается дрожжами в форме аминокислот (исключая пролин) или в виде аммонийного (неорганического) азота. Содержание доступного азота оказывает значительное влияние как на время брожения, так и на биосинтез веществ, влияющих на аромат конечного продукта. В частности, добавление доступного азота, снижает производство дрожжами серусодержащих веществ. Содержание доступного азота менее 150 – 200 мг/мл сусла считается недостаточным [10].

На практике достаточно широко применяется дополнительное внесение необходимых питательных веществ в сбраживаемую массу. Это могут быть как неорганические вещества (фосфаты аммония) [9], так и комплексные питательные смеси различных производителей. Правильно подобранная подкормка дрожжей оказывает положительное влияние как на скорость роста и ферментативную активность дрожжевых клеток, так и на вкусоароматические качества сброженного сусла [10].

В процессе брожения важным параметром является содержание кислорода. Недостаток кислорода на стадии роста дрожжевых клеток может привести к снижению скорости размножения за счет торможения синтеза липидов. С другой стороны, избыток кислорода может привести к окислению стероидов, необходимых для устойчивости дрожжей к этанолу [10]. Спиртовое брожение в присутствии кислорода прекращается (остановка брожения под влиянием молекулярного кислорода называется эффектом Пастера). Наряду с образованием этилового спирта в ходе брожения, одновременно происходит его химическое окисление кислородом с образованием нежелательных продуктов. К ним относятся уксусный альдегид (CH_3CHO), метанол (CH_3OH), уксусная

кислота (CH₃COOH) и некоторые другие. Содержание посторонних продуктов в сброженном сусле, а следовательно, в продуктах его перегонки, можно значительно снизить, ограничив доступ воздуха во время брожения (например, за счет установки водяного затвора) [8].

В целом можно заключить, что на качество конечного продукта значительное влияние оказывает не только природа исходного сырья, но и условия сбраживания медового сусла. В частности, среди параметров, влияющих на конечный результат, можно выделить выбор расы дрожжей, осуществляющих сбраживание, температурный режим процесса и его длительность, а также наличие подкормки дрожжей и способ ее организации.

В настоящей статье описывается экспериментальное исследование влияния расы дрожжей на ход и результат процесса брожения сусла медового.

Экспериментальная часть

Материалы и методы

В качестве сырья для проведения экспериментов использовался мед урожая июля 2019 г., цветочный, полифлорный, луговой.

Брожение осуществлялось дрожжами шести рас, а также внесением перги в расчете на самозаражение сусла дикими дрожжами:

1. Дрожжи медоваренные Mangrove Jack's mead yeast M05.

Характеристики: высокая спиртоустойчивость вплоть до 18% об.

Рекомендованный диапазон температур 15-30 °С .

Живых дрожжевых клеток: более 5×10⁹ КОЕ/грамм.

Норма задачи 1 г дрожжей на 2,5 л сусла.

Предварительная активация не требуется.

2. Дрожжи винные Lalvin ICV D-47.

Характеристики: алкогольная толерантность – до 14 % об.

Рекомендованный диапазон температур 15-30 °С .

Активация дрожжей в десятикратном весе воды при 30-40 °С 20 минут.

Норма задачи 1 г дрожжей на 3-5 л сусла.

3. Дрожжи винные Beervिंगem.

Характеристики: алкогольная толерантность – до 12 %об.

Рекомендованный диапазон температур 20-25 °С .

Предварительная активация не требуется.

Норма задачи 1 г дрожжей на 4-5 л сусла.

4. Дрожжи Mangrove Jack's sider yeast M02 для сидра.

Характеристики: содержание азота низкое, устойчивость к CO₂ высокая.

Штамм может производить содержание алкоголя более 12% об.

Рекомендованный диапазон температур 12-28 °С .

Живых дрожжевых клеток: более 5×10⁹ КОЕ/грамм.

Норма задачи 1 г дрожжей на 2,5 л сусла.

Предварительная активация не требуется.

5. Дрожжи Dr. Oetker сухие хлебопекарные.

Характеристики: не требуют предварительной активации.

Рекомендованный диапазон температур 10-30°С .

Норма задачи 1 г на 3 литра.

6. Дрожжи сухие спиртовые Сообга 7.

Характеристики: Дрожжи с подкормкой.

Устойчивость к спиртам до 16% об.

Рекомендованный диапазон температур 15-30 °С, оптимум – 22-24 °С .

Норма задачи 4 г содержимого на 1 л сусла.

Предварительная активация не требуется.

7. Перга необработанная

Содержание сахаров в сусле определялось ареометром и рефрактометром.

Приготовление сусла варкой

Мед разводили с водой в соотношении 1 кг на 3,5 литра питьевой воды.

Разведенный мед кипятили в течении 30 минут с регулярным помешиванием и снятием пены, после охлаждали до 25-27 °С и ставили на брожение.

Приготовление сусла разбавлением

Мед растворяли в подогретой до температуры + 40 °С питьевой воде интенсивным перемешиванием, в соотношении 1 кг меда на 3,4 литра питьевой воды и ставили на брожение.

В экспериментов с пергой, соотношение вода : мед : перга составляло 20 : 9 : 1 по массе.

Брожение проводилось при температуре помещения 22 – 23 °С. После завершения процесса, сброженное сусло сливали с дрожжевой массы и профильтровывали. После проводилась органолептическая оценка напитков. по профильно-дескрипторному методу, по выбранным дескрипторам ставилась оценка от 0 до 5, где 0 – полностью отсутствует, 5 – очень яркий,

Результаты и обсуждение

По показаниям рефрактометра, содержание сахаров в двенадцати образцах сусла (всех, кроме сусла с пергой) составляло 23,8 °Вх, для сусла с пергой – 37 °Вх.

Для каждого из двух типов сусла было поставлено по семь экспериментальных образцов с разными типами сбраживающих агентов. Образцы обозначали цифровым кодом формата X.Y, где X=1 для вареного сусла и X=2 для сусла, приготовленного без варки, а Y соответствует номеру сбраживающего агента в списке, приведенном выше. Контроль брожения производился ареометрически каждые 24 часа.

Образцы 1.7 и 2.7 в течении трех суток не выказывали признаков начала брожения, на четвертый день была замечена контаминация образцов посторонними микроорганизмами. Эксперимент с этими двумя образцами был прекращен. Также оказались контаминированы образцы 2.1-2.5, поэтому эксперименты с суслом, полученным разбавлением, пришлось прекратить почти полностью, кроме образца 2.6, который сбродился насухо.

Таблица 1 показывает ход брожения в образцах, не подвергшихся контаминации, по показаниям ареометра.

Проведенные анализы показали содержание этилового спирта в сброженных образцах в пределах 11,5 – 12,3 % об.

Самое быстрое брожение прошло у образцов 1.6 и 2.6 на спиртовых дрожжах с подкормкой – брожение закончилось за 6 дней.

Таблица 1 Контроль брожения

день\образец	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.6
0	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
1	1,095	1,100	1,100	1,085	1,095	1,095	1,090
2	1,090	1,100	1,100	1,075	1,087	1,075	1,073
3	1,080	1,100	1,100	1,065	1,072	1,050	1,050
4	1,070	1,090	1,100	1,055	1,060	1,027	1,025
5	1,060	1,070	1,097	1,045	1,050	1,005	1,005
6	1,055	1,060	1,080	1,040	1,040		
7	1,048	1,055	1,075	1,035	1,032		
8	1,045	1,048	1,070	1,032	1,025		
9	1,040	1,047	1,063	1,028	1,020		
10	1,035	1,042	1,058	1,025	1,015		
11	1,030	1,038	1,053	1,020	1,012		
12	1,025	1,032	1,045	1,015	1,010		
13	1,020	1,027	1,040	1,010	1,007		
14	1,015	1,020	1,030	1,007	1,005		
15	1,013	1,015	1,027	1,005			
16	1,009	1,013	1,024				
17	1,005	1,009	1,020				
18		1,005	1,015				
19			1,010				
20			1,005				

Самое долгое брожение шло 21 день, у образца 1.3. В данном эксперименте отмечено очень долгое начало брожения – плотность стала снижаться только на пятый день.

Предположительно, спиртовые дрожжи, использованные в образцах 1.6 и 2.6 не имели долгого начала процесса брожения из-за введенной в состав дрожжевого препарата подкормки.

Проведение органолептической оценки сброженного суслу медового.

Для всех образцов было установлено: цвет – от светло-желтого до насыщенного желтого с легкой опалесценцией; прозрачность – без посторонних включений; превалирующий запах – медовый.

Органолептическая оценка по запаху представлена в Таблице 2

Таблица 2 Оценка запаха сброженного суслу

Образец	Характеристика
1.1	Медовый, сладкий, цветочный, легкий, свежий
1.2	Медовый, сладкий, свежий, фруктовый
1.3	Медовый, кисловатый, свежий, с хлебными нотами
1.4	Запах вареного меда, абрикоса, сладкий, свежий
1.5	Запах вареного меда, сладкий, легкий запах хлебной корочки
1.6	Запах вареного меда, сладкий, свежий, с кислинкой
2.6	Медовый, сладкий, свежий, фруктовый

Для органолептической характеристики сброженного суслу медового по вкусу, были выбраны следующие дескрипторы: медовый, кислый, сладкий, свежий, горький, фруктово-цветочные тона, дрожжевые тона. Результаты дегустации представлены в Таблице 3.

Таблица 3 Балловая оценка напитков по выбранным дескрипторам

Характеристика\образец	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.6
Медовый	5	5	4	5	4	5	5

Кислый	1	2	3	2	1	3	2
Сладкий	1	1	2	0	1	0	0
Свежий	3	2	2	3	2	3	3
Горький	0	0	0	1	1	2	2
Фруктово-цветочные тона	3	2	1	3	1	0	1
Дрожжевые тона	0	2	2	0	2	1	0

Наиболее гармоничным и полным вкусом, по мнению дегустаторов, обладают образцы 1.1, 1.2 и 1.5. В иных образцах либо были отмечены неприятные оттенки вкуса, либо присутствовал явный вкус, помимо медового. Наилучшие результаты показал образец 1.5.

В результате проведенной серии экспериментов было показано, что дрожжи любой расы, специально внесенные в сусло медовое, способны осуществить брожение с достаточно высокой полнотой. Заражение дикими дрожжами носит вероятностный характер и для разработки технологии рассматриваться не может. Достаточно велика опасность контаминации бродящего сусла медового, что в значительной мере предотвращается варкой сусла при его приготовлении. Для дальнейших экспериментов предлагается применять дрожжи, использованные в экспериментах 1.1, 1.2 и 1.5 – медоваренные, винные и сухие хлебопекарные – и отбирать те расы, которые производят сброженное сусло с наилучшими органолептическими показателями.

Использованные источники:

1. Odinson E. Northern Lore: A Field Guide to the Northern Mind-Body-Spirit. Eoghan Odinson, 2010. 319 p.

2. ТР ЕАЭС 047/2018 Технический регламент Евразийского экономического союза “О безопасности алкогольной продукции”, от 05 декабря 2018 года №ТР ЕАЭС 047/2018, Технический регламент [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551893590> (accessed: 27.05.2020).

3. ГОСТ Р 57594-2017 Медовухи. Общие технические условия, ГОСТ Р от 10 августа 2017 года №57594-2017 [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200146483> (accessed: 27.05.2020).
4. ГОСТ 32033-2012 Напитки медовые. Общие технические условия, ГОСТ от 28 июня 2013 года №32033-2012 [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103305> (accessed: 27.05.2020).
5. Глазунов А.И., Царану И.Н. Технология вин и коньяков. Москва: Агропромиздат, 1988.
6. Яровенко В.Л., Маринченко В.А., Смирнов В.А. Технология спирта. Москва: Колос, 2002.
7. Семихатова Н.М. Хлебопекарные дрожжи. Москва: Пищевая промышленность, 1980. 200 р.
8. Оноприйко В.А. Пищевой спирт. Получение, очистка, использование. Ставрополь: СевКавГТУ, 2001.
9. Основы сбраживания меда [Electronic resource] // HOMEWINE - интернет-магазин домашнего винодела: винные дрожжи, укупорщики, бутылки. URL: <https://homewine.com.ua/blog/osnovy-sbrazhivaniya-meda> (accessed: 27.05.2020).
10. Yeast Nutrition and Protection for Good alcoholic fermentation | Lallemand Wine [Electronic resource]. URL: <https://www.lallemandwine.com/en/north-america/expertise-document/yeast-nutrition-and-protection-for-good-alcoholic-fermentation-2/> (accessed: 27.05.2020).
11. ГОСТ 6687.2-90 Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ (с Поправкой), ГОСТ от 17 августа 1990 года №6687.2-90 [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023056> (accessed: 27.05.2020).