УДК 602.3;663.81;663.14

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ НА КАЧЕСТВО ФЕРМЕНТИРОВАННОГО АРБУЗНОГО СОКА

Кантуреева Г.О., Сапарбекова А.А., Уразбаева К.А., Мамитова А.Д., Майлыбаева Э.У.

Южно-Казахстанский Государственный Университет им. М. Ауэзова, Шымкент, e-mail: klara_abdrazak@mail.ru

На примере арбузного сока (Cucurbita citrullus) была рассмотрена ферментативная способность штаммов дрожжей: Saccharomyces cerevisiae (из сладкого картофеля), Saccharomyces cerevisiae (из сахарного тростника) и Saccharomyces cerevisiae ellipsoideus (из арбузного сока). Качество ферментированного арбузного сока было исследовано на основе анализа значений кислотности и содержания биофлаваноидов. Все штаммы дрожжей дают необходимое повышение количества титруемых кислот в процессе ферментации арбузного сока. Так, количество титруемых кислот увеличилось с 0,2% до 0,79% с S.cerevisiae ellipsoideus (из арбузного сока) и до 0,85% – с S.cerevisiae (из патоки сахарного тростника). Уровень биофлавоноидов был самым высоким (50,4 мг/100 г) с S.cerevisiae ellipsoideus и низким (23,8 мг/100 г) с S.cerevisiae (из патоки сахарного тростника).

Ключевые слова: Saccharomyces cerevisiae, дрожжевые штаммы, ферментация, арбузный сок, ферментированные напитки, биофлавоноиды

INFLUENCE OF VARIOUS YEAST STRAINS ON QUALITY OF FERMENTED WATERMELON JUICE

Kantureyeva G.O., Saparbekova A.A., Urazbayeva K.A., Mamitova A.D., Mailybayeva E.U.

M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, e-mail: klara_abdrazak@mail.ru

On the example of watermelon juice (Sucurbita citrullus) it was considered the enzymatic ability of yeast strains: Saccharomyces cerevisiae (from sweet potato), Saccharomyces cerevisiae (from sugarcane molasses) and Saccharomyces cerevisiae ellipsoideus (from watermelon juice). Quality of fermented watermelon juice was studied by analyzing the values of acidity and content of bioflavonoids. All yeast strains provide the desired increase in the amount of titratable acid during fermentation of watermelon juice. Thus, the number of titratable acids increased from 0,2% to 0,79% with S.cerevisiae ellipsoideus (from watermelon juice) and to 0,85% with S.cerevisiae (from sugar cane molasses). Bioflavonoids' level was the highest (50,4 mg/100 g) with S.cerevisiae ellipsoideus and lowest – (23,8 mg/100 g) with S.cerevisiae (from sugar cane molasses).

Keywords: Saccharomyces cerevisiae, yeast strains, fermentation, watermelon juice, fermented beverages, bioflavonoids

Арбузы в настоящее время занимают первое место в мире по масштабам возделывания. Содержание сахаров в этих плодах составляет 7–10% (основные сахара – фруктоза, глюкоза и сахароза), содержание кислот (главным образом, яблочной и лимонной) составляет около 0,2–0,4%. У арбуза примечательно высокое содержание ликопина (35–50 млн$^{-1}$), являющегося основным каротиноидом и обусловливающего красный цвет мякоти плодов, а также высокое содержание солей калия (примерно 100мг/ 100г), оказывающего определенное мочегонное свойство арбузов. Содержание свободных аминокислот также высоко. Еще одна особенность арбузов состоит в том, что в арбузах высокий уровень содержания биофлавоноидов (128–130 мг/100 г) [1].

Арбузный сок является скоропортящимся продуктом, восприимчивый к действию бактерий и грибов. Широко используется ряд мер, направленных на консервирование и сохранение продукта в течение длительного времени; это замораживание плодов, экстракция, концентрация сока до 4 и более раз и сушка. Ферментация сахаров арбузного сока и формирование небольшого количества этанола является еще одним способом сохранения и предотвращения нерационального использования плодов во время сбора урожая.

Ферментация – это процесс обогащения натурального сырья, веками используемый с различной пищевой продукцией. Безалкогольные или слабоалкогольные ферментированные основы являются сегодня фундаментом для инновационных освежающих напитков. К тому же, ферментация позволяет без применения консервантов надолго сохранить свойства продуктов и сделать их легко усвояемыми. Этот процесс требует дополнительных исследований, так как все большее число видов сырья обрабатывается таким образом в пищевой промышленности. Основными причинами этого интереса являются пищевые, физиологические и гигиенические аспекты процесса [2].

Цель исследования

Целью настоящей работы является исследование влияния различных штаммов

дрожжей на качество ферментированного арбузного сока.

Материалы и методы исследования

Микроорганизмы

В данной работе были использованы следующие штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (из сладкого картофеля), *Saccharomyces cerevisiae* (из патоки сахарного тростника) и *Saccharomyces cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока). Организмы субкультивировали в аэробных условиях для реактивации и повышения концентрации биомассы при pH 4,1, 30 °C в течение 24 ч в среде, содержащей (г/л): дрожжевой экстракт, 3; пептон, 5; солодовый экстракт, 5 [3]. Клетки собирали путем центрифугирования при 1600 г в течение 5 мин и промывали 0,85 % раствором NaCl. Все операции проводились в стерильных условиях. Полученные клетки были использованы в качестве заквасок.

Подготовка среды для ферментации

Арбузный сок был получен из ягод арбуза сорта Crimson Sweet с использованием известных методов (резка, разминание, выжимание, перемешивание, смешивание, нагрев и т.д.) и удаление всего или части твердых компонентов, путем фильтрации и центрифугирования [4]. Супернатант анализировали на общее количество растворимых сухих веществ и значение pH. Общее количество растворимых сухих веществ был увеличено внесением сахарозы от 10,5 до 18°Brix, чтобы обеспечить достаточное количество сахара для брожения.

Ферментации сусла

Эксперименты проводились в системе ферментеров PAC типа AP 9-273-3000-68, снабженных мешалкой. После стерилизации паром при 121 °C в течение 15 мин, ферментер был заполнен средой для ферментации в количестве 750 мл с добавлением следующих питательных веществ (г/л): диаммонийфосфат водорода, 0,5 г; сульфат магния ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), 0,2 г и мочевины, 0,5 г [4]. Одна капля пеногасителя была добавлена в каждый реактор, чтобы предотвратить вспенивание. Каждый реактор инокулировали 1 % (вес/об.) штаммами дрожжей. Ферментацию проводили при комнатной температуре (25 ± 2 °C) в течение пяти дней. Скорость перемешивания поддерживалась в течение всего эксперимента при 200 оборотах в минуту для равномерного распределения дрожжей и питательных веществ. Полученный продукт осветляли 0,1 % раствором бентонита, фильтровали и хранили при 2 °C до проведения анализов.

Анализы

Были определены pH среды ферментирования и общее количество сухих веществ с помощью pH-метра и рефрактометра соответственно. Другие параметры, такие как титруемая кислотность и содержание биофлавоноидов определялись стандартным методом титрования и методом, основанным на спектрофотометрировании комплексов флавоноидов с ионами металлов соответственно [5]. Эффективность ферментативной способности штаммов дрожжей для получения ферментированного напитка на основе арбузного сока определялась на основе количества потребляемого сахара и выделяемого спирта.

Результаты исследования и их обсуждение

Изменение pH

Изменение pH в ферментационной среде имело одну и ту же закономерность (рис. 1), и это значительно не отличалась между штаммами дрожжей. Было отмечено, что значение pH значительно снизилось в период прохождения ферментации. В конце процесса, значение pH было 3,55 с *S.cerevisiae* (из сладкого картофеля), 3,52 с *S.cerevisiae* (из патоки сахарного тростника) и 3,50 каждый с *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока) по сравнению с начальным значением 4,1. Скорость изменения pH определяется из градиента (ðpH/ðt), из данных (рис. 1).

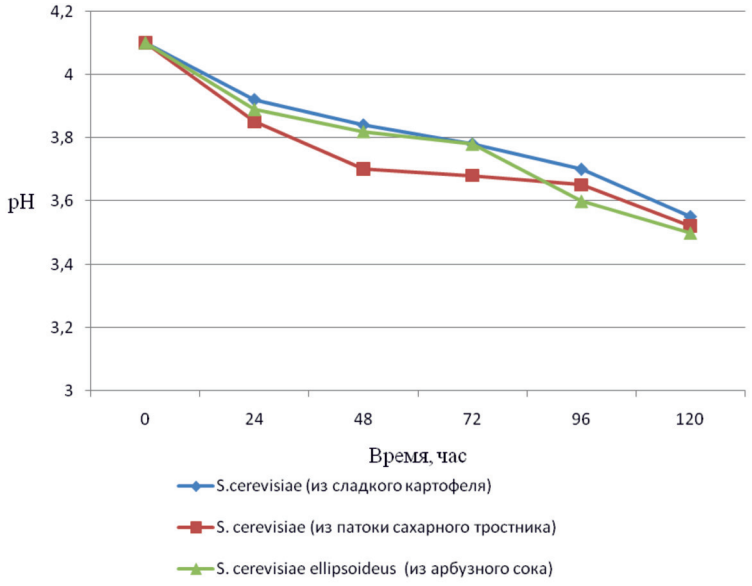

Рис. 1. Штаммы дрожжей и изменение pH со временем

Скорость изменения pH и ТК и потребления сахара дрожжами

Параметры	*S.cerevisiae* (из сладкого картофеля)	*S.cerevisiae* (из патоки сахарного тростника)	*S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока)
Скорость изменения pH в сутки	0,10	0,11	0,11
Скорость изменения ТК в сутки	0,08	0,08	0,07
Скорость потребления сахара в сутки	3,07	2,98	2,82

Титруемая кислотность

Полученный результат (таблица) показывает, что скорость изменения pH была примерно одинаковой во всех средах.

Исследование титруемой кислотности при сбраживании арбузного сока имеет особое значение, так как именно органические кислоты определяют вкусовые и ароматические характеристики ферментированного арбузного сока.

Титруемая кислотность (ТК) в ферментационных средах со временем значительно увеличилась. Характер увеличения (рис. 2) для различных штаммов дрожжей особенно не различался. Самым высоким значением ТК (0,85 %) было с *S.cerevisiae* (из патоки сахарного тростника) и 0,84 % с *S.cerevisiae* (из сладкого картофеля) и наименьшим (0,79 %) – с *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока). Скорость изменения ТК, в %, (определяется из градиента (ðТК/ðt), из данных рис. 2, была примерно одинаковой для всех организмов (таблица). Таким образом, все штаммы дрожжей дают необходимое повышение количества титруемых кислот в процессе ферментации арбузного сока.

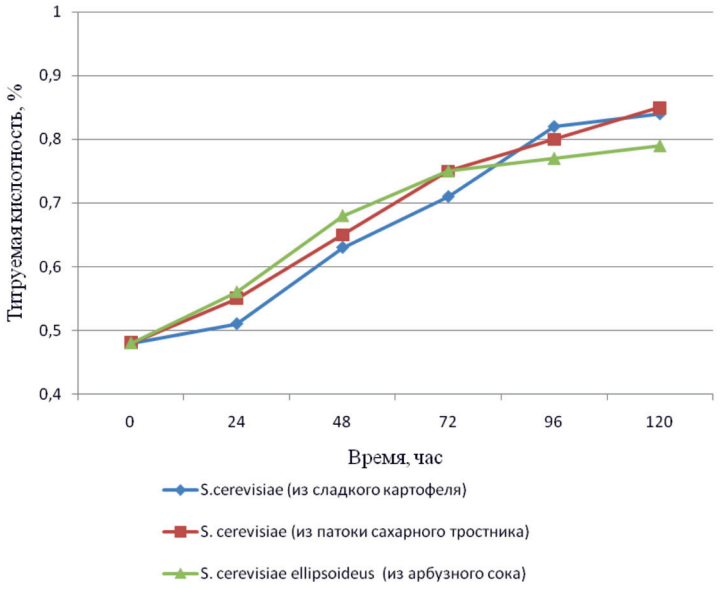

Рис. 2. Штаммы дрожжей и изменение титруемой кислотности со временем

Потребление сахара

Уровень сахара в ферментерах значительно снижался в процессе брожения. Остаточный сахар был наименьшим (2,88 г) с *S.cerevisiae* (из сладкого картофеля) и самый высокий (3,6 г) с *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока). Это означает, что потребление сахара было самым высоким с первым и самое низкое с последним. Тем не менее, коэффициенты потребления сахара (определяется из градиента (ð %сахар/ðt), из данных рис. 3) отличались между организмами (таблица): 3,07 г/день (самый высокий) с *S.cerevisiae* (из сладкого картофеля), 2,98 г/день с *S.cerevisiae* (из патоки сахарного тростника) и 2,82 г/день *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока).

Количество выделяемого спирта

Количество выделяемого дрожжами спирта значительно различалось. Так, с *S. cerevisiae* (из сладкого картофеля) выделяемый спирт составлял 5,6 %, 4,8 % – с *S. cerevisiae* (из патоки сахарного тростника) и 3,2 % – с *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока). Различие в количестве спирта, выделяемого дрожжами можно

объяснить различными значениями оптимальных физико-химических условий ферментации: температуры и pH. Так, оптимальной температурой ферментирования являются следующие значения: 25 °C, 28–30 °C и 30–35 °C для *S.cerevisiae* (из сладкого картофеля), *S.cerevisiae* (из патоки сахарного тростника) и *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока), соответственно. Следовательно, для ферментации сахаров арбузного сока с формированием небольшого количества этанола наиболее приемлемыми являются дрожжи *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока).

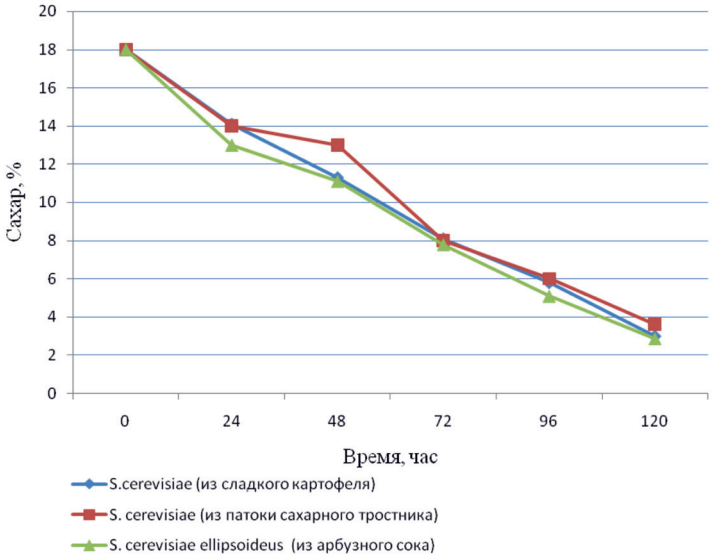

Рис. 3. Штаммы дрожжей и изменение потребления сахара со временем

Содержание биофлавоноидов

Начальный уровень биофлавоноидов в арбузном соке был измерен и составил 128 мг/100 г. Это содержание было снижено штаммами дрожжей. Утилизация биофлаваноидов была наибольшей с *S.cerevisiae* (из патоки сахарного тростника) – 23,8 мг/100 г и наименьшей с *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока) – 50,4 мг/100 г. Дрожжи не содержат витаминоподобные вещества, но могут абсорбировать их из ферментационной среды как источник углевода [6]. Таким образом, штамм *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока), давший наибольший уровень биофлавоноидов в ферментированном напитке, может считаться наиболее приемлемым штаммом дрожжей для получения ферментированных напитков с достаточно высоким содержанием этих важных для здоровья человека биологически активных веществ.

Заключение

Качество ферментированных напитков на основе арбузного сока в большой степени зависит от применяемых для ферментации штаммов дрожжей. Дрожжи рода *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока), сохранившие наибольший уровень биофлавоноидов в готовом ферментированном напитке и показавшие оптимальный уровень потребления сахара можно считать наиболее подходящими для получения ферментированного арбузного сока как одного из видов функциональных продуктов. Также, необходимо отметить, что *S.cerevisiae ellipsoideus* (из арбузного сока) обеспечивают необходимые повышение количества органических (титруемых) кислот и количество выделяемого спирта в процессе ферментации арбузного сока.

Список литературы

1. Кантуреева Г.О. Переработка бахчевых культур с использованием нетрадиционного местного сырья / Г.О. Кантуреева, А.А. Сапарбекова, Л.А. Мамаева // Новости науки Казахстана. Научно- технический сборник. – 2011. – № 3–4. – С. 118–125.

2. Голубев В.Н. Пищевая биотехнология: Учебник / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов М.: ДеЛи Принт, 2007. – 123 с.

3. El-Mansi E.M.T. Fermentation Microbiology and Biotechnology, Second Edition / E.M.T. El-Mansi, C.F.A. Bryce, Arnold L. Demain, A.R. Allman. – CRC Press, 2006. – 576 p.

4. Сапарбекова А.А. Производство натуральных ферментированных напитков / А.А. Сапарбекова, Г.О. Кантуреева, Р.Э. Айткулова // Труды IX международной научно-технической конференции «MODERNÍ VYMOZENOSTI VEDY – 2013», Praga. – 2013. – С. 93–96.

5. Лобанова А.А. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья / А.А. Лобанова, В.В. Будаева, Г.В. Сакович // Химия растительного сырья. – 2004. – № 1. – С. 47–52.

6. Keys to Successful Fermentation: Part1 / The University of Minnesota enology. – By cook0278: May 17, 2013.