

В И Н О Д Е Л И Е

Б. П. АВАКЯН

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БРОЖЕНИЯ В ПЕРВИЧНОМ ВИНОДЕЛИИ*

Периодические методы брожения, существующие в некоторых отраслях пищевой промышленности, начали уступать непрерывным. Непрерывные процессы являются одним из важнейших средств улучшения качества продукции и снижения себестоимости, повышения производительности труда, сокращения производственных площадей. Основоположником работ по непрерывному брожению является С. В. Лебедев (1936), который совместно с Д. Н. Климовским проводил более углубленные исследования процесса непрерывного спиртового брожения. Исследования завершились внедрением этого метода в спиртовом производстве. Ф. С. Гладким (1936) разработана и внедрена в спиртовом производстве непрерывно-поточная схема получения спирта из патоки.

В последние годы непрерывные методы в виноделии стали предметом широких исследований. Шампанизация вина в непрерывном потоке, разработанная Г. Г. Агабальянцем в настоящее время внедрена на Московском заводе шампанских вин. Практически осуществлено непрерывное брожение в первичном виноделии в Молдавии (Кошев Л. и др., (1957). Существует ряд предложений по применению непрерывных методов для получения хереса (Самвелян А., 1954), мaderas (Казумов Н., 1953), брожения виноградного сока (Герасимов М. А. и др., 1953).

При выполнении настоящей работы нами преследовалась цель научно обосновать сущность процесса непрерывного бро-

* Работа выполнена под руководством проф. Г. Г. Агабальянца.

жения и установить возможность применения этого метода в производстве. Помимо этого, нами изучены отдельные факторы, влияющие на процесс непрерывного брожения; к ним относятся выбор расы и дозировка дрожжей, скорость потока, число и габариты отдельных резервуаров батареи, температурный и кислородный режимы брожения, технологические требования к аппаратурному оформлению процесса и ряд других. Опыты проводились с 1953 г. как в лабораторных, так и в полупроизводственных установках. Для контроля параллельно проведено брожение того же сусла периодическим методом

Установление принципиальной возможности проведения брожения виноградного сока в непрерывном потоке

По способу получения столовых вин виноградный сок после отстоя заливается в изолированную бочку на $\frac{2}{3}$ его объема и после внесения дрожжей чистой культуры оставляется на брожение. При этом методе, не имея гарантии правильного хода и чистоты брожения, невозможно регулировать параметры брожения и др. По исследуемому нами способу сусло бродит в герметизированной бродильной батарее, состоящей из нескольких бродильных резервуаров. Приток сусла обеспечивается из бродильных резервуаров специальным соединением по принципу сообщающихся сосудов. Практически это осуществляется так: после отстоя сусло перекачивается в напорный резервуар, откуда по трубопроводу поступает в нижнюю часть первого бродильного резервуара. В этот резервуар в начале процесса вводятся дрожжи чистой культуры 2% по объему. Бродящее сусло, пройдя через все резервуары, отбирается из верхней части последнего резервуара с содержанием сахара 0,2 г/л.

Лабораторная установка состояла (рис. 1) из напорного резервуара сусла емкостью 1,0 л (1), дрожжанки емкостью 0,2 л (2), 4-х бродильных резервуаров, каждый емкостью 1,0 л (3), приемного резервуара виноматериалов (4), спиртоловушки (5) и передаточных коммуникаций (6).

Полупроизводственная установка собрана по той же схеме с той лишь разницей, что объемы резервуаров (отстойника, резервуара брожения) составляли не менее 40 дкл каждый.

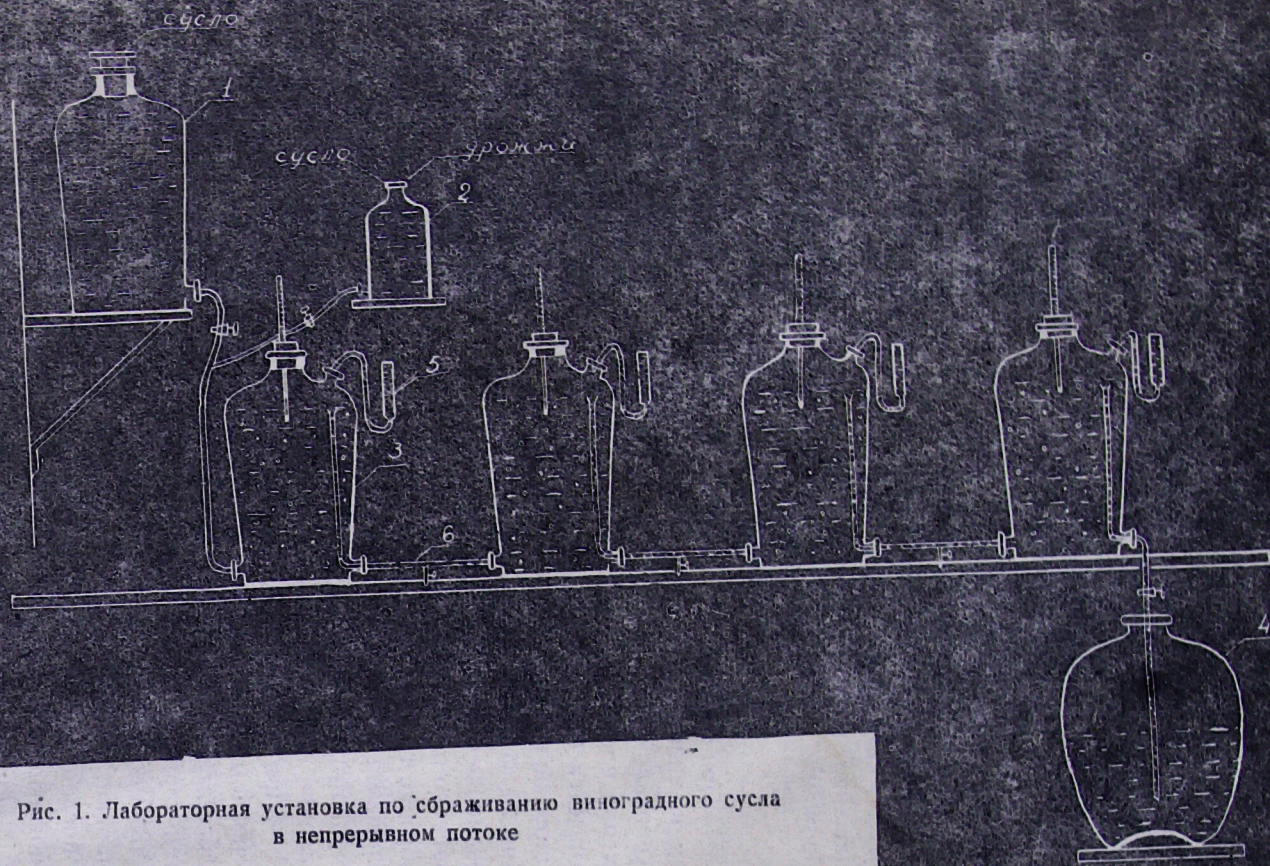


Рис. 1. Лабораторная установка по сбраживанию виноградного сусла в непрерывном потоке

В работе проведения сезона виноделия решающее значение имеет подготовка сула к брожению и строгое соблюдение установленного технологического режима на всех стадиях переработки винограда в виноматериал. Получение высококачественных виноматериалов зависит также от качества дрожжей.

По условиям первичного виноделия в Армении деятельность дрожжей при сбраживании сока протекает при высокой температуре ($25-31^{\circ}$), относительно высоком содержании спирта в среде ($11-14^{\circ}$), избытке азотистых веществ и умеренной кислотности.

Нормальное брожение в этих условиях без ущерба качества вина может быть обеспечено только при строгом соблюдении искусственных приемов регулирования параметров брожения.

Размножение дрожжей

При благоприятных условиях культивирования дрожжей их размножение осуществляется интенсивно. Джон Уайт (1957), Коновалов С. А. (1957) считают, что полное развитие дрожжевой клетки, т. е. образование новой, дочерней клетки, заканчивается примерно в течение 2 часов. При такой скорости размножения одна дрожжевая клетка могла бы образовать в течение 24 часов тысячи новых клеток. Однако в действительности размножение протекает медленнее, и в условиях винодельческого производства из одной дрожжевой клетки практически образуется 40—60 клеток. Основными причинами, задерживающими размножение дрожжей, является наличие содержания сернистого ангидрида, неподходящая температура брожения, наличие спирта, образовавшегося при брожении и др.

При периодическом брожении размножение дрожжей в основном заканчивается в течение первых 36—48 часов. При непрерывном брожении виноградного сока способность дрожжей к размножению и бродильная их функция одновременно проявляются в основном в первом резервуаре бродильной установки. Однако размножение дрожжевых клеток проходит и в последующем втором резервуаре с понижением числа размножающихся клеток.

Прямая зависимость между количеством взятых в опыте дрожжей, скоростью брожения, количеством образовавшегося

спирта установлена рядом авторов (Slator, 1906; Шумаков, 1930; Кжижаняк, 1957 и др.). Проверкой выявлено, что скорость брожения в первые часы (8 часов) определяется количеством заданных дрожжей (табл. 1). В последующие часы эта разница уравнивается. Для установления влияния количества дрожжей, заданных вначале опыта, на интенсивность брожения нами были проведены исследования в специально приспособленных склянках, где брожение проведено в непрерывном потоке.

После внесения в склянки сусла и дрожжей через сутки отбиралась проба для установления прироста дрожжей, количества выделившегося CO_2 . Результаты опытов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Прирост дрожжей и количество выделившегося CO_2 в граммах при сбраживании виноградного сусла Ркацители различным числом дрожжей расы Агавнатун 2

Количество дрожжей в млн/мл	Через 8 часов		Через 16 часов		Через 32 часа		Через 48 часов	
	число дрожжей млн/мл	CO_2	число дрожжей млн/мл	CO_2	число дрожжей млн/мл	CO_2	число дрожжей млн/мл	CO_2
0,403	0,7	0,03	4,9	0,21	19,9	0,44	21,4	0,43
0,981	1,6	0,09	8,6	0,31	21,8	0,44	23,6	0,45
1,786	3,1	0,16	10,7	0,41	20,3	0,40	22,0	0,44
5,118	7,3	0,30	14,9	0,44	22,6	0,45	23,8	0,46

Из таблицы видно, что первоначальное число заданных дрожжей может влиять на интенсивность брожения только в первые 8—16 часов.

Содержание активных дрожжей определяется условиями их выращивания (Windisch, 1956; Ситников, 1933), а отсюда вытекает, что одним из серьезных моментов производства является выяснение условий выращивания дрожжевых клеток. Для производства необходимы дрожжи, с помощью которых получают виноматериалы, до конца выброженные, с меньшим содержанием побочных продуктов, ароматичные, с хорошим букетом и поэтому было необходимо изучить этот вопрос не только с точки зрения влияния состава среды на размножение дрожжей, но и признаки штамма.

Приготовленное для брожения сусло содержало сахара 21,9%, титруемую кислотность — 9,1 г/л.

Дрожжи, получаемые обычным способом, с периодическим введением их в отдельные бочки не обеспечивают проведения процесса в непрерывном потоке. Они характеризуются пониженной бродильной способностью. Исходя из этого, мы поставили задачу проверить, как влияет способ приготовления дрожжей на их размножение и сбраживающую способность. Опыт велся следующим образом: для установления влияния способа приготовления дрожжей на их размножение и последующее брожение было взято по 20 мл бурно бродящего сусла, приготовленного: а) обычным способом и б) из первого резервуара бродильной батареи непрерывной установки. Каждое из них переведено в отдельные колбы со 100 мл пастеризованного сусла и оставлено на брожение при $t=22^{\circ}$. Во время опыта через определенные отверстия отбирались пробы для микробиологических и химических исследований. Подсчет дрожжевых клеток производился в камере Т-Цейса.

Таблица 2

Размножение дрожжей и сбраживание сусла дрожжами, приготовленными различными способами

Способ приготовления дрожжей расы Агавнатун 2	Количество дрожжей в млн/мл		сн сусла в мв	Потреблено сахара в г/л	Оставшиеся сахара в г/л	Спирт, найденный химическим анализом в %	Потери сахара в %	Длительность брожения в час
	в момент постановки задачи их в сусло	в конце брожения						
Обычный (периодический)	7,64	9,12	236	217	2,0	12,1	1,5	126
Непрерывный	5,89	8,75	236	217	2,0	12,3	1,2	108

Из таблицы видно, что размножение у дрожжей, приготовленных разными способами, было почти одинаковым, но по длительности выбраживания сахара, выходу спирта, потерям сахара они отличаются друг от друга. Лучшие результаты получаются на дрожжах, приготовленных в установке непрерывного брожения. Для того, чтобы выяснить, при какой концент-

рации сахара в сусле получают активные дрожжи и как сахаристость действует на размножение дрожжевых клеток, нами поставлен опыт по выращиванию дрожжей пылевидной расы на суслах разной концентрации, но одинаковых по кислотности (в отдельные колбы с суслом приходилось вносить лимонную кислоту). Эрленмейеровские колбы с суслом 20 мл, в которые были заданы дрожжи 2% по объему ставили на 24 часа в термостат (22°), а затем из них брали пробы для подсчета клеток и определения энергии брожения (по сброженному сахару). Результаты опытов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние концентрации сахара на процесс размножения дрожжевых клеток и последующее брожение сусла

Начальная концентрация сахара в соке г/л	Количество дрожжей в 1 мл		I день брожения		II день брожения		III день брожения		IV день брожения		Время брожения в часах
	после закладки дрожжей	в конце брожения	остаточн. сахар в г/л	энергия брожения в %	остаточн. сахар в г/л	энергия брожения в %	остаточн. сахар в г/л	энергия брожения в %	остаточн. сахар в г/л	энергия брожения в %	
11,1	$3,4 \times 10^5$	$5,1 \times 10^7$	5,6	10,8	2,2	6,4	0,2	3,9	—	—	73
15,4	$3,5 \times 10^5$	$5,0 \times 10^7$	9,1	12,6	4,5	9,2	2,8	3,4	0,3	—	90
20,2	$3,8 \times 10^5$	$4,3 \times 10^7$	13,4	10,5	8,8	10,0	3,1	13,2	0,4	5,9	93
26,6	$3,0 \times 10^5$	$3,4 \times 10^7$	22,2	10,0	13,6	25,2	8,1	22,6	2,3	10,6	112

Из таблицы видно, что размножение дрожжей на средах малой концентрации (11,1 г/л) происходит быстрее и количественно больше. Энергия брожения у дрожжей, выращенных на сусле с низкой концентрацией, ниже, чем у дрожжей, выращенных на сусле с высокой концентрацией сахара.

ВЫВОДЫ

1. При непрерывном брожении виноградного сока способность дрожжей к размножению проявляется в основном в первом резервуаре бродильной установки.

2. Бродильная функция дрожжей проявляется одновременно с размножением.

3. Скорость размножения дрожжевых клеток в первые

часы (16 часов) определяется количеством заданных дрожжей. В последующие часы эта разница уравнивается. Лучшие результаты получаются при проведении брожения на дрожжах, выращенных в батарее непрерывного брожения.

Влияние температуры

Вопрос о влиянии температуры изучался рядом авторов (Genevois L., 1951; Фичи, 1955; Омелянский, 1941 и др.). Фичи дал анализ брожения с точки зрения температурного баланса и рассмотрел возможность ликвидации вредных явлений, связанных с перегреванием сусла.

При полном обеспечении питанием и аэрацией единственным фактором, влияющим на скорость размножения дрожжей и сбраживание сусла, является температура. Приведен-

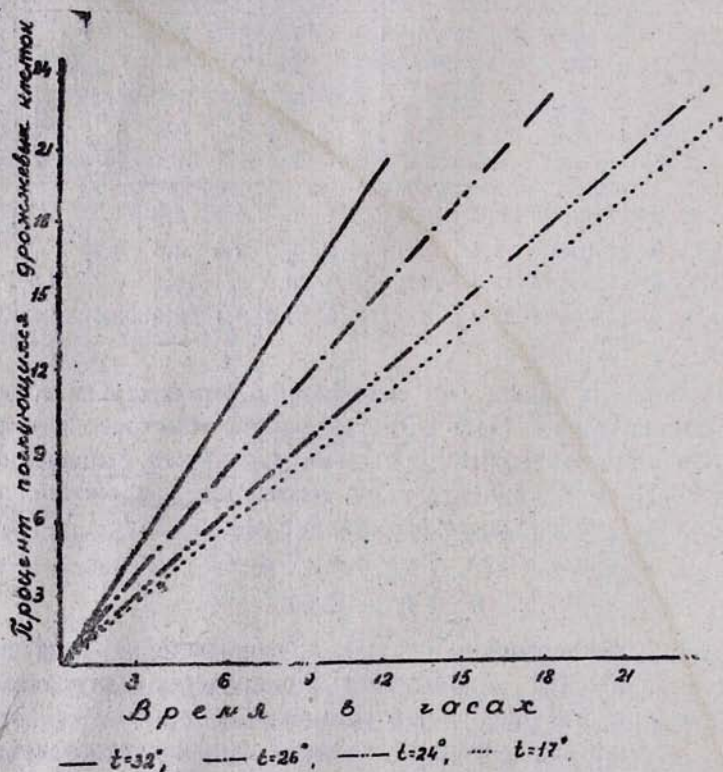


Рис. 2. Размножение дрожжевых клеток в зависимости от температуры

ные ниже данные показывают изменение величины различных коэффициентов в зависимости от изменения температуры. Для выяснения влияния температуры через отдельные промежутки времени одновременно определяли количество почкующихся дрожжевых клеток и использованного сахара. По полученным данным составлены кривые для каждой температуры.

Из рис. 2 видно, что оптимальной температурой для быстрого размножения была $t=26^{\circ}$, при которой за 18 часов количество почкующихся дрожжевых клеток достигло 24%. В свою

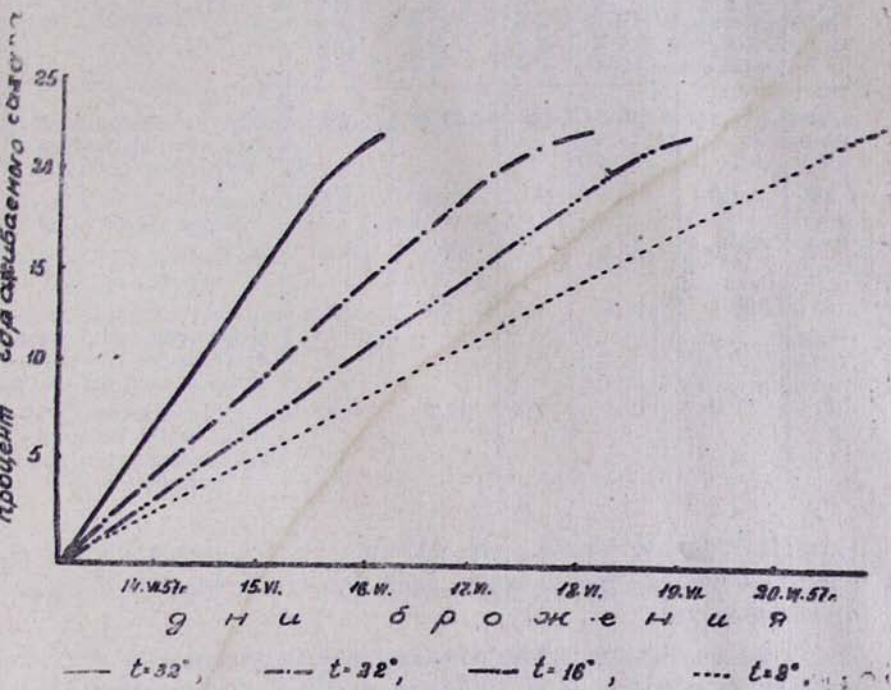


Рис. 3. Сбраживание сусла в зависимости от температуры бродящего сока.

очередь бродильная энергия дрожжевых клеток в зависимости от температуры среды сильно меняется. Эта зависимость показана на рис. 3, из которого видно, что при постоянном поддержании концентрации сахара, но при различных температурах, энергия брожения различна.

Данные этого опыта, зарегистрированные через 48 часов после задачи чистой культуры, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Проведение брожения при разных температурах
и постоянной сахаристости (22,1%)

Температура в °	Количество почкующихся клеток в %	Общее к-во дрож. клеток млн. в 1 мл	Число дней брожения	Содержание спирта в объ- емных %	Остаточный сахар в %	Состояние дрожжевых клеток в конце брожения
8	1,1	4,4	18	12,9	0,2	Округлой формы, оболочка не выражена ярко, размер 7,0—7,1 μ
16	12,0	6,8	11	12,8	0,2	Округлой формы, размер 6,6—6,9 μ
22	18,0	10,7	5	12,6	0,2	Вытянутой формы, размер 6,5—6,7 μ
26	20,4	11,6	4,5	12,6	0,2	Вытянутой формы, оболочка ярко выражена, встречаются с вакуолями, размер 6,0—6,5 μ
32	21,0	12,1	3,5	12,0	0,92	Вытянутой формы, оболочка ярко выраженная, с вакуолями, размер 6,0—6,3 μ

Из таблицы видно, что процент почкующихся клеток и последующее значение числа дней брожения всецело зависит от температуры.

При разных температурах, но равных других условиях — количества взятых в млн. дрожжей на 1 мл, сахаристости сока и др. получаются разные результаты числа дней брожения. Результаты опыта, зарегистрированные в последний день брожения, сведены в табл. 5.

Из таблицы видно, что потери сахара при низкой температуре брожения ниже, чем при высокой. Одновременно состояние дрожжевых клеток, проводивших брожение при низкой температуре, лучше. При высокой температуре брожения бродильная способность дрожжей возрастает.

**Влияние температуры брожения на бродильную способность
дрожжей и потери сахара**

Температура бро- дающего сока в °	Количество дрож- жей в млн. на 1 мл		Сахаристость сусла в г/100 мл	Спирт в объем- ных %	Остаточный са- хар в г/100 мл	Потери сахара в г/100 мл	Начало и конец опыта	Состояние дрож- жевых клеток
	в момент задачи дрожжей в сусло	в последний день бро- жения						
8	0,32	3,1	22,1	12,9	0,20	0,25	14/VI 2 VII 1957 г.	Форма—округлая, оболочка незамет- ная, размер 7,2 м
16	0,36	9,4	22,1	12,9	0,20	0,25	14/VI 26/VI 1957 г.	Форма—округлая, оболочка незамет- ная, размер 7,0 м
24	0,30	18,3	22,1	12,4	0,36	0,61	14/VI 18/VI 1957 г.	Форма — вытяну- тая, оболочка вы- ражена, встреч. с вакуолями, раз- мер 6,8 м
32	0,35	19,9	22,1	12,4	0,24	0,76	14/VI 18/VI 1957 г.	Форма — вытяну- тая, оболочка ярко утолщена, размер 6,5 м

В Ы В О Д Ы

1. Число почкующихся дрожжевых клеток при темпера-
туре 16° и по мере повышения до 32° возрастает к общей
массе от 12 до 21%.
2. Оптимальная температура для быстрого размножения
была $t=26^{\circ}$.
3. Бродильная энергия дрожжевых клеток с повышением
температуры до 32° возрастает.

Влияние сернистой кислоты

Относительно влияния сернистой кислоты на размноже-
ние дрожжевых клеток и процесс брожения в литературе име-
ется ряд указаний (Шумаков, 1930 г.; Бурговиц, 1933 г.; Де-
скалов, 1957 г. и др.). Авторами указывается, что при раз-

личных дозировках сернистой кислоты ход брожения и накопление дрожжевой массы происходит по-разному.

Для практических целей наиболее пригодные дозировки сернистого ангидрида находятся в пределах 50—200 мг/л; ангидрид вводится в сусло до брожения.

Изучение поставленного вопроса проводилось нами в лабораторной установке и полупроизводственных условиях по следующей методике: виноградный сок наливали в напорный резервуар, в который вводили сильно засульфитированную воду — соответственно необходимой дозе сернистого ангидрида.

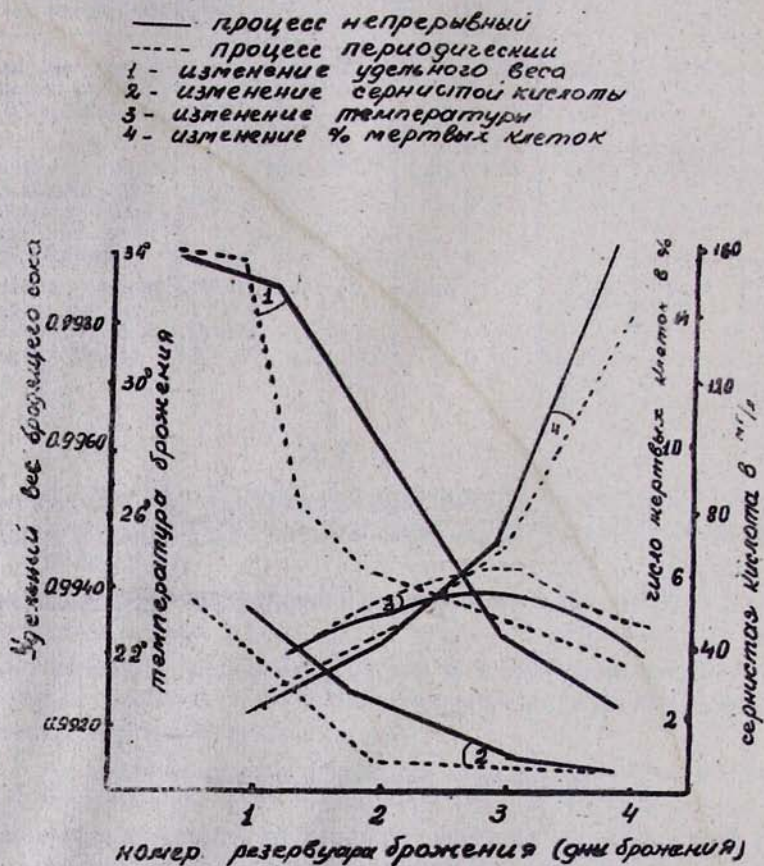


Рис. 4. Брожение в лабораторной установке при дозировке сернистой кислоты 52 мг/л

После перемешивания определяли содержание сернистой кислоты иодометрическим методом. Брожение проводили на 2-х расах как в лабораторной, так и полужаводской установке. Для контроля за "непрерывным процессом" сусло из напорного резервуара направлялось в отдельные резервуары периодического брожения.

Полученные данные вышеописанных опытов представлены кривыми (рис. 4, 5).

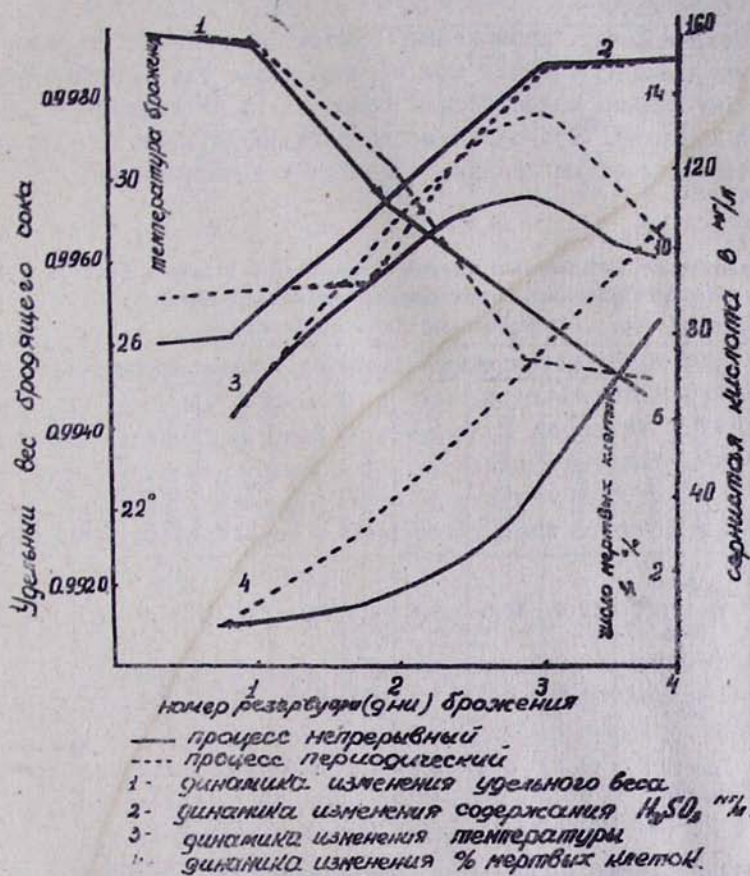


Рис. 5. Брожение в полужаводской установке при дозировке сернистой кислоты 155 мг/л.

Из рис. 5 видно, что при различных дозах сернистой кислоты процесс размножения дрожжей и брожение сусла про-

текает по-разному. Это видно при сравнении динамики по изменению: удельных весов бродящего сока, температур брожения, общего содержания сернистой кислоты в сусле, числа мертвых клеток в установках непрерывного и периодического методов брожения. При разных методах брожения остаточное содержание сернистой кислоты, число мертвых клеток при периодическом брожении выше, чем при непрерывном. Кривые изменения удельного веса, температуры в непрерывном процессе без скачков.

Размножение дрожжевых клеток в процессе брожения штамма Агавнатун 2 как при непрерывном, так и при периодическом сильно колеблется в зависимости от дозировок сернистой кислоты. Эта зависимость показана в табл. 6. Результаты таблицы взяты средние после трех повторностей.

Таблица 6

Размножение дрожжевых клеток в процентах штамма Агавнатун 2 при различных дозировках сернистой кислоты и разных методах брожения

Дозировки сернистой кислоты в мг/л	Число, месяц проведения опыта	Процесс непрерывный				Процесс периодический					
		резервуар I	резервуар II	резервуар III	резервуар IV	I день брожения	II день брожения	III день брожения	IV день брожения	V день брожения	VI день брожения
52	с 24/X по 20/XI 1956	22,5	11,6	7,5	4,1	13,3	23,8	13,0	7,7	6,8	2,4
110	с 22/XI по 26/XII 1956	16,5	9,0	4,5	2,4	10,5	18,2	6,4	2,9	2,7	1,3
155	с 4/I по 20/I 1957	14,1	6,2	3,3	1,3	9,0	15,4	5,8	2,8	2,4	1,0

Из таблицы видно, что при различных дозировках сернистой кислоты процесс размножения дрожжевых клеток различен. Как при непрерывном, так и при периодическом ведении брожения с высоким содержанием сернистой кислоты число размножающихся дрожжевых клеток уменьшается.

Брожение при использовании различных рас дрожжей и

при разных дозировках сернистой кислоты (введенной в сусло до брожения) характеризуется следующим. (табл. 7).

Таблица 7

Наименование штамма дрожжей, на котором проведено брожение	Количество общего содержания сернистой кислоты мг/л	Время в часах с начала ввода закваски до начала брожения	Число дней бурного брожения	Число дней брожения до содержания ост. сахара в соке $0,2 \text{ г/100 мл}$	Зарегистрировано повышение температуры (максимум в градусах)	Число мертвых дрожжевых клеток в конце брожения в %	Общее число дрожжевых клеток в млн/мл
Агавнатун 2	52	20	1,5	4,0	25	13	67
"	110	23	2,0	4,0	24	12	60
"	150	24	2,0	5,0	23	12	58
Кахури 7	50	22	2,0	4,5	24	16	60
"	107	23	2,5	4,5	25	15	58
"	148	25	3,0	5,0	24	12	54

Из таблицы видно, что при разных дозировках кислоты и различных расах дрожжей процесс брожения протекает по-разному.

Период брожения, число дней бурного брожения, общее число дрожжевых клеток и др. при использовании различных дрожжей различны. Раса Агавнатун 2 проводит брожение в лучших условиях, у нее период взбраживания меньше, чем у Кахури 7. Недостатком Агавнатуна 2 является то, что бурное брожение протекает в основном в двое суток, у Кахури 7 он растянут до 2,5—3 суток.

ВЫВОДЫ

1. В зависимости от дозы сернистой кислоты изменяется ход непрерывного брожения. При содержании сернистой кислоты 155 мг/л по сравнению с дозой 52 мг/л процесс брожения протекает в лучших условиях.

2. Независимо от дозы сернистой кислоты число размножающихся дрожжевых клеток в периодическом процессе больше, чем в непрерывном.

Влияние Ен и кислородного числа подаваемого сусла

Согласно работам Дейнега (1949), Шкляр (1953), Родопуло (1954) на процесс размножения дрожжевых клеток и брожение большое влияние оказывает также Ен и кислородное число.

Таблица 8

Влияние ОВ процессов и кислорода на размножение дрожжей

№ бродильного резервуара	Число, месяц проведения опытов	Ен в мг	Кислородное число мг/л	Перекисное число мг/л	Свободный (растворенный) кислород в мг/л	Колич. дрож. клеток млн/мл		% почитающихся клеток к общему числу дрожжей	Сахар по дням брожения г/100 мл
						во взвешенном состоянии до взбалтывания	после взбалтывания		
Вариант 1	с 5/V по 20/V 1956 г.	402	3,41	2,20	1,21	56	59	14,0	18,0
2		383	1,10	1,00	0,10	42	48	2,0	8,4
3		334	следы	следы	0	27	32	0	3,8
4		287	0	0	0	20	27	0	0,36
Контроль	с 5/V по 20/V 1956 г.								
I		418	3,54	2,30	1,24	40	40	10,0	18,0
II		390	2,02	1,80	0,22	51	52	12,3	14,3
III		360	1,10	1,00	0,10	55	58	16,4	11,6
IV		283	0,30	0,30	0	59	69	2,1	5,1
V		260	следы	следы	0	34	42	0	1,2
VI		296	следы	следы	0	18	40	0	0,41
Вариант II	с 20/V по 5/VI								
I		296	2,98	1,92	0,18	41	44	10,0	18,1
II		288	0,61	0,60	0	34	40	2,2	13,2
III		273	0,10	0,10	0	23	31	0	4,6
IV		266	следы	следы	0	18	29	0	2,4
V		276	следы	следы	0	11	24	0	0,42
Контроль	с 20/V по 5/VI 1956 г.								
I		282	2,59	1,80	0,79	39	39	10,1	18,1
II		271	0,72	0,72	0	49	49	12,3	13,2
III		269	0,20	0,20	0	38	42	16,1	4,6
IV		266	следы	следы	0	34	30	2,0	2,4
V		260	0	0	0	21	29	0	1,2
VI		260	следы	следы	0	10	27	0,1	0,42

Для характеристики ОВ процессов, протекающих при непрерывном брожении в потоке, и их влияния на размножение дрожжей нами было проведено определение ОВ потенциала, кислородного числа, перекисного числа и свободного кислоро-

да. ОВ потенциал определяли потенциометрическим методом, кислородное число — индигометрическим, а перекисное число — по методике, предложенной Агабальянцем и др. Непрерывное брожение (лабораторный опыт) проводили по 2 вариантам. Сусло I варианта, подаваемое на брожение, проветривалось, сусло II варианта не проветривалось, после чего устанавливались его показатели; брожение при I варианте проводили в открытых, а при II варианте в закрытых сосудах на расе Агавнатун 2. Результаты определений сведены в табл. 8.

Из таблицы видно, что процесс размножения дрожжевых клеток и брожение сока всецело зависит от значений E_h и кислородного числа. В I варианте процент почкующихся и общее количество дрожжей было выше, поэтому сбраживание прошло в более короткий срок, в то время как при II варианте указанные величины были ниже, поэтому процесс брожения сока был более длителен.

Для наглядности полученные данные (процент почкующихся клеток и количество дрожжей) в зависимости от E_h и кислородного числа показаны на рис. 6 и 7.

Из рис. 6, 7 видно, что количество почкующихся дрожжей и их общее число выше при высоком значении E_h .

В последующих опытах 1957 г. нами были поставлены повторные работы с проведением брожения на смеси двух культур — Агавнатун 2 и Кихури 7 в соотношении 1:1.

Методика исследования заключалась в следующем. Опыты проводили в герметизированной склянке на 250 мл. Взятое сусло во всех вариантах содержало сахара 22,4 г/100 мл, титруемую кислотность — 4,84 г/л.

Первоначальное количество заданных дрожжей во всех случаях было одинаковым и содержало 1 млн. на мл.

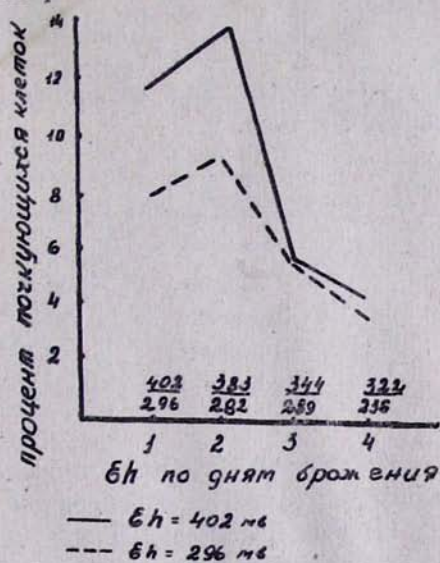


Рис. 6. Размножение дрожжевых клеток в зависимости от E_h по каждому резервуару

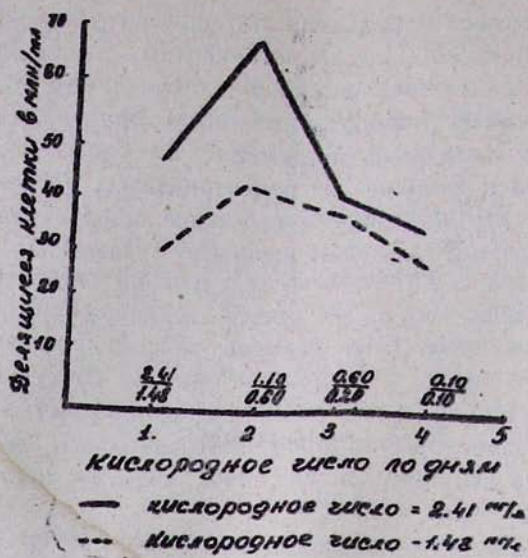


Рис. 7. Размножение дрожжевых клеток в зависимости от кислородного числа

Показатели Ен и кислородного числа различных вариантов сведены в табл. 9.

Таблица 9

Варианты опыта	Ен мв	Кислородное число в мг/л
I вариант	515,4	4,71
II вариант	440,1	3,98
III вариант	302,8	3,32
Контроль	406,2	3,35

Процесс размножения дрожжевых клеток проводили в четырех повторностях на смеси обеих рас.

На рис. 8 показана делительная воронка, приспособленная к проведению процесса брожения в герметических условиях.

В герметизированную склянку а, предварительно заполненную углекислым газом (кроме контроля), по трубке I вводили стерилизованное сусло, дрожжи и вели наблюдения. Для сравнения со всеми вариантами проводили брожение (контроль)

в такой же однотипной склянке, у которой доступ воздуха с поверхности был свободен. Размножение дрожжей во всех вариантах проходило при температуре 18—22°. Из всех склянок через каждые четыре часа отбирали пробы для подсчета дрожжей в счетной камере Т-Цейса. При вводе суслу по трубке 1 по мере наполнения склянки углекислый газ выходил по трубке 2 через бродильный затвор.

После заполнения склянки *a* на 70% объема по той же трубке 1 вводили смесь дрожжей.

При периодическом отборе пробы склянку взбалтывали и по трубке через краник 3 отбирали пробу для микробиологических исследований.

Результаты проведенных опытов показаны в виде графика (рис. 9).

Из рис. 9 видно, что с увеличением E_h и кислорода, число клеток возрастает.

Для установления влияния E_h и

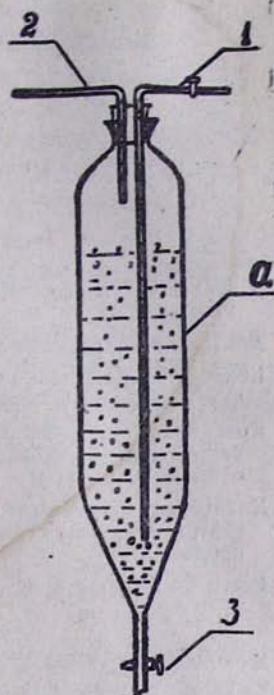


Рис. 8. Склянка брожения

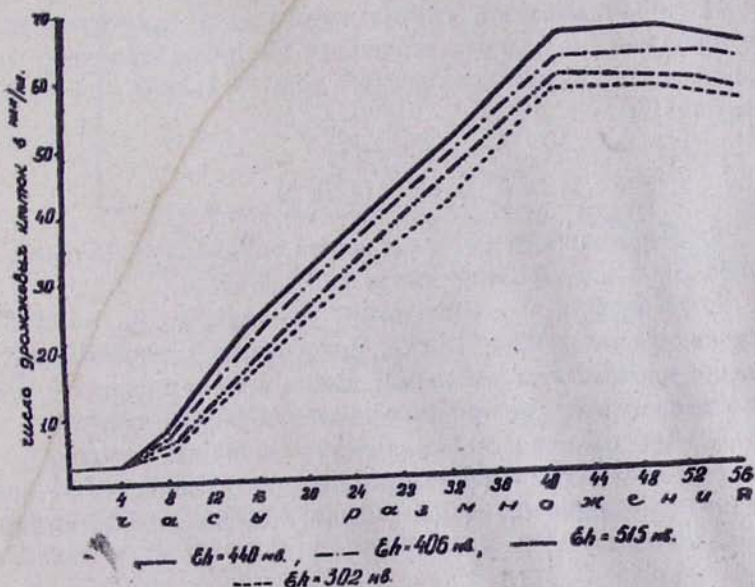


Рис. 9. Размножение дрожжевых клеток при различных значениях E_h .

Размножение дрожжевых клеток в зависимости от кислородного числа

Показатели	Показания Eh и кислородного числа			
	$Eh=515 \text{ мв}$ $O_2=4,71$ мг/л	$Eh=440 \text{ мв}$ $O_2=3,98$ мг/л	$Eh=302 \text{ мв}$ $O_2=3,32$ мг/л	$Eh=406 \text{ мв}$ $O_2=3,35$ мг/л
Начальное количество дрожжей в млн. на 1 мл	1,0	1,0	1,0	1,0
Длительность размножения в часах	52	48	48	52
Количество дрожжевых клеток в начале брожения в млн. на 1 мл	58,1	69,1	55,4	63,2
Количество мертвых дрожжевых клеток при брожении в проц. к общему (максимум)	18,1	14,5	11,6	21,3
Количество активных дрожжевых клеток в млн. на 1 мл в конце брожения	1,7	2,1	1,7	1,9
Всего число дней брожения	5,5	4,5	6,0	5,0

содержания кислорода на длительность размножения, количество почкующихся клеток и др. были поставлены лабораторные опыты.

Из таблицы видно, что при одинаковом количестве заданных дрожжей, но разных значениях Eh и кислородного числа количество почкующихся клеток было большим при высоком значении Eh.

ВЫВОДЫ

1. С прохождением сусла через бродильную батарею величина Eh и кислородное число снижаются.
2. На суслах с пониженным значением Eh, помимо замедления размножения клеток, наблюдается значительное отмирание клеток. Максимальный выход размножающихся дрожжей отмечен в среде при $Eh=440 \text{ мв}$ ($O_2=3,98 \text{ мг/л}$).
3. При одинаковом количестве заданных дрожжей, но разных значениях Eh и кислорода общее количество активных дрожжей (в конце брожения) было больше при $Eh=440 \text{ мв}$ ($O_2=3,98 \text{ мг/л}$).

Брожение на смеси 2-х рас дрожжей и их морфологические изменения в непрерывном и периодическом процессах брожения

При проведении опытов по сбраживанию сусла периодическим и непрерывным способами нами было установлено, что начальный период взбраживания у расы Агавнатун 2 протекал равномерно, но процесс дображивания у него сильно отставал. Для расы Кахури 7, наоборот, характерен короткий период дображивания.

Были проведены также работы по сбраживанию сусла одновременно двумя расами в лабораторных условиях. На основании результатов, полученных в процессе брожения (после установочного периода), построены кривые (рис. 10 и 11).

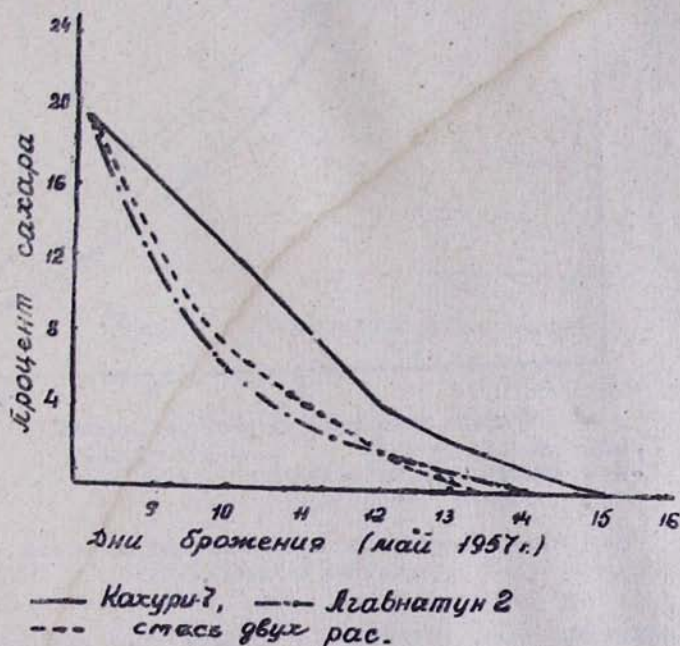


Рис. 10. Сбраживание сахара различными расами дрожжей.

Из рис. 10 видно, что каждая раса в отдельности сбраживает сахар в различные сроки. Смесь двух рас проводит брожение за более короткий срок, т. е. 5,5 суток.

Из рис. 11 видно, что количество дрожжевых клеток в зависимости от расы и резервуаров брожения различное.

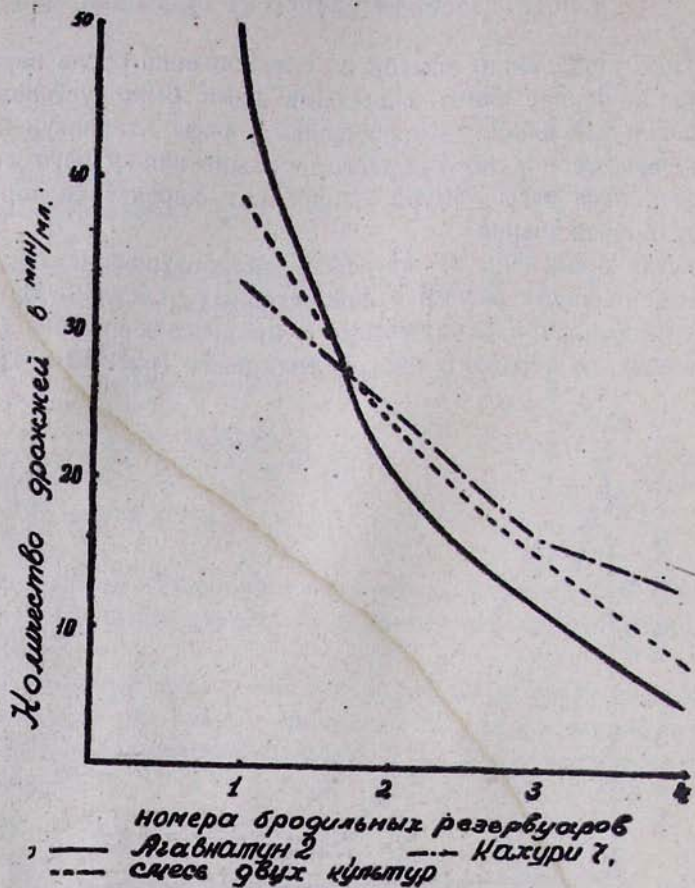


Рис. 11. Накопление дрожжей различных рас по разным резервуарам брожения.

Одновременно были поставлены опыты по установлению количества почкующихся дрожжей как в отдельности по каждой расе, так и при совместном сбраживании сусле смесью культур. Полученные результаты показаны графически (рис. 12).

Из рис. 12 видно, что процент почкующихся клеток для каждой расы различен. В случае использования смеси куль-

тур процент почкующихся клеток сильно уменьшился. Аналогичный результат был получен и в полупроизводственном опыте. Разница заключалась лишь в том, что в полупроизводственном опыте количество клеток и процент почкующихся был выше.

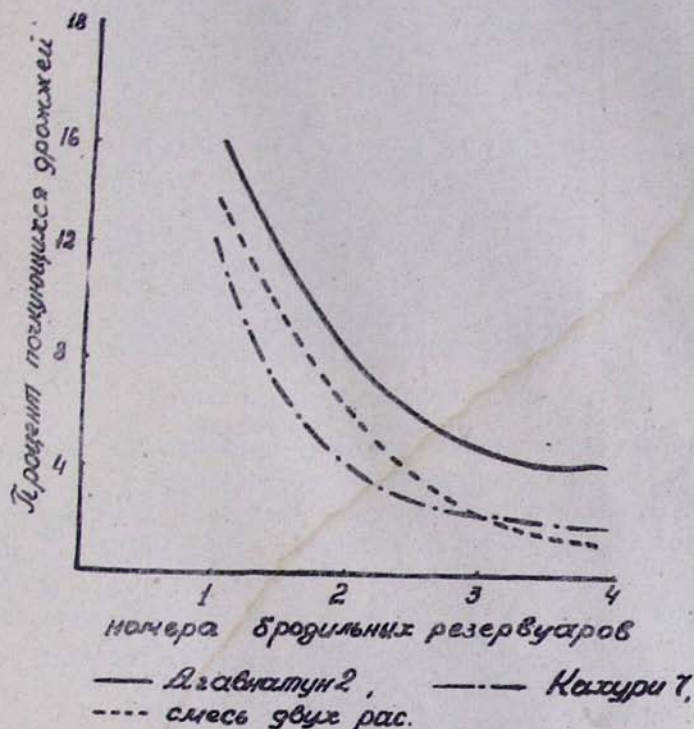


Рис. 12. Накопление почкующихся дрожжей различных рас по разным резервуарам брожения.

Для характеристики виноматериала, полученного при брожении на указанных выше расах дрожжей были проведены определения по установлению химического состава вина, числа дней брожения для каждой расы отдельно.

Из таблицы видно, что при одинаковом химическом составе сусла смесь Агавнатун 2 и Кахури 7 выбраживает сусло за более короткий срок, чем при брожении отдельно на каждой расе.

Характеристика виноматериалов, полученных брожением
на различных расах дрожжей

Раса дрожжей, на которой проведено брожение	Спирт в об. %	Сахар оста- точный в г/100 мл	pH	Титруемая кислотность в %	Легучая кислотность в %	Число дней брожения	Характеристи- ка виномате- риалов
Агавнатун 2	12,5	1,0	3,6	4,2	0,44	6	Сухое, рез- кое с пло- довым аро- матом
Кахури 7	12,7	0,96	3,6	4,4	0,32	7	Сухое с плодовым ароматом
Смесь: Агав- натун 2 и Ка- хури 7	12,7	1,0	3,6	4,4	0,36	4,5	Сухое с плодовым ароматом

После установления режима брожения по бродильным резервуарам полупроизводственной установки были проведе- ны исследования по установлению состояния дрожжевых кле- ток и их морфологических изменений в непрерывном и перио- дическом процессах брожения. Дрожжи различных резервуа- ров брожения, а значит различных стадий брожения имеют различия по своим морфологическим признакам. Однако испы- танные расы дрожжей неодинаково реагируют на изменяю- щийся состав сусла при брожении.

Раса Агавнатун 2 по сравнению с Кахури 7 подвергается большим морфологическим изменениям; кроме этого, измене- ние состава бродящего сока ведет за собой к ослаблению ее бродильной энергии. С повышением содержания спирта в бро- дящем соке после определенной концентрации дрожжевые клетки начинают претерпевать морфологические и, следова- тельно, физиологические изменения. Вначале клетка начинает приспособляться к новым условиям. В процессе приспособ- ления изменяются морфологические свойства, и чем глубже выраживается сусло, тем больше изменений.

В установке непрерывного брожения дрожжи каждого резервуара характеризовались различно, что видно из рис. 13, 14, 15 и 16.

Бродильный резервуар 1 характеризовался тем, что в нем происходило максимальное размножение дрожжей и одновременно сбраживалось наибольшее количество сахара.

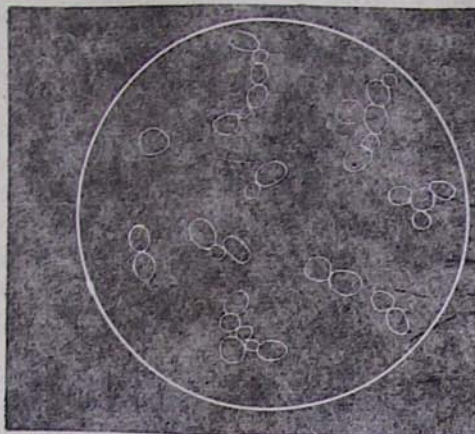


Рис. 13. Дрожжи расы Агавнатун 2 в резервуаре, I увелич. 600 х.

При микроскопировании наблюдали до 21% дрожжей в стадии почкования, они создавали цепочки по 3—6 клеток. Размер клеток достигал 6,5—7,0 μ . Оболочка не выраженная, с вакуолями, мертвых дрожжей не наблюдалось.

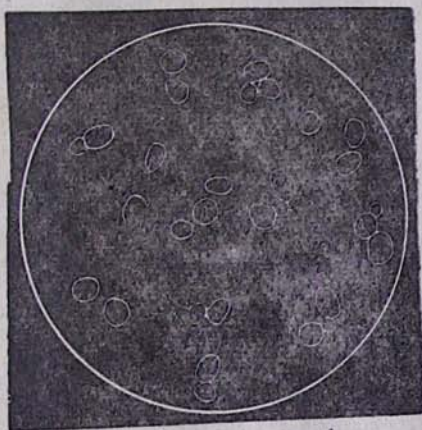


Рис. 14. Дрожжи расы Агавнатун 2 в резервуаре II, увелич. 600 х.

Бродильный резервуар II характеризовался, как резервуар продолжающегося бурного брожения. Здесь количество размножающихся дрожжевых клеток не превышало 2%; размер клеток — 6,0—6,5 μ ; оболочка заметная; с вакуолями к общей массе дрожжей до 0,8%; мертвых дрожжевых клеток до 0,4%; форма дрожжей начала изменяться.

Бродильный резервуар III характеризовался, как резервуар тихого брожения, в котором почкования дрожжевых клеток не происходило, но наблюдались почкующиеся дрожжи, перешедшие из I резервуара и не успевшие за это время отпочковаться. Размер клеток — 6,0 μ ; оболочка ярко выраженная; с вакуолями к общей массе до 4%, мертвых — до 2—4%; форма клеток нарушенная.

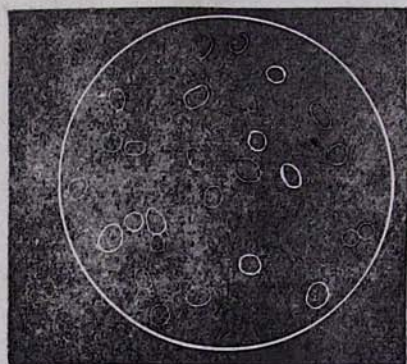


Рис. 15. Дрожжи расы Агавнатун 2 в резервуаре III, увелич. 600 х.

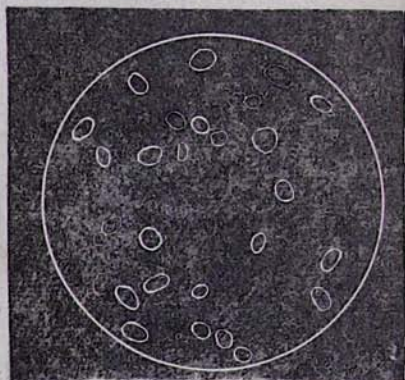


Рис. 16. Дрожжи расы Агавнатун 2 в резервуаре IV, увелич. 600 х.

Бродильный резервуар IV характеризовался как дображиватель. Размножение клеток прекратилось. Их размер 5,5—6,0 μ ; оболочка ярко выраженная; число мертвых клеток до 8%, с вакуолями — до 14%.

Для установления зависимости морфологических изменений дрожжей от бродильного резервуара в непрерывном и числа дней брожения в периодическом были поставлены опыты, в которых учитывали количество почкующихся и общее число дрожжей, число мертвых, состояние дрожжей и др. Результаты полученных опытов сведены в табл. 12.

Морфологические изменения дрожжевых клеток Агавнатун 2 и Кахури 7 при брожении в лабораторных и полупроизводственных условиях

Наименование рас дрожжей и метод брожения	Лабораторный опыт						Полупроизводственный опыт					
	количество клеток в млн. мл	почкующихся клеток в %	мертвых клеток в %	оболочка клеток	состояние клеток	размер клеток в микронах	количество клеток в млн./мл	Почкующихся клеток в %	мертвых клеток в %	оболочка клеток	состояние клеток	Размер клеток в микронах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
				Бродильный резервуар I								
Непрерывный	27,5	17,2	0	Незаметная	Без вакуолей	6,8—7,2	38,6	20,3	0	Незаметная	Без вакуолей	6,8—7,9
Периодический	29,6	19,3	0	.	.	6,8—7,3	40,8	20,9	0	.	.	6,3—6,5
				Бродильный резервуар II								
Непрерывный	16,3	2,1	0,9	Незаметная	С вакуолями в единичн. колич.	6,5—6,7	26,7	3,7	0,6	Незаметная	С вак. в единичн. колич.	6,3—6,5
Периодический	20,8	10,6	1,3	Мало заметная	С вак. в единичн. колич.	6,5—6,8	32,6	14,8	5,3	Мало заметная	С вак. в единичн. колич.	6,3—6,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
				Бродильный резервуар III								
Непрерыв- ный	9,9	1,2	2,8	Заметная	С вакуол. в единичн. ко- лич.	6,0—6,2	18,3	2,0	2,7	Заметная	С вакуол. в малом ко- лич.	6,2—6,5
Периодичес- кий	14,6	8,8	8,3	Ярко замет- ная	С вакуол. в малом ко- лич.	5,8—6,0	26,1	10,3	6,1	Ярко заметная	С вакуол. в малом ко- лич.	5,8—6,3
				Бродильный резервуар IV								
Непрерыв- ный	5,7	0,1	3,6	Мало замет- ная	С вакуол. в малом ко- лич.	5,8—6,2	9,6	0,3	3,4	Ярко заметная	С вакуол. в среднем ко- личестве	6,0
Периодичес- кий	12,1	4,0	8,5	Ярко замет- ная	С вакуол. в большом количестве	5,5—5,8	17,4	9,4	9,2	Ярко заметная	С вакуол. в большом ко- личестве.	5,8

Из таблицы видно, что в зависимости от бродильного резервуара в непрерывном и числа дней в периодическом процессах брожения количество дрожжей, почкующихся клеток, число мертвых, оболочка, состояние и размер клеток между собой сильно отличаются. В непрерывном процессе дрожжевые клетки по вышеуказанным признакам по сравнению с дрожжами в периодическом процессе находятся в лучшем состоянии.

ВЫВОДЫ

1. Как и следовало ожидать, в процессе брожения за счет изменения состава виноградного сока дрожжевые клетки претерпевают определенные морфологические, а следовательно, и физиологические изменения. В дрожжевой клетке под влиянием возрастающего процента спирта в бродящем соке происходят изменения в процессе обмена веществ.

2. Морфологическим воздействиям в обоих способах ведения брожения больше подвергалась раса Агавнатун 2.

3. К концу брожения дрожжи в периодическом методе по величине меньше, чем в непрерывном.

4. При периодическом методе, наряду с дрожжами обычного типа, присущими данной расе, появляются более мелкие клетки. В непрерывной установке указанное явление не характерно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев С. В.—1936. Методы непрерывного спиртового брожения, Пищепромиздат, М.
2. Гладкий Ф. С.—1936. Непрерывное брожение при переработке свекло-сахарной патоки, Пищепромиздат.
3. Агабальянц Г. Г.—1952. Сборник „Научные чтения при техсовете МПП СССР за 1951 г.“, Пищепромиздат, М.
4. Ситников А. П.—„Микробиология брожения“.
5. Кошев Л. А. и др.—1957. Брожение сусла в непрерывном потоке под подушкой углекислого газа, журнал „Виноделие и виноградарство СССР“, № 2.
6. Самвелян А. М.—1954. Исследование метода получения вина типа херес в непрерывном потоке, кандидатская диссертация, Тбилиси.
7. Казумов Н. Б.—1953. Новые пути технологии получения вин типа Мадера, кандидатская диссертация, Тбилиси.

8. **Герасимов М. А.** и др.—1953. Метод непрерывного брожения в первичном виноделии, журнал „Виноделие и виноградарство СССР“, № 3.
9. **Джон Уайт**—1957. Технология дрожжей, Пищепромиздат, М.
10. **Коновалов С. А.**—1957. Размножение дрожжей при непрерывном брожении, журнал „Спиртовая промышленность“, № 2.
11. **Slator A.**—1906. Studies in fermentation, Part 1. The chemical dynamics alcoholic fermentation by yeast, Y. chem. Soc.
12. **Шумаков А. М.**—1930. Зависимость урожая дрожжей от изменения концентрации факторов. Труды Центральной научной опытной винодельческой станции им. К. А. Тимирязева, том II, вып. II.
13. **Windisch S.**—1956. Die Grundlagen, der Leistungsfähigkeit von Hefen, Branntweinwirtschaft.
14. **Genevois L.**—1951. Les produits secondaires de la fermentation alcoolique en fonction du milieu, de la température, de la race de levure. Rev. ferm. ind. alim. 6.
15. **Фичи**—1957. Температура брожения, Реферативный журнал „Химия“, № 24.
16. **Омелянский**,—1941. Основы микробиологии, изд. 9, М.
17. **Бурговиц Г. К.**—1933. Влияние сернистой кислоты на виноградные дрожжи, Труды Всесоюзного Института микробиологии, т. 5.
18. **Дескалов**—1958. О правильном применении сернистой кислоты при брожении вина. Реферативный журнал „Химия“, № 8.
19. **Дейнега Ю. Д.**—1948. Окислительно-восстановительный потенциал в процессе брожения, Труды Киевского технологического института пищевой промышленности, 1.
20. **Шкляр М. З.**—1953. Влияние различных условий аэрации на размножение и бродильную способность совместных культур дрожжей. Труды Всесоюзного НИИ сельскохозяйственной микробиологии т. 12, вып. 2.
23. **Родопуло А. К.**—1954. Окислительно-восстановительные реакции в виноградном сусле и вине. Труды Института Магарач, т. 4.
24. **Агабальянц Г. Г.**—1951. Химико-технологический контроль производства Советского шампанского, Пищепромиздат, М.
25. **Герасимов М. А.**—1952. Технология виноделия, Пищепромиздат, М.
26. **Гоголь-Яновский Г. И.**—1932. Руководство по виноделию, Пищепромиздат, М.
27. **Энгельгардт В. М.**—1944. О взаимоотношениях дыхания и брожения. Успехи современной биологии, т. XVII, вып. 3.

ԽՄՈՐՄԱՆ ՆՈՐՄԱԼ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱՊԱՀՈՎՈՒՄԸ ՍԿՋԲՆԱԿԱՆ ԳԻՆԵԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Մենքի արդյունաբերության մի շարք բնագավառներում գոյություն ունեցող պարբերական մեթոդներն իրենց տեղը համարյա զիջում են անընդհատ մեթոդներին:

Հայաստանի պայմաններում սկզբնական գինեգործության ժամանակ շաքարասնկերի կենսագործունեությունը ընթանում է բարձր ջերմաստիճանում ($25-31^{\circ}$), սպիրտով համեմատաբար հարուստ ($11-14^{\circ}$), չափավոր թթվությամբ և ազոտային նյութերի ավելցուկ ունեցող միջավայրում: Այսպիսի պայմաններում նորմալ խմորումը կարելի է ապահովել առանց գինու որակը զցցելու միայն խմորման պարամետրերը արհեստական կերպով կանոնավորելով: Այդպիսի հնարավորություն ստեղծվում է անընդհատ խմորման դեպքում:

Ներկա աշխատանքում մենք տալիս ենք լաբորատոր և կիսաարտադրական պայմաններում մեր կատարած փորձերի արդյունքները:

Այդ փորձերի նպատակն էր պարզել մի շարք հարցեր, որոնք վերաբերում են պարբերական և անընդհատ մեթոդներով կատարվող խմորման ժամանակ շաքարասնկերի բազմացմանը, նրանց և միջավայրի փոխադարձ ազդեցությանը, առանձին դասաների դերը և ալլել: Այդ հարցերի ուսումնասիրության համար մենք ընտրել ենք շաքարասնկերի Ադամյատուն № 2 և Կախուրի 7 դասաները, ըստ որում զրանց ուսումնասիրությունը մենք կատարել ենք առանձին-առանձին, կամ իբրև զրանց խառնուրդ:

Սազոդիի հյութի անընդհատ խմորման դեպքում շաքարասնկերը ավելի արագ են զարգանում և խմորման ավելի մեծ ակտիվություն են հանդես բերում մեր պատրաստած բատարեայի առաջին և զերմիվում:

Պարբերական խմորման դեպքում առաջին օրերը տեղի է ունենում շաքարասնկերի արագ բազմացում և նրանց զանգվածի կուտակում խմորվող հյութի մեջ, ապա նոր տեղի է ունենում սպիրտի արագ գոյացում: Շաքարասնկերի բազմացումը թե պարբերական և թե անընդհատ խմորման ժամանակ տեղի է ունենում համարյա միևնույն ձևով, տարբերվելուն արտահայտվում է ծախսած շաքարի քանակով և սպիրտի ելունքով: Լավ արդյունքներ ստացվում են ալի դեպքում, երբ խմորումը տարվում է անընդհատ մարտկոցում: Շաքարասնկերի արագ զարգացման օպտիմալ ջերմաստիճանը 2 մեթոդների դեպքում ևս 26° է: Շաքարասնկերի բազմացումն, ինչպես նաև հյութի խմորումը ընթանում է ծծմբալին անհիդրիդի 155 մգ/լ դոզալի առկայությամբ:

Պարբերական խմորման դեպքում ժպլալ ռասայի շաքարասնկերի նորմալ մեծությունը բջիջների կողքին լինում են նաև ավելի մանր բջիջներ, որը չի նկատվում անընդհատ խմորման ժամանակ:

Այսպիսով, անընդհատ խմորման դեպքում շաքարասնկերը բազմանում են հիմնականում առաջին ռեզերվուարում, ըստ որում նրանց ընդհանուր քանակը, բողբոջող շաքարասնկերի քանակը, մեռած բջիջների թիվը՝ ստացված գինու մեկ միավորի հաշվով ավելի քիչ են, քան պարբերական խմորման դեպքում: Անընդհատ խմորման դեպքում շաքարասնկերը ավելի ակտիվ վիճակում են գտնվում և խմորումն անց են կացնում ակնալիսի միջավայրում, որի բաղադրությունն անընդհատ վերականգնվում է թարմ խաղողահյութի անընդհատ ներհոսման հետևանքով: