

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАС ДРОЖЖЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СБРОЖЕННЫХ СОКОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ФРУКТОВЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

*Е.А. Цед, С.В. Волкова, О.В. Яковлева, А.А. Миронцева*

Исследованы физико-химические и биохимические процессы при сбраживании ягодных соков из черной и красной смородины в зависимости от вида применяемых рас дрожжей. Показано, что каждый вид сбраживаемого сока требует подбора своей определенной расы дрожжей. Разработаны способы получения фруктовых дистиллятов на основе сброженных соков черной и красной смородины.

### **Введение**

В настоящее время перспективным направлением развития современной ликероводочной отрасли Республики Беларусь является разработка новых видов алкогольной продукции, в частности, фруктовых водок. Это позволит существенно расширить ассортимент продукции, ориентированной на внешний экспорт, что является весьма актуальным и значимым для экономики Республики Беларусь.

Основу технологии получения фруктовых водок составляют фруктовые дистилляты, которые получают из натуральных плодово-ягодных сброженных соков методом неоднократной перегонки с разделением по фракциям [1]. Республика Беларусь имеет весьма обширную и разнообразную сырьевую базу плодов и ягод, которая позволяет в полной мере обеспечить отечественные предприятия, осуществляющие выпуск ликероводочных напитков, натуральным не дорогостоящим сырьем. В связи с этим научные исследования, направленные на разработку оптимальных технологических режимов переработки местного плодово-ягодного сырья, обеспечивающих получение высококачественных конкурентоспособных фруктовых водок, имеют важное научно-практическое значение [2–5].

Цель работы – исследование физико-химических и биохимических процессов при получении сброженных соков из красной и черной смородины в зависимости от применения различных сбраживающих компонентов, а также разработка способов получения на их основе фруктовых дистиллятов.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

На первом этапе работы необходимо было исследовать физико-химические процессы при сбраживании полученных соков из черной и красной смородины, а также исследовать влияния различных рас дрожжей на ход процессов брожения. Для этого полученное сусло черной и красной смородины разделяли на три образца и разливали в стерильные стеклянные колбы объемом 2 дм<sup>3</sup> каждая. Для сбраживания соков в каждую колбу добавляли различные расы дрожжей. В образце №1 применяли сухие винные дрожжи, в количестве 0,5 г/дм<sup>3</sup>, в образце №2 – сухие универсальные дрожжи в количестве 0,35 г/дм<sup>3</sup>, в образце №3 использовали дрожжи чистой культуры расы ЦД. Перед внесением дрожжей в сок их предварительно растворяли в 10 см<sup>3</sup> сока и подогревали до полного растворения (стадия реактивации дрожжей). Затем винные и универсальные дрожжи вносили в колбы с соком, а дрожжи расы ЦД предварительно за три дня до начала брожения проводили размножение дрожжей из пробирки. Для этого стерильные пробирки и конические колбы закрывали ватными пробками, куда предварительно добавляли сусло в количестве 10 и 100 мл соответственно, и стерилизовали под давлением 0,5 атм в течение 40 мин. Затем из пробирки с чистой культурой переносили при помощи стерильной петли небольшое количество дрожжей в пробирки и ставят их в термостат при 25 °С – 27 °С выращивали дрожжи в течение 24 часов. Далее происходило дальнейшее накопление дрожжей: содержимое пробирки переливали в конические колбы со

стерильным сусликом, по истечении 24 часов разводку чистой культуры перенесли в подготовленное суслико. В качестве дополнительного азотистого питания для полноценного развития дрожжей в сок вносили бродильную соль в количестве 0,03 г/дм<sup>3</sup>. Емкость плотно закрывали ватно-марлевой пробкой и помещали в термостат. Брожение осуществляли при температуре 20 °С – 24 °С до достижения наброда 10 % об. Через каждые сутки брожения в сбраживаемых соках из черной и красной смородины исследовали органолептические и физико-химические показатели качества: массовую долю сухих веществ, титруемую кислотность, объемную долю этилового спирта, рН, содержание летучих кислот, содержание общих сахаров. Результаты исследований представлены в таблице 1 и на рисунках 1–12.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества сброженных соков из черной и красной смородины с применением различных видов дрожжей

Наименование показателя	Вид дрожжей		
	сухие винные	сухие универсальные	раса ЦД
сброженный черносмородиновый сок			
Массовая доля сухих веществ, %	6,1	7,6	6,0
Титруемая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	5,48	5,9	5,44
рН	3,39	3,1	2,95
Объемная доля этилового спирта, % об.	10,0	9,2	10,0
Содержание летучих кислот, г/дм <sup>3</sup>	2,1	1,78	2,28
Содержание общих сахаров, г/дм <sup>3</sup>	0,9	1,8	0,7
Сброженный красносмородиновый сок			
Массовая доля сухих веществ, %	5,9	7,3	5,6
Титруемая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	3,59	3,8	4,45
рН	2,95	3,05	2,91
Объемная доля этилового спирта, % об.	10,0	9,5	10,0
Содержание летучих кислот, г/дм <sup>3</sup>	1,66	1,63	1,67
Содержание общих сахаров, г/дм <sup>3</sup>	1,3	3	1,2



Рисунок 1 –Динамика изменения содержания сухих веществ при сбраживании в соках черной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения

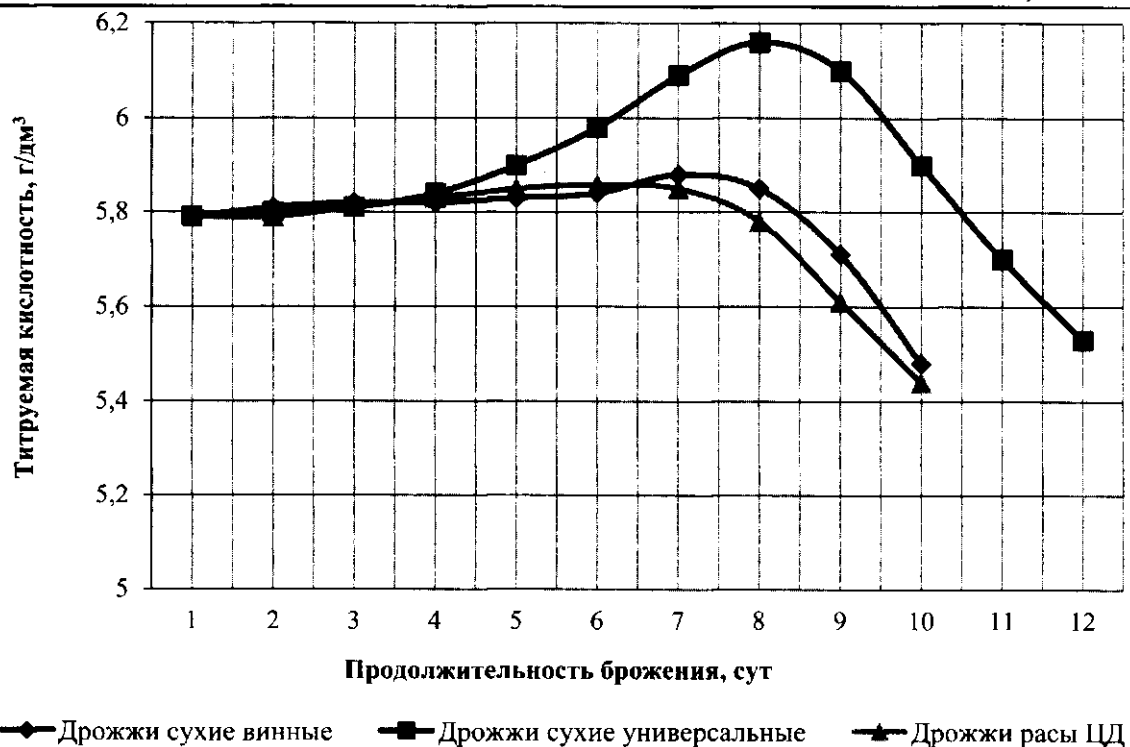


Рисунок 2 – Динамика изменения титруемой кислотности при сбраживании в соках черной смородины, в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения

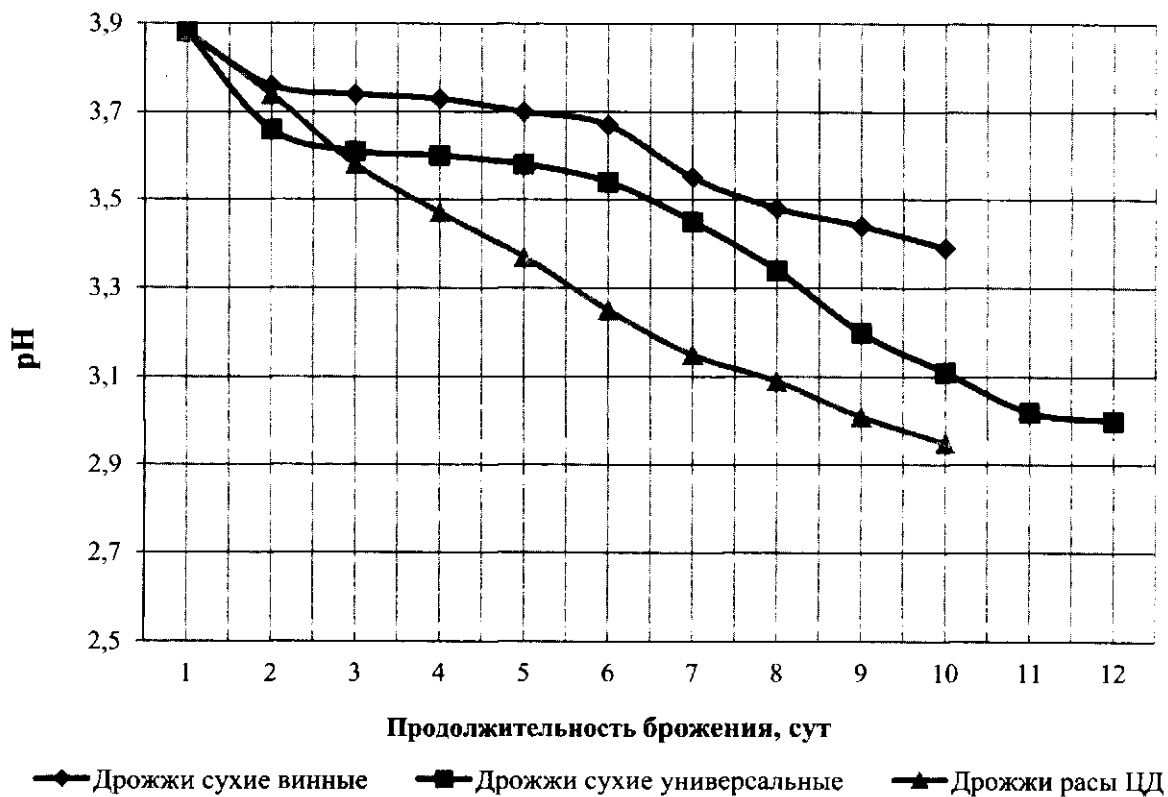
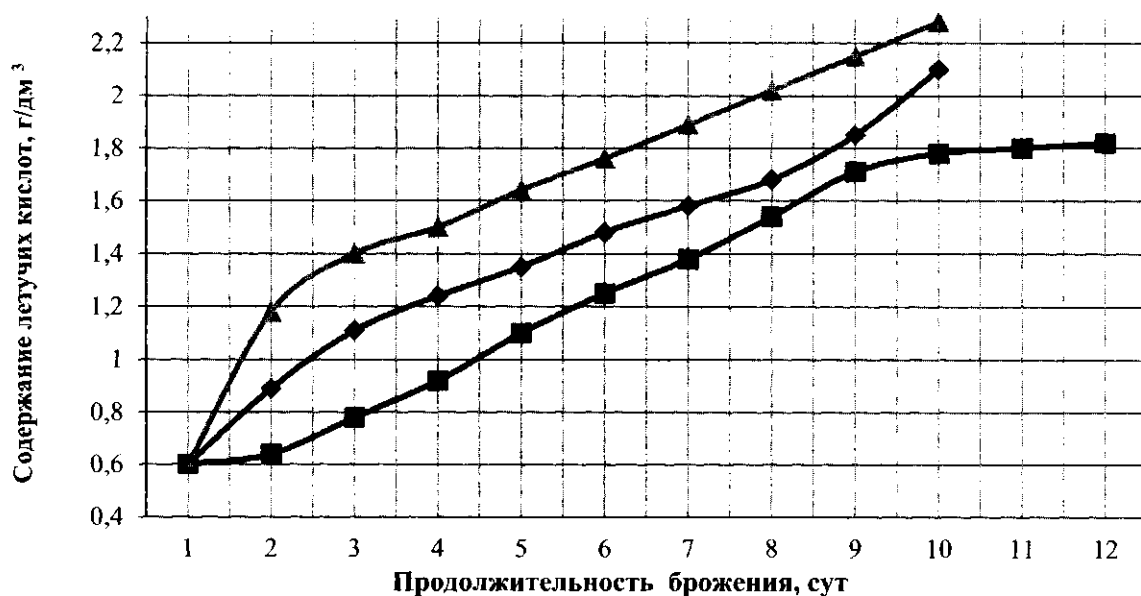
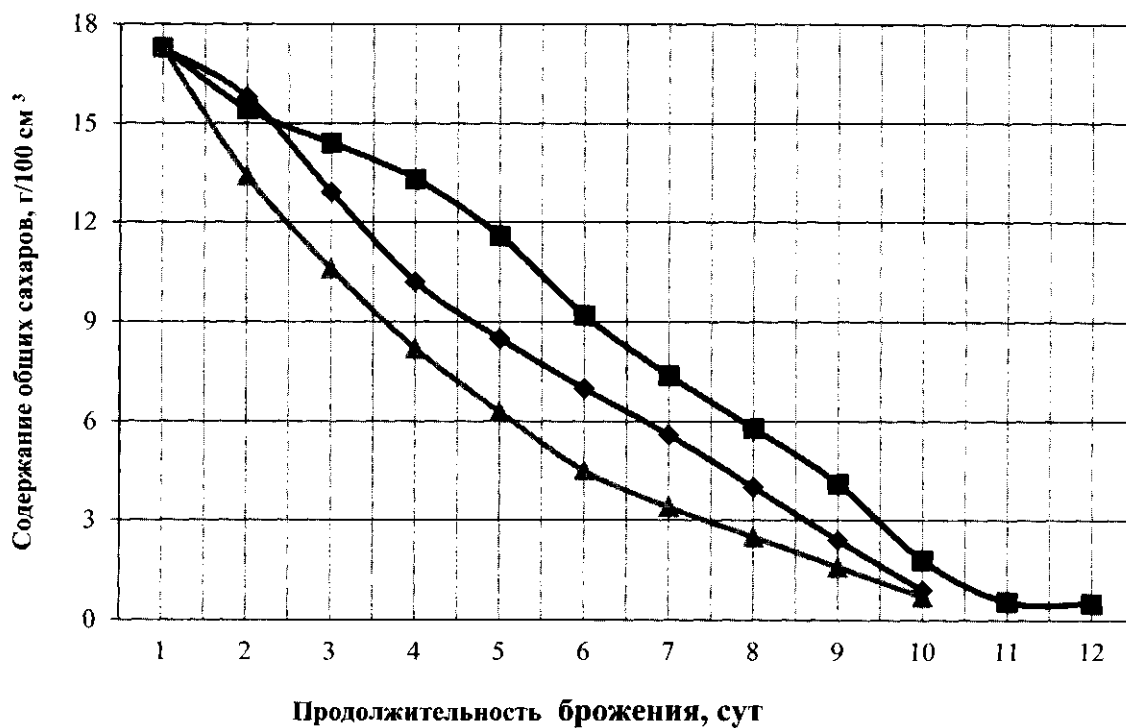


Рисунок 3 – Динамика изменения значения активной кислотности (pH) при сбраживании в соках черной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения



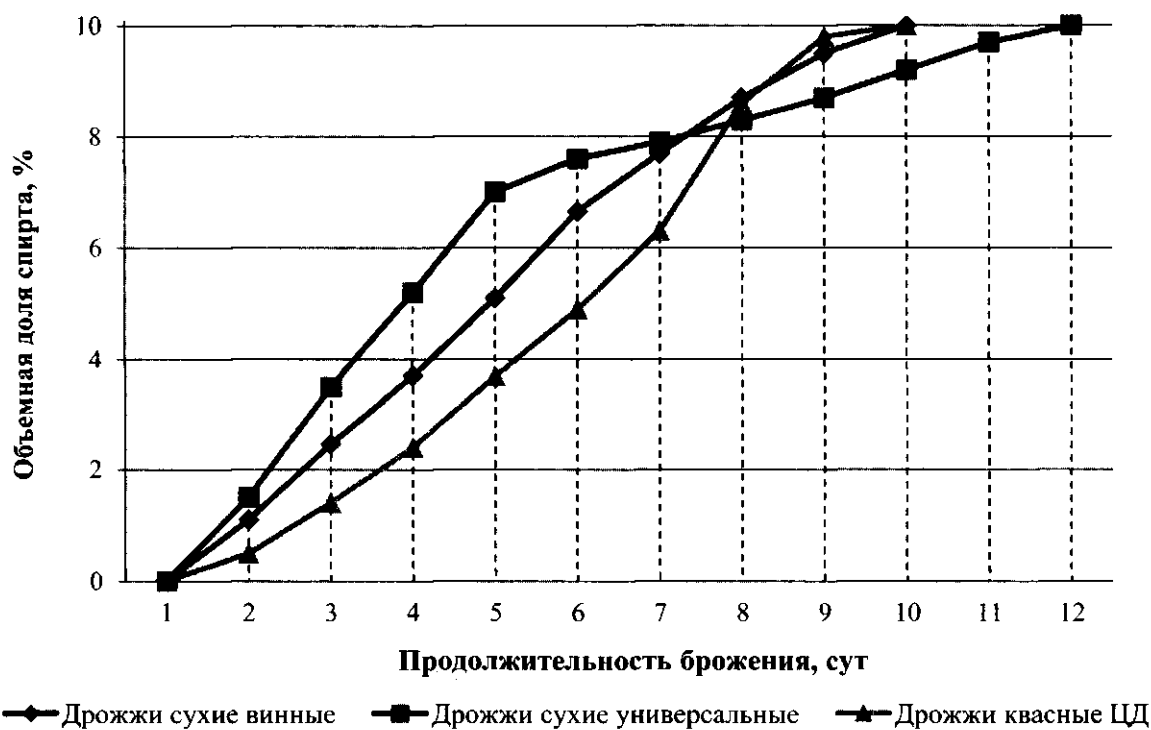
◆ Дрожжи сухие винные    ■ Дрожжи сухие универсальные    ▲ Дрожжи расы ЦД

Рисунок 4– Динамика изменения содержания летучих кислот при сбраживании в соках черной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения

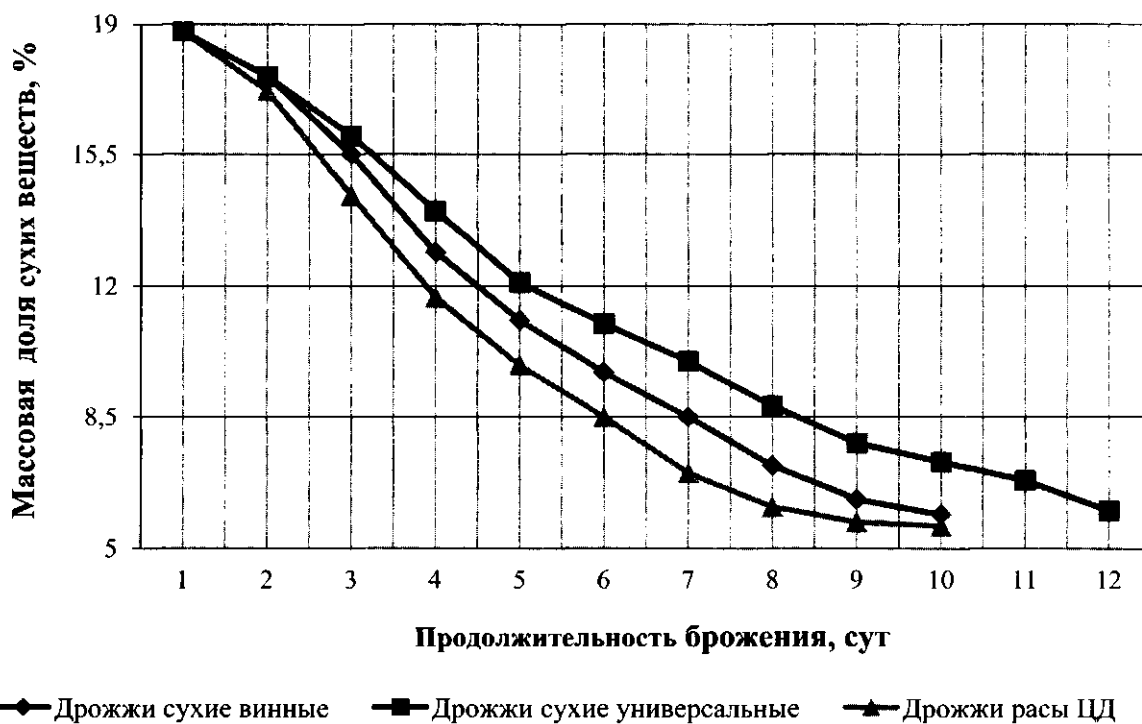


◆ Дрожжи сухие винные    ■ Дрожжи сухие универсальные    ▲ Дрожжи расы ЦД

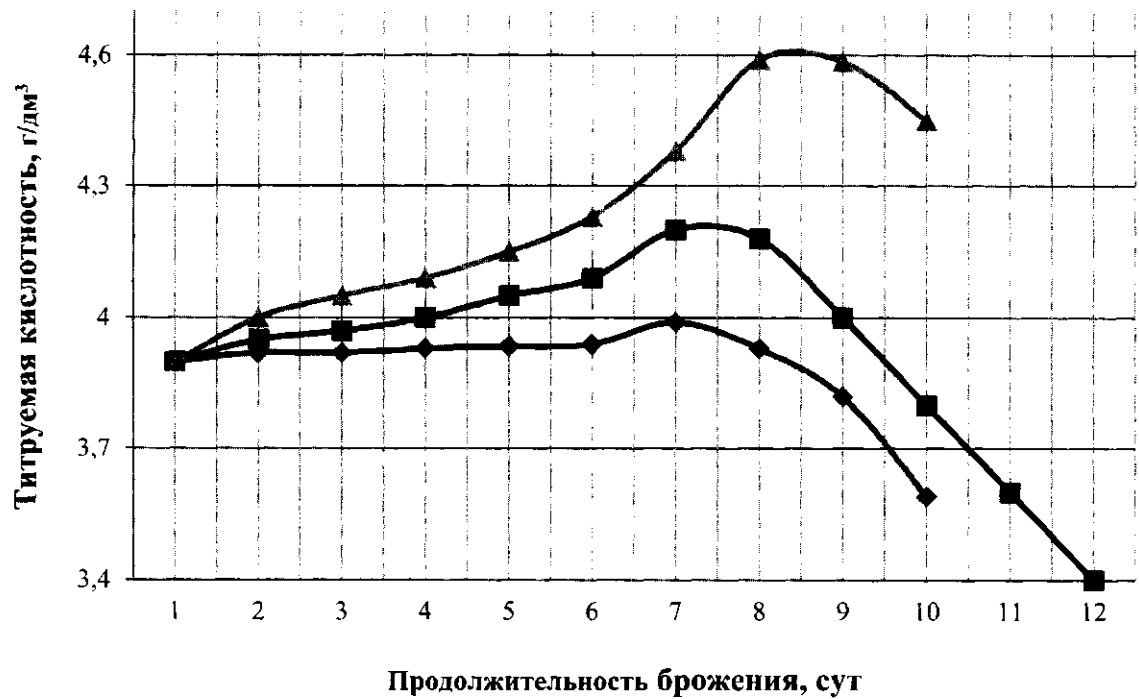
Рисунок 5 – Динамика изменения содержания общих сахаров при сбраживании в соках черной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения



**Рисунок 6 – Динамика изменения содержания объемной доли этилового спирта при сбраживании в соках черной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения**

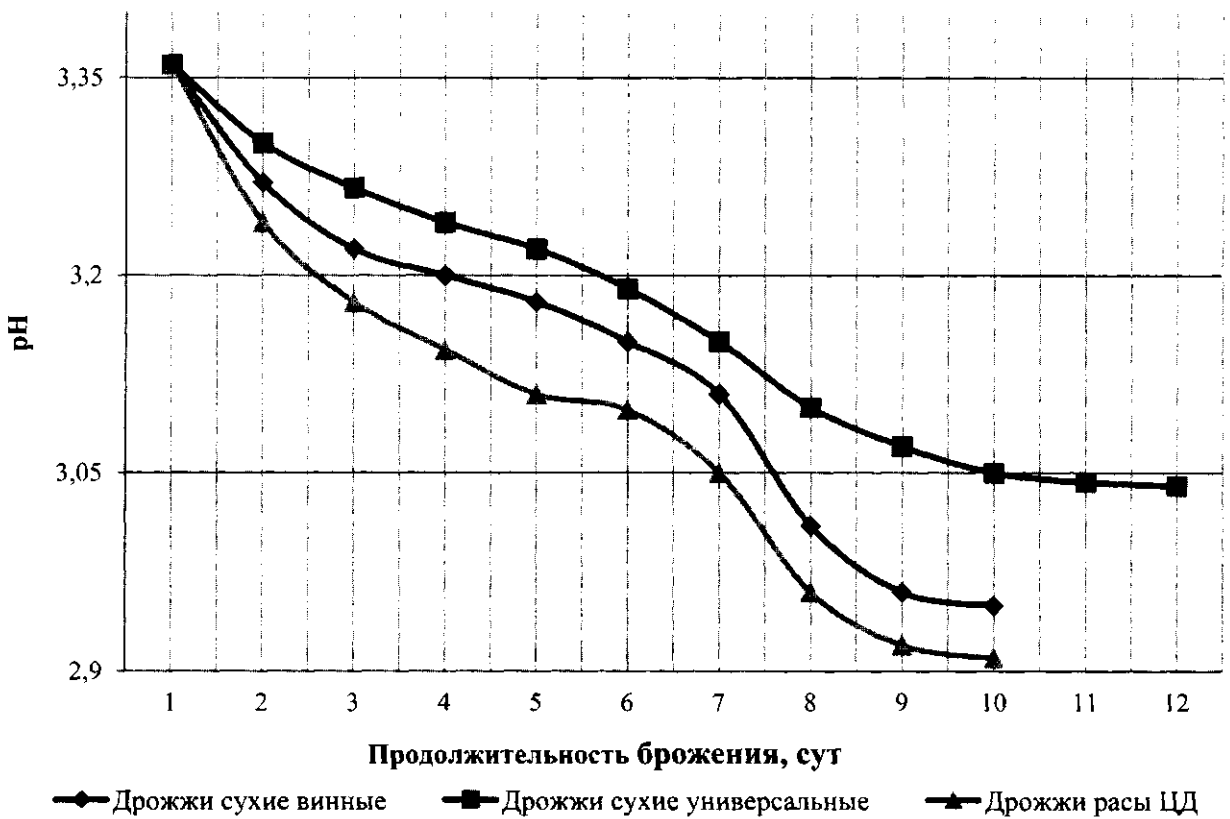


**Рисунок 7 – Динамика изменения содержания сухих веществ при сбраживании в соках красной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения**



◆ Дрожжи сухие винные    ■ Дрожжи сухие универсальные    ▲ Дрожжи расы ЦД

Рисунок 8 – Динамика изменения титруемой кислотности при сбраживании в соках красной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения



◆ Дрожжи сухие винные    ■ Дрожжи сухие универсальные    ▲ Дрожжи расы ЦД

Рисунок 9 – Динамика изменения значения активной кислотности (pH) при сбраживании в соках красной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения

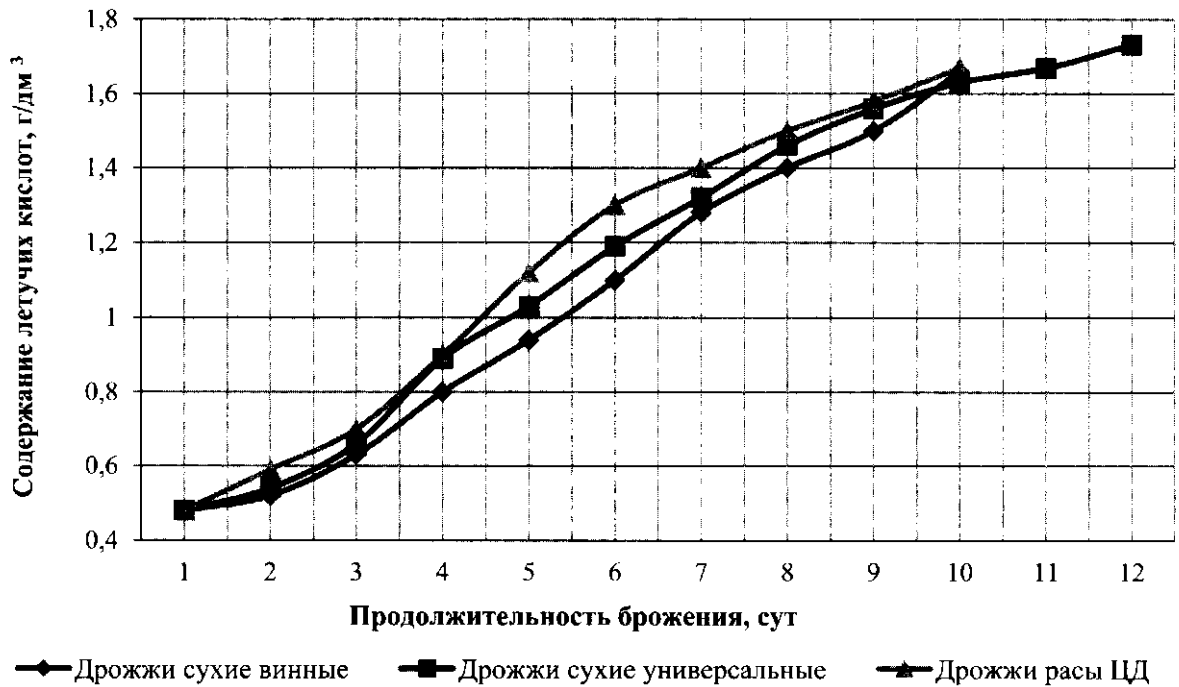


Рисунок 10 – Динамика изменения содержания летучих кислот при сбраживании в соках красной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения

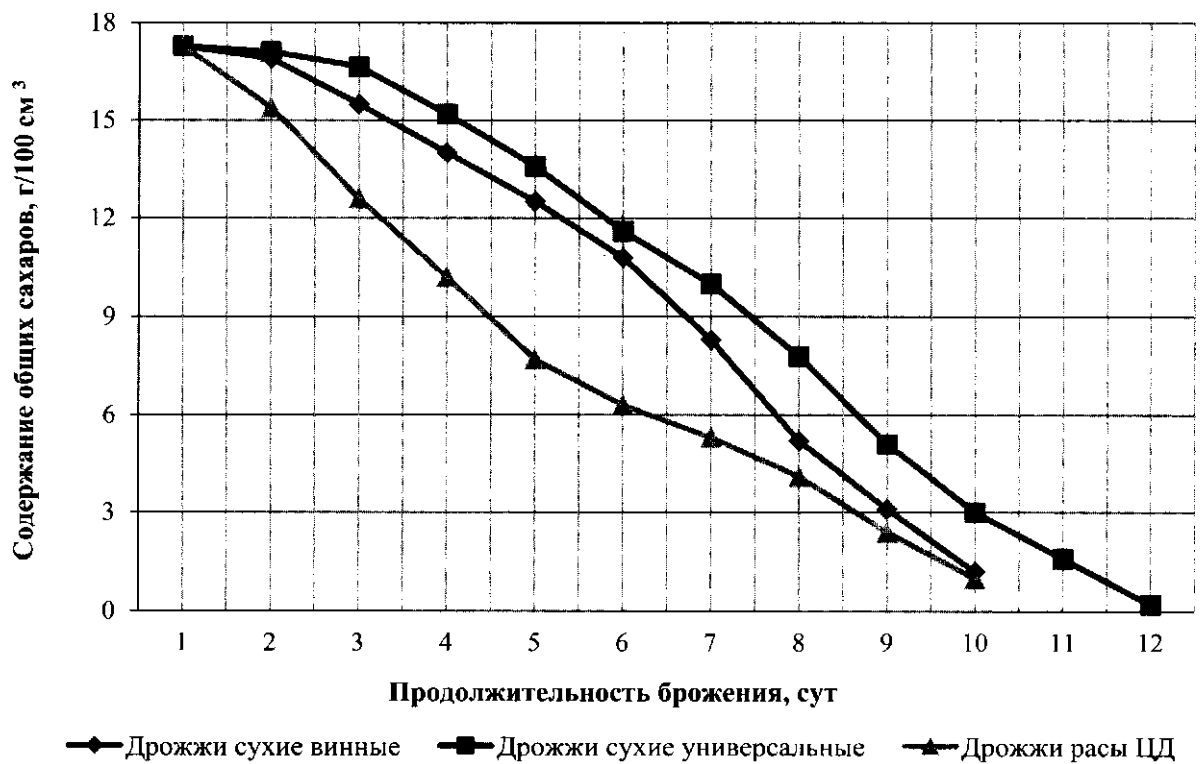
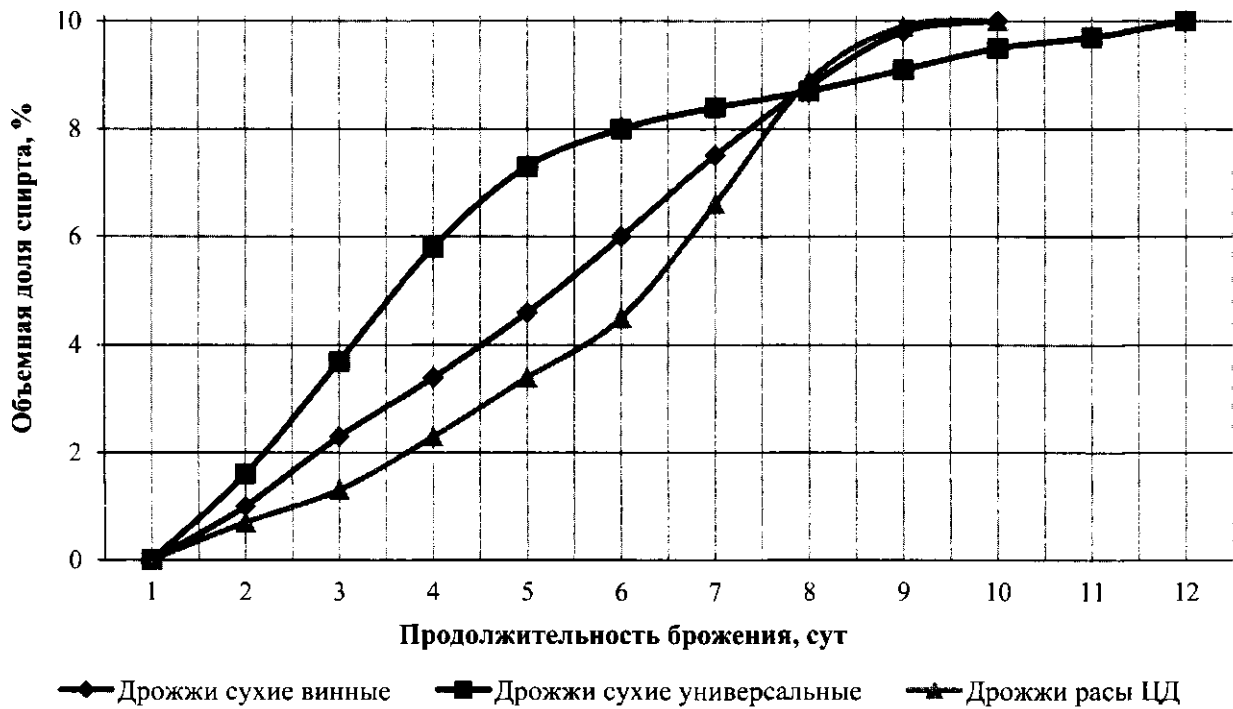


Рисунок 11 – Динамика изменения содержания общих сахаров при сбраживании в соках красной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения



**Рисунок 12 – Динамика изменения содержания объемной доли этилового спирта при сбраживании в соках красной смородины в зависимости от расы дрожжей и продолжительности брожения**

Содержание сухих веществ в соках в течение всего времени брожения снижалось, так как дрожжи в период своего развития и активного сбраживания среды потребляют сахара. Так, наиболее интенсивное снижение массовой доля сухих веществ имели соки, сброженные дрожжами расы ЦД, а наименее интенсивное – при использовании универсальных дрожжей.

Чем выше титруемая кислотность, тем ниже вкусовые качества сбраживаемого суслу. В начале брожения происходило новообразование органических кислот молодыми дрожжами, а затем снижение, так как при размножении дрожжей происходит поглощение катионов К и Na свободными органическими кислотами. Наилучшим показателем обладает сок черной смородины, сброженный дрожжами расы ЦД, а для красносмородинового сока – сухими универсальными дрожжами. Худшие значения имели универсальные и винные дрожжи, применяемые при сбраживании черносмородинового, а сухие винные и дрожжи расы ЦД при сбраживании красносмородинового соков.

В период брожения значения рН несколько понижались вследствие образования слабых органических кислот (уксусной и янтарной), которые остаются в большей своей части в свободном состоянии. Наиболее интенсивным снижением значения рН обладали соки черной и красной смородины, сброженные дрожжами расы ЦД. Менее интенсивно рН снижалось у сока черной смородины, сброженного винными дрожжами, а у сока красной смородины – универсальными.

Содержание летучих кислот, обуславливающих в свою очередь органолептические показатели как сбраживаемых соков, так и в последующем их дистиллятов, с течением продолжительности брожения увеличивалось. Так, наибольшими значениями обладали соки, при сбраживании которых использовали дрожжи расы ЦД в черносмородиновом и в красносмородиновом соке, наименьшими – универсальные для каждого сбраживаемого сока соответственно. Содержание общих сахаров в течение всего периода брожения снижалось так же, как и содержание сухих веществ. Наиболее интенсивным снижением содержания общих сахаров в сбраживаемых соках обладали дрожжи расы ЦД, а наименее – универсальные дрожжи, для обоих соков. Содержание спирта с течением продолжительности брожения увеличивалось в результате микробиологического превращения сахаров в этиловый спирт,



осуществляемое различными видами дрожжей. Брожение вели до накопления спирта естественного наброда 10% об. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что сброженные фруктовые соки характеризуются требуемым набродом – 10 % об., в связи с чем их возможно использовать для получения дистиллятов.

На следующем этапе работы необходимо было получить дистилляты из исследуемых красносмородиновых, черносмородиновых соков, сброженных винными, универсальными и дрожжами расы ЦД. Для этого полученные сброженные соки подвергали дистилляции на лабораторной перегонной установке. Перегонку сброженных соков вели с разделением получаемого дистиллята на фракции: 2% головной, 35% средней и хвостовой фракции до получения дистиллята 0% об., от объема перегоняемого материала. Затем проводили вторичную перегонку средней фракции для ее укрепления до содержания в ней спирта не менее 50% об. Качественные и количественные характеристики полученных дистиллятов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты первичной перегонки дистиллятов из сброженных соков черной и красной смородины

Наименование фракций	Наименование вида дрожжей		
	сухие винные	сухие универсальные	раса ЦД
дистиллят из сброженного черносмородинового сока			
Начальная крепость, % об	10,0	10,0	10,0
Начальный объем, см <sup>3</sup>	1015,0	1085,0	1440,0
Конечная крепость головной фракции, % об.	94,0–96,0	94,0–96,0	94,0–96,0
Конечная крепость средней фракции, % об.	22,5	21,8	22,8
Конечная крепость хвостовой фракции, % об.	0,2	0,1	1,0
Конечный объем головной фракции, см <sup>3</sup>	20,3	21,7	28,0
Конечный объем средней фракции, см <sup>3</sup>	355,25	379,75	490,0
Конечный объем хвостовой фракции, см <sup>3</sup>	274,05	292,0	422,0
дистиллят из сброженного красносмородинового сока			
Начальная крепость, % об	10,0	10,0	10,0
Начальный объем, см <sup>3</sup>	585,0	625,0	630,0
Конечная крепость головной фракции, % об.	94,0–96,0	94,0–96,0	94,0–96,0
Конечная крепость средней фракции, % об.	21,53	21,1	21,6
Конечная крепость хвостовой фракции, % об.	0,2	0,1	0,1
Конечный объем головной фракции, см <sup>3</sup>	11,7	12,5	12,6
Конечный объем средней фракции, см <sup>3</sup>	206,75	218,75	220,5
Конечный объем хвостовой фракции, см <sup>3</sup>	162,0	216,0	224,0

Крепость средних фракций дистиллятов черной смородины с использованием винных дрожжей составила 22,5 % об., универсальных дрожжей – 21,8 % об. и дрожжей расы ЦД крепость составила 22,8 % об., крепость средних фракций дистиллятов красной смородины с использованием при брожении винных, универсальных и дрожжей расы ЦД – 21,53 % об., 21,1 % об., 21,6 % об соответственно. Чтобы перейти к этапу купажирования, такой крепости недостаточно, поэтому для повышения крепости средних фракций ее подвергали вторичной перегонке с отбором также головной и средней фракции в количестве 2 % и 35 %, соответственно, а отбор хвостовой фракции вели до 0 % об., так как именно такой отбор позволяет получить крепость средних фракций не менее 50 % об. Качественные и количественные характеристики дистиллятов полученных после вторичной перегонки представлены в таблице 3.

После двух перегонок получили средние фракции фруктовых дистиллятов с требуемой крепостью (не менее 50% об.). Крепость средних фракций дистиллятов черной смородины с использованием винных дрожжей составила 56 % об., сухих универсальных – 54,5 % об. и с использованием дрожжей расы ЦД составила 57,0 % об., крепость средних фракций дистиллятов красной смородины с использованием при брожении винных, универсальных и

дрожжей расы ЦД – 55 % об., 54,8 % об., 55,8 % об. соответственно. Согласно принятому способу отбора головных фракций (2%), их крепость составляет 94–96 % об. При этом из общего количества сброженного сока черной смородины – 3540 см<sup>3</sup>, в результате вторичной перегонки получили 416 см<sup>3</sup> средней фракции дистиллята, с общей крепостью 55,8 % об. Из 1840 см<sup>3</sup> сброженного сока красной смородины получили, в результате вторичной перегонки – 217 см<sup>3</sup> средней фракции, со средней крепостью дистиллята – 54,8 % об. Выход средней фракции дистиллята составил 11,7% для сока черной смородины, 11,8 % – для сока красной смородины.

**Таблица 3 – Результаты вторичных перегонок средних фракций дистиллятов из черной и красной смородины**

Наименование фракций	Наименование вида дрожжей		
	сухие винные	сухие универсальные	раса ЦД
дистиллят из черной смородины			
Начальная крепость, % об	22,5	21,8	22,8
Начальный объем, см <sup>3</sup>	346,0	362,0	480,0
Конечная крепость головной фракции, % об.	94,0–96,0	94,0–96,0	94,0–96,0
Конечная крепость средней фракции, % об.	56,0	54,5	57,0
Конечная крепость хвостовой фракции, % об.	0	0	0
Конечный объем головной фракции, см <sup>3</sup>	6,92	7,24	9,6
Конечный объем средней фракции, см <sup>3</sup>	121,11	126,7	168,0
Конечный объем хвостовой фракции, см <sup>3</sup>	211,97	219,06	293,4
дистиллят из красной смородины			
Начальная крепость, % об	21,53	21,1	21,6
Начальный объем, см <sup>3</sup>	205,75	218,75	220,5
Конечная крепость головной фракции, % об.	94,0–96,0	94,0–96,0	94,0–96,0
Конечная крепость средней фракции, % об.	54,8	54,0	55,8
Конечная крепость хвостовой фракции, % об.	0	0	0
Конечный объем головной фракции, см <sup>3</sup>	3,98	4,2	4,21
Конечный объем средней фракции, см <sup>3</sup>	69,65	73,5	73,68
Конечный объем хвостовой фракции, см <sup>3</sup>	123,0	126,0	130,0

### **Заключение**

В результате проведенных исследований определены физико-химические показатели качества сброженных соков из красной и черной смородины. Установлено, что сброженные фруктовые соки характеризуются требуемым набродом – 10 % об., в связи с чем их можно использовать для получения фруктовых дистиллятов. Проведен скрининг различных рас дрожжей для получения сброженного сырья с необходимыми качественными характеристиками. Выявлена наиболее эффективно работающая раса для сброживания черносмородинового и красносмородинового соков, обеспечивающая наброд 10 % об. за десять суток брожения.

### **Литература**

- 1 Жаров, В.Г. Физико-химические основы дистилляции и ректификации / В.Г. Жаров, Л.А. Серафимов. – Л.: Ленингр. Отд. Изд-ва «Химия», 1975. –240 с.
- 2 Оганесянц, Л.А. Качественный и количественный состав летучих компонентов плодовых водок / Л.А. Оганесянц и др.// Виноделие и виноградарство. –2013. –№6. – С.22–24.
- 3 Способ получения плодового спирта: пат. № 2084499 Российская Федерация / Шейн А.Е.; заявитель Шейн А.Е. – 1997. – С. 132.
- 4 Способ получения яблочного дистиллята: пат. № 2375435 Российская Федерация /Щербаков С.С., Гаврилов Р.А., Гаврилов А.М., Зеленцов А.Т.; заявитель Щербаков С.С., Гаврилов Р.А. – 2009. – С. 118.
- 5 Цапанова, И. Э. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений: учебное пособие для вузов / И.Э. Цапанова; под ред. В.М. Позняковского. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002. – 180 с.

*Поступила в редакцию 01.05.2015*