

УДК 663.223.3

UDC 663.223.3

**ВЛИЯНИЕ НОВЫХ РАС ДРОЖЖЕЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БЕЛЫХ СТОЛОВЫХ ВИН**

**INFLUENCE OF THE NEW RACES OF YEASTS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE WHITE TABLE FAULTS**

Толмачева Екатерина Николаевна  
канд. техн. наук  
*Кубанский государственный аграрный университет*

Tolmacheva Ekaterina Nikolaevna  
Cand.Tech.Sci.  
*Kuban state agrarian university*

Агеева Наталья Михайловна  
д.т.н., профессор

Ageeva Natalia Mikhailovna  
Dr.Sci.Tech., professor

Даниелян Армен Юрьевич  
аспирант  
*Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства ФАНО, Краснодар, Россия*

Danielyan Armen  
postgraduate student  
*State Scientific Organization North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture of the FANO of Agricultural Sciences, Krasnodar, Russia*

Трошин Леонид Петрович  
д.б.н., профессор  
*Кубанский государственный аграрный университет*

Troshin Leonid Petrovich  
Dr.Sci.Biol., professor  
*Kuban state agrarian university*

Показано влияние расы дрожжей на динамику брожения виноградного сусла, состав органических кислот и ароматобразующих компонентов. Выделены расы, обеспечивающие получение высококачественных виноматериалов

The influence is shown for the race of yeasts to the dynamics of the fermentation of grape must, the composition of organic acids and aromatic of components. The races, which ensure obtaining high-quality winemakings material are presented

Ключевые слова: ВИННЫЕ ДРОЖЖИ, БРОЖЕНИЕ, АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ, ДИНАМИКА БРОЖЕНИЯ, ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ, АРОМАТОБРАЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Keywords: WINE YEAST, FERMENTATION, ACTIVITY OF FERMENTS, DYNAMICS OF FERMENTATION, ORGANIC ACIDS, AROMATIC SUBSTANCES

**Введение**

Одной из важнейших технологических операций при производстве белых столовых вин является брожение сусла, осуществляемое специальными расами дрожжей. По данным ученых [1, 2], именно расы дрожжей оказывают большое влияние на динамику брожения, формирование вкуса и аромата и даже розливостойкости виноматериала. С помощью правильного подбора расы можно производить виноматериал прогнозируемого качества и химического состава.

Современный отечественный рынок вспомогательных материалов располагает большим количеством новых рас дрожжей. Однако прежде

чем рекомендовать их к применению, в производстве необходимо провести комплекс исследований (тестирований) с целью обоснования их использования для определенной категории вин.

**Цель работы** – исследование влияния рас дрожжей Actiflore F33, Vitilevure Csm Yseo, Excellence XR, Excellence XP (производство Франции) на качественные показатели белых столовых вин.

**Объекты и методы исследований.** В качестве объекта исследований использовали сусло из белого сорта винограда Шардоне.

Для сбраживания виноградного сусла из белых сортов винограда применяли новые расы активных сухих дрожжей, имеющие следующие характеристики:

- Actiflore F33 (производитель фирма LAFFORT), вид *Saccharomyces cerevisiae*: дрожжи спиртоустойчивы до 16 % об. и сульфоустойчивы, обладают кислотопонижающей способностью;

- Vitilevure Csm Yseo (производитель YSEO process) предназначены для выработки фруктовых, плодовых и виноградных вин. Специально селекционированный штамм L 6885. Дрожжи этой расы проводят частичное расщепление яблочной кислоты, обладают высокой толерантностью, спиртоустойчивы. Обеспечивают низкое накопление летучих кислот и сернистых производных;

- Excellence XR (производство LAMOTHE-ABIET): универсальная раса дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*, спирто - и сульфоустойчивы;

- Excellence XP (производство LAMOTHE-ABIET), вид *Saccharomyces cerevisiae*. Рекомендуется для производства высококачественных столовых вин, легко забраживают, не образуют недобродов.

Объем выделившегося диоксида углерода определяли с использованием гидрозатворов. Массовую концентрацию органических кислот – методом капиллярного электрофореза по ГОСТ Р 52841-2007, а

ароматобразующих соединений – с применением газожидкостной хроматографии путем прямого ввода пробы (Кристалл 2000М).

**Постановка эксперимента.** В виноградное сусло из сорта винограда Шардоне в одинаковых количествах ( $2 \text{ г/дм}^3$ ) вносили реактивированные клетки рас дрожжей Actiflore F33, Vitilevure Csm Yseo, Excellence XR, Excellence XP и контроль - Шампанская 7-10С, температура брожения  $23\text{-}25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Исходная концентрация сахаров в исходном сусле  $17 \text{ г/100 см}^3$ , а титруемых кислот  $7,8 \text{ г/дм}^3$ . Брожение проводили в герметичных условиях.

**Обсуждение результатов.** Анализ полученных данных свидетельствует о различии в динамике брожения в зависимости от расы дрожжей (рис. 1).

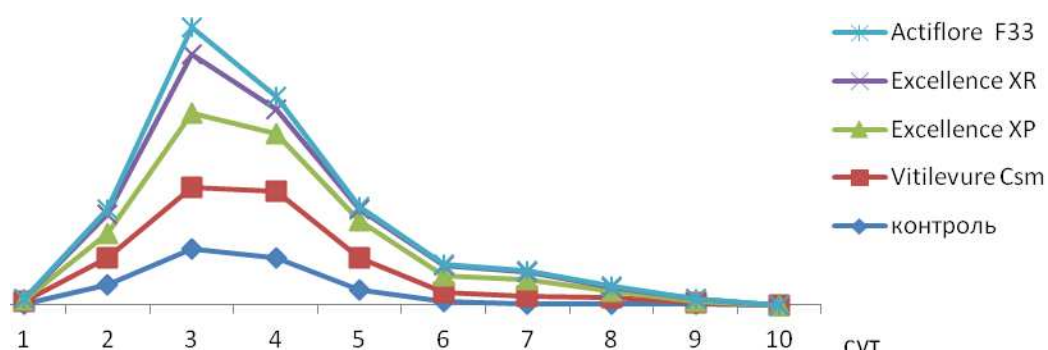


Рисунок 1. Динамика выделения  $\text{CO}_2$  при сбраживании сусла расами дрожжей

Латентный период был практически идентичным для всех четырех экспериментальных рас дрожжей. В контрольном варианте забраживание протекало несколько медленнее, а экспоненциальная фаза наступала быстрее.

Наиболее активное потребление сахаров и выделение  $\text{CO}_2$  наблюдались при использовании расы дрожжей Vitilevure Csm Yseo и Excellence XP. Наименее активное выделение  $\text{CO}_2$  наблюдалось в контрольном образце. Согласно полученным данным, сбраживание сахаров расой Actiflore F33 закончилось на шестые сутки, остальными

экспериментальными расами - на девятые сутки, а расой Шампанская 7-10С (контроль) - на 10 сутки.

Полученные результаты можно объяснить различием в активности ферментных систем каждой из рас дрожжей, что, скорее всего, является генетической особенностью штамма. В связи с этим представляет интерес исследование химического состава полученных виноматериалов.

Установлено, что объемная доля этилового спирта изменялась от 9,4 % об. у рас Actiflore F33, Vitilevure Csm Yseo и Шампанская 7-10С до 9,5 % об. Excellence XR и 9,6 % об. для Excellence XR.

Органические кислоты оказывают влияние на вкус и букет вина, определяют направленность биохимических процессов. В результате проведенных исследований (табл. 1) установлено, что концентрация титруемых кислот уменьшилась, особенно в случае применения рас дрожжей Excellence XR и Excellence XR.

Таблица 1. - Массовая концентрация органических кислот в зависимости от расы дрожжей

Показатели	Раса дрожжей				
	Контроль	Excellence XR	Excellence XR	Vitilevure Csm Yseo	Actiflore F33
Массовая концентрация органических кислот, г/дм <sup>3</sup>					
винная	2,43	2,17	2,20	2,18	2,24
яблочная	1,93	1,76	1,78	1,85	1,68
янтарная	0,32	0,28	0,58	0,66	0,45
лимонная	0,32	0,29	0,26	0,44	0,18
уксусная	0,28	0,45	0,25	0,40	0,36
молочная	нет	0,29	1,26	0,47	0,88
Дегустационная оценка, балл	7,6	7,8	7,8	7,7	8,1
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	7,2	6,8	6,8	7,0	6,7

Содержание винной кислоты незначительно варьировало, при этом ее снижение отмечено при использовании рас Excellence XP и Vitilevure Csm Yseo. В процессе брожения выявлено снижение концентрации яблочной кислоты. Ее количество в виноматериалах изменялась от 1,68 г/дм<sup>3</sup> при использовании расы Actiflore F33 до 1,93 г/дм<sup>3</sup> в контроле. Наибольшее снижение концентрации яблочной кислоты обеспечило применение расы Actiflore F33. Полученные результаты позволяют считать, что все экспериментальные расы дрожжей обладают кислотопонижающей способностью, что особенно актуально и значимо в настоящее время, когда для снижения концентрации титруемых кислот приходится проводить дополнительные технологические операции. Использование в технологии изучаемых рас дрожжей позволяет регулировать концентрацию титруемых кислот уже на стадии спиртового брожения.

В сравнении с контролем в экспериментальных образцах отмечено накопление янтарной кислоты, особенно в вариантах, полученных с использованием рас дрожжей Excellence XP и Vitilevure Csm Yseo (0,58 и 0,66 г/дм<sup>3</sup> соответственно). Известно [3], что присутствие янтарной кислоты способствует увеличению антиоксидантной способности белых столовых вин и их устойчивости к окислению. Следовательно, образцы, полученные с помощью Excellence XP и Vitilevure Csm Yseo, более устойчивы к окислению в сравнении с другими виноматериалами.

Во всех образцах наблюдалось увеличение содержания молочной кислоты, особенно при использовании штаммов Excellence XP и Vitilevure Csm Yseo (0,47 и 0,88 г/дм<sup>3</sup> соответственно). В контрольном образце молочная кислота не обнаружена. Это свидетельствует о том, что раса дрожжей Шампанская 7-10С не содержит ферментных систем, трансформирующих яблочную кислоту до молочной [3].

Уксусная кислота быстро образуется в начале брожения, а к концу брожения ее содержание может резко понижаться. Так, исследованиями [4] показано, что такое свойство дрожжей является генетическим и может усиливаться или уменьшаться в зависимости от химического состава суслу. Проведенные исследования показали, что наименьшая концентрация уксусной кислоты была обнаружена при использовании рас Шампанская 7-10С и Excellence XR. На основании исследований Саенко Н.Ф. [5] можно рекомендовать эти расы дрожжей для лечения «больных» вин с повышенной концентрацией уксусной кислоты и ацетальдегида.

Щавелевая кислота также выявлена в трех виноматериалах, что свидетельствует о различной активности ферментных систем цикла Кребса. Этот факт подтверждается большим различием в накоплении пировиноградной кислоты, через которую протекает большая часть преобразований органических кислот в цикле трикарбоновых кислот [3].

Лимонная кислота является естественным побочным продуктом спиртового брожения [3] и участвует в сложении вкуса вина, окислительно-восстановительных процессах. Она образуется в цикле Кребса из пировиноградной кислоты под действием ацетил-КоА или из щавелево-уксусной кислоты под действием декарбоксилирующих ферментов цикла Кребса. Установлено, что по синтезу лимонной кислоты исследуемой расы дрожжей можно расположить в ряд (по убыванию концентраций) Vitilevure Csm Yseo > Шампанская 7-10С > Excellence XR > Excellence XR > Actiflore F33.

Органические кислоты участвуют в реакциях этерификации, продуктом которых являются различные простые и сложные эфиры, формирующие аромат вина. Активность этерификации обуславливается ферментативным комплексом дрожжевых клеток. Анализ материалов исследований (табл. 2) свидетельствует о варьировании важнейших ароматобразующих соединений в широких пределах в зависимости от

расы дрожжей. Установлено, что сбраживание сусла штаммами Excellence XR и Excellence XP привело к увеличению накопления ацетальдегида, что может придать излишнюю резкость и грубость аромату и вкусу вина.

Таблица 2. - Накопление ароматобразующих компонентов, мг/дм<sup>3</sup>, в зависимости от расы дрожжей

Показатели	Наименование дрожжей				
	Контроль	Excellence XR	Excellence XP	Vitilevure Csm Yseo	Actiflore F33
ацетальдегид	80,5	118,8	121,3	68,7	81,4
этилформиат	0,21	0,23	0,22	нет	0,18
этилацетат	23,45	20,56	19,78	44,8	36,5
изоамилацетат	0,46	0,52	0,51	0,19	0,32
этиллактат	0,13	0,16	0,20	0,22	0,27
этилацеталь	нет	0,05	0,04	нет	0,01
метанол	20,0	23,7	24,1	18,6	21,9
2-бутанол	нет	нет	0,12	нет	0,08
1-пропанол	19,4	21,1	20,6	15,8	21,2
изобутанол	59,7	58,9	60,1	32,7	41,0
1-бутанол	1,12	1,41	1,32	нет	нет
изоамиловый спирт	168	172	171	212	186
1-амиловый спирт	0,36	0,34	0,38	нет	0,12
1-гексанол	18,6	17,2	18,5	16,6	18,3
2-фенилэтанол	21,6	35,8	38,9	32,5	31,2
2,3-бутандиол	38,7	56,5	58,0	40,4	39,4
Дегустационная оценка, балл	7,8	8,0	8,2	8,2	8,4

Известно [3, 6], что ацетальдегид является вторичным продуктом спиртового брожения, а его концентрация во многом определяется количеством диоксида серы в исходном сусле. В наших экспериментах исходное сусло имело одинаковую концентрацию диоксида серы, которая составляла 70 мг/дм<sup>3</sup>, следовательно, различия в концентрациях ацетальдегида в экспериментальных виноматериалах вызвано другими факторами, а именно спецификой расы дрожжей. Кроме того, при

брожении обычно наблюдается постоянное новообразование ацетальдегида за счет дезаминирования аминокислот [6], активность которого определяется биосинтетическими функциями соответствующих ферментных систем дрожжей.

В виноматериалах, приготовленных с использованием рас дрожжей Excellence XR и Excellence XP, обнаружено значительное накопление изоамилацетата и 2,3-бутандиола, оказывающих неблагоприятное влияние на вкус и аромат вина. Существенное различие между расами наблюдалось по количеству терпеновых соединений - цитраля, терпениола, лимонена и ионона. Возможно, именно их наличием можно объяснить яркий цветочный аромат виноматериалов, приготовленных с использованием штаммов Excellence XP, Excellence XR и Actiflore F33.

В результате анализов виноматериалов, произведенных с применением штаммов Vitilevure Csm Yseo и Actiflore F33, установлено, что концентрация изоамилового спирта была немного выше, а этилацетата, напротив, накоплено небольшое количество по сравнению с контрольным образцом. По концентрации этиллактата выгодно отличаются от контроля образцы виноматериалов, полученные с применением рас Actiflore F33, Vitilevure Csm Yseo и Excellence XP.

Важнейшим среди эфиров является этилацетат, обладающий легким фруктовым ароматом, и этиллактат, смягчающий вкус столового виноматериала. В результате исследований наибольшее количество этилацетата выявлено в виноматериале, полученном при сбраживании сусла расой дрожжей Vitilevure Csm Yseo, несколько меньшее накопление получено при использовании расы Actiflore F33. В остальных вариантах, включая контроль, содержание этилацетата имело близкие значения. Наибольшее накопление этиллактата выявлено в вариантах с использованием рас Actiflore F33, Vitilevure Csm Yseo и Excellence XP.



Массовая концентрация изоамилацетата, проявляющемся в зависимости от концентрации цветочные и горько-фруктовые тона, была наибольшей при использовании рас Excellence XP, Excellence XR и в контроле.

Кроме представленных в таблице ароматобразующих компонентов, в виноматериалах идентифицированы каприновый, капроновый альдегиды, этилбутират, этилвалериат, этилкапρινат, этилкапронат, этилкаприлат, изоамилкапронат, эфиры линолевой, линоленовой, олеиновой и миристиновой кислот, изовалериановая, каприновая, капроновая и каприловая кислоты, концентрации которых имели близкие значения для всех исследованных рас дрожжей.

Представляет интерес сравнительный анализ накопления высших спиртов (рис. 2).

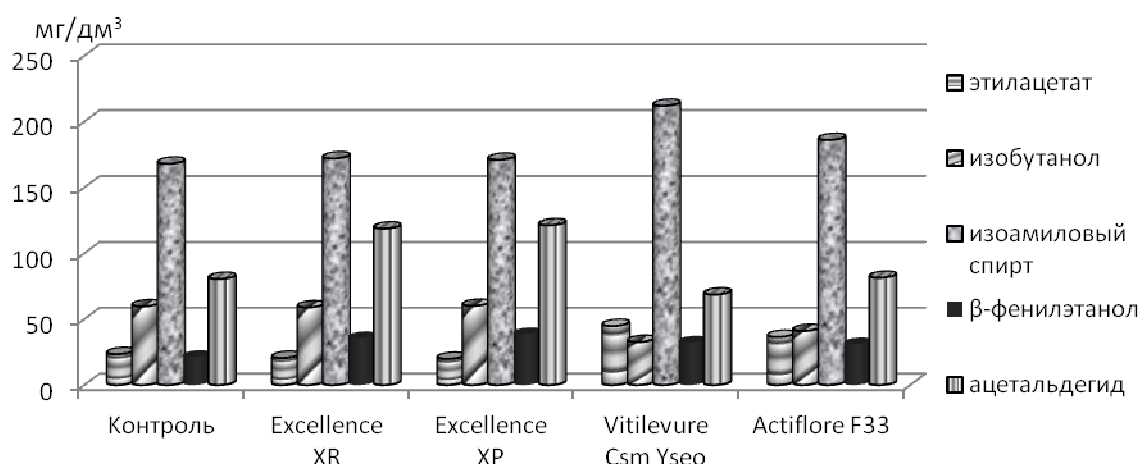


Рисунок 2. Изменение концентрации ароматических компонентов в зависимости от расы дрожжей

Они образуются путем дезаминирования или переаминирования соответствующих аминокислот, последующего декарбоксилирования кетокислот и восстановления альдегидов в процессе спиртового брожения [3]. По данным [1, 7] высшие спирты являются продуктами спиртового брожения, количество которых определяется расой дрожжей, а синтез совершается на грани углеводного и азотистого обмена дрожжей, т.е.

синтез высших спиртов обуславливается генетическими особенностями дрожжей.

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что при одинаковых условиях брожения 2-бутанол выявлен только при использовании рас Actiflore F33 и Excellence XP (рис. 2). Как экспериментальные, так и контрольная раса дрожжей характеризовались невысоким синтезом 1-пропанола и 1-бутанола, что является положительным фактором.

Из известных высших спиртов продуктов переработки винограда наиболее неприятным ароматом обладает изоамиловый спирт. Его накопление было наибольшим при использовании рас дрожжей Actiflore F33, Vitilevure Csm Yseo, что, однако, не оказало отрицательного влияния на качество виноматериала.

### **Выводы**

Проведена дегустация полученных виноматериалов, в результате которой выявлена корреляция между дегустационной оценкой и концентрацией титруемых кислот, особенно яблочной и молочной, и высшими спиртами. Наибольшую дегустационную оценку имел виноматериал, приготовленный с использованием расы Actiflore F33, остальные виноматериалы имели близкие значения органолептической оценки.

**Таким образом,** представленные материалы исследования свидетельствуют о существенном влиянии расы дрожжей на ароматический комплекс белых столовых виноматериалов.

### **Литература**

1. Бурьян Н.И. Совершенствование технологических процессов производства столовых вин на основе регулирования обмена веществ у дрожжей // Автореф. дис. д-ра техн. наук. - Ялта, 1983. - 82 с.
2. Агеева Н.М. Стабилизация виноградных вин: теоретические аспекты и практические рекомендации. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2007. - 251 с.

3. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. - М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. - 220 с.
4. Рибери-Гайон Ж. Виноделие (Возбудители брожения. Приготовление вин) / Ж.Рибери-Гайон, Е.Пейно. – М.: Пищ.пром-сть, 1971. – 414 с.
5. Саенко Н.Ф. Технологические требования к микрофлоре, применяемые в виноделии / Н.Ф.Саенко, М.А.Мальцева. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 392 с.
6. Moreno-Arriba M., Polo M. Winemaking Biochemistry and Microbiology: Current Knowledge and Future Trends // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. - 2005. - № 4. - PP. 265-286.
7. Yranzo J.F. Ubeba, Perez A.Y. Briones, Canas P.M. Yzgierdo. Study of the onological characteristics and enzymatic activit es of wine yeasts // Food Microbiol. - 1998. - 15, №4. - PP. 399-406.

### References

1. Bur'jan N.I. Sovershenstvovanie tehnologicheskikh processov proizvodstva stolovykh vin na osnove regulirovaniya obmena veshhestv u drozhzhej // Avtoref. dis. d-ra tehn. nauk. - Jalta, 1983. - 82 s.
2. Ageeva N.M. Stabilizacija vinogradnykh vin: teoreticheskie aspekty i prakticheskie rekomendacii. – Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2007. - 251 s.
3. Rodopulo A.K. Osnovy biohimii vinodelija. - M.: Legkaja i pishh. prom-st', 1983. - 220 s.
4. Ribero-Gajon Zh. Vinodelie (Vozbuditeli brozhenija. Prigotovlenie vin) / Zh.Ribero-Gajon, E.Pejno. – M.: Pishh.prom-st', 1971. – 414 s.
5. Saenko N.F. Tehnologicheskie trebovaniya k mikroflоре, primenjaemye v vinodelii / N.F.Saenko, M.A.Mal'ceva. – M.: Pishh. prom-st', 1976. – 392 s.
6. Moreno-Arriba M., Polo M. Winemaking Biochemistry and Microbiology: Current Knowledge and Future Trends // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. - 2005. - № 4. - PP. 265-286.
7. Yranzo J.F. Ubeba, Perez A.Y. Briones, Canas P.M. Yzgierdo. Study of the onological characteristics and enzymatic activit es of wine yeasts // Food Microbiol. - 1998. - 15, №4. - PP. 399-406.