

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДРОЖЖАМИ ТИОЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ФРУКТОВЫМИ АРОМАТАМИ

Роль температуры, степени осветления сусла и питания дрожжей

Оливье Пилле,
лаборатория по исследованиям
и развитию Института энологии
Шампани (Эперне, Франция)

Effect of fermentation conditions for the formation of yeast thiol compounds with fruit aromas

For several years, the Institute of Enology Champagne (IOC) conducts research on a topic related to the formation and preservation of wine flavor. Many varieties of grapes contain chemical compounds belonging to the group of thiols and capable of producing flavors that are highly valued by the consumer. As an example, exotic fruit flavors Sauvignon Blanc. In this article there are various parameters that allow vinification to influence on the release of variety of thiols during alcoholic fermentation, depending on the desired flavor profile of wine.

В течение нескольких лет Институт энологии Шампани (ИОС) проводит исследования по теме, связанной с формированием и сохранением аромата вина. Многие сорта винограда содержат химические соединения, относящиеся к группе тиолов и способные давать ароматы, которые высоко ценятся потребителем. В качестве примера можно привести ароматы экзотических фруктов сорта Совиньон Блан. В статье рассмотрены различные параметры, позволяющие виноделу воздействовать на высвобождение сортовых тиолов в процессе спиртового брожения в зависимости от желаемого ароматического профиля вина.

Введение

Среди позитивных ароматов, формирующихся в процессе спиртового брожения виноградного сусла, сортовые тиолы являются очень важным критерием выбора для винодела, поскольку отличаются своей пахучестью (порог восприятия примерно 1 нг/л) или десятки нанограмм на литр) и влияют на ароматический про-

филь вина. Эти ароматические соединения характерны для белых сортов винограда, таких как «совиньон» или «коломбар», но содержатся и во многих других сортах: Гренаш, Сира, Каберне, Мерло, Темпранильо, Пино Нуар, Мелон, Гамэ и т. д. [1]. Таким образом, они могут участвовать в формировании аромата розовых и даже красных вин.

В вине определены три основных сортовых тиоловых соединения (однако они далеко не единственные): 3-сульфанилгексан-1-ол (3SH) с запахом грейпфрута и цитрусовых, ацетат этого вещества (А-3SH) с ароматом цветов и маракуйи и 4-метил-4-сульфанилпентан-2-он (4MSP) с запахом самшита. Эти тиолы происходят от сортовых предшественников ароматов, из которых идентифицированы лишь малая часть (около 10–15%). 3SH присутствует в сусле в частности в связанной с цистеином [2] или глутатионом [3] форме. И только благодаря S-лиазной активности дрожжей появляется свободная форма, отличающаяся сильным запахом. Между тем был предложен третий путь образования летучих тиолов в процессе брожения: присоединение источников серы к (E)-2-гексеналу [4].

Кроме того, следует понимать, что только очень малая часть этих известных предшественников преобразуется дрожжами в летучие ароматические соединения; в случае 3SH, например, примерно 1–5%. Несмотря на такое ограничение, содержание этого вещества в вине может быть значительным.

Возможны три пути воздействия на формирование сортовых тиолов. Первый – это содействие синтезу предшественников (прекурсоров) тиоловых соединений в винограде. Второй путь – усиление диффузии или экстракции предшественников в сусле. Третий – оптимизация коэффициента преобразования дрожжами прекурсоров в ароматические вещества. Даже небольшое изменение коэффициента преобразования может существенно повлиять на конечную концентрацию ароматического соединения в вине. Например, если в обычных условиях выход ароматического соединения 1%, а при оптимизации коэффициента преобразования достигает 2%, то в результате количество полученного тиола увеличивается в два раза.

Цель данной статьи – представить результаты исследований, позволяющие лучше понять, как оптимизировать формирование тиоловых тонов сорта в винах.

I этап: характеристика штамма дрожжей, проявляющего фруктовую фракцию сортовых тиолов

Методология

Эксперименты проводились в обычных производственных условиях разных хозяйств с стандартными объемами переработки при сотрудничестве с виноделами.

Сорта винограда, выбранные для экспериментов: Совиньон [1 – Од (Aude), 2 – Эндр и Луара (Indre-et-Loire), 3 – Южная Африка), Коломбар (Жер (Gers)) и Гамэ [Рона (Rhône) – винификация по-красному].

В каждом опыте новый селекционированный штамм дрожжей *IOC Révélation Thiols* (ИОЦ Ревелясьон Тиоль) сравнивали по действию с дрожжами, обычно используемыми в винодельческих хозяйствах и способствующими превращению сортовых предшественников ароматов в тиоловые соединения. Таким образом, можно было проанализировать результаты, полученные в варьируемых условиях с *IOC Révélation Thiols* и со спектром дрожжей, которые являются стандартными в данном применении.

Каждый вид сусла разделили на две однородные партии и винификацию проводили идентично, за исключением выбора используемого штамма дрожжей. Однородность партий проверяли с помощью физико-химического анализа сусла (определения массовой концентрации сахаров и титруемых кислот, pH, массовой концентрации яблочной кислоты, ассимилируемого азота и мутности). Контроль протекания спиртового брожения осуществляли посредством ежедневного измерения плотности и температуры сусла. После завершения брожения для обеих партий в каж-



Идеальный партнер по бизнесу

Постоянно внедряемые технологические инновации позволяют **SMI Group** модернизировать собственное оборудование, отличительными чертами которого являются производительная гибкость, безопасность и простота эксплуатации, экономия энергии и конкурентоспособная цена.

SMI Group развивает возможности создания КОМПЛЕКТНЫХ линий «под ключ». При этом беспрецедентные по сложности работы в области проектирования, производства, монтажа, пусконаладки и сервисного обслуживания машин ведутся собственными силами. **SMI Group** предлагает клиентам гамму тщательно проработанных решений по планированию, разрешению проблем, поддержке и улучшению эффективности поставляемых систем на протяжении всего срока службы оборудования.

SMI Group всегда предлагает своим клиентам гамму тщательно проработанных персональных решений по планированию, поддержке и улучшению эффективности поставляемых систем оборудования. Успех компании основывается на клиентоориентированности, энтузиазме, долге, компетентности, творческом подходе, инициативности каждого сотрудника и его профессионализме.



➤ **Упаковщики:** в термоусадочную пленку, в пленку + плоскую подложку, в пленку + лоток с бортиками, в кластер, в картонный короб типа Wgaragound; комбинированные упаковщики, сочетающие в себе функции упаковщиков в картон и в термоусадочную пленку



➤ **Интегрированные системы выдува, розлива, укупорки** с возможностью соединения с этикетировщиком. Расширенный модельный ряд с максимальной производительностью машин до 36 000 бут./ч



➤ **Выдувные установки для производства ПЭТ-тары:** 8 моделей (литраж от 0,25 до 3 л), оснащенных от 4 до 20 штампами, максимальной производительностью до 36 000 бут./ч; 2 модели (литраж от 3 до 10 л), оснащенные 4 или 6 штампами, максимальной производительностью до 6600 бут./ч



➤ **Автоматические системы палетирования** с двумя вариантами загрузки: нижним (производительность до 300 сл./ч) и верхним (производительность до 500 сл./ч)



Мы производим, поставляем и обслуживаем:

- > выдувные машины > интегрированные системы выдува–розлива
- > упаковочные машины > конвейерные системы > палетайзеры
- > комплектные линии розлива

ООО «СМИ Руссия». Россия, 127299, Москва, ул. Космонавта Волкова, 10, стр. 1, оф. 22
Тел: +7 (495) 720 67 97, факс: +7 (495) 720 67 90,
e-mail: alessandra.modica@smigroup.net. www.smigroup.ru

drinktec 2013
Go with the flow.

16–20 september 2013,
Messe München

Добро пожаловать на наш
стенд 303 в павильоне А6



дом эксперименте провели обычный физико-химический анализ (объемная доля этилового спирта, массовая концентрация летучих кислот, рН, массовая концентрация титруемых кислот). В полученных сухих винах определяли содержание сортовых тиолов. Для активизации образования ароматических веществ дрожжи регидратировали с применением протектанта (специального, содержащего стеролы препарата, добавляемого на этапе регидратации дрожжей для укрепления плазматической мембраны дрожжевой клетки), а затем вносили комплексную подкормку (аминный и аммиачный азот) согласно рекомендациям ИОС по рациональному питанию дрожжей.

Результаты и обсуждение

В изменении концентраций сортовых тиолов (рис. 1) наблюдаются две основные тенденции. Дрожжи *IOC Révélation Thiols*, как и контрольные штаммы, способствуют в той же или большей степени образованию 3SH – тиолового соединения с фруктовыми ароматами. При этом тот же штамм по сравнению с контрольными менее эффективен в отношении образования 4MSP, если судить по содержанию этого вещества в полученных винах. Концентрации тиола А-3SH здесь не представлены, их изменение не выявляет каких-либо четких тен-

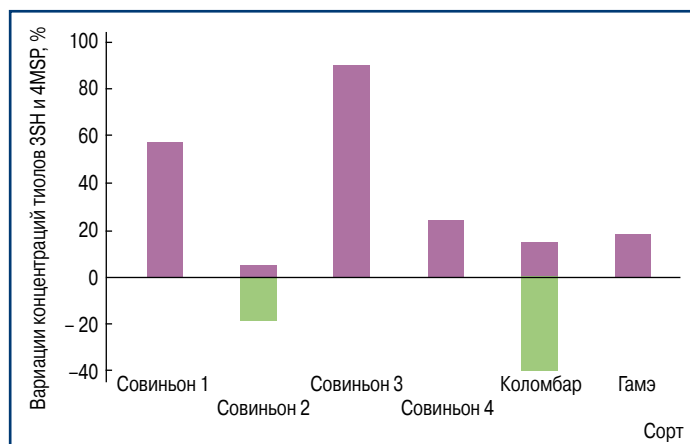


Рис. 1. Вариации концентраций тиолов 3SH и 4MSP, полученных при использовании *IOC Révélation Thiols*, относительно полученных с контрольными штаммами дрожжей:

■ – 3SH (цитрусовые, маракуйя); ■ – 4MSP (самшит)

Отсутствие вариаций концентрации тиола 4MSP означает отсутствие этого соединения в анализируемых образцах для двух сравниваемых штаммов дрожжей. За отметку 0% приняты концентрации тиолов, полученные при брожении с контрольными штаммами дрожжей

денций, поэтому, как можно предположить, зависит от более сложных взаимодействий.

Полученные данные позволяют заключить, что по сравнению с контрольными штаммами дрожжей *IOC Révélation Thiols*, способствуя превращению прекурсоров в тиоловые ароматические соединения, создает благоприятные условия для проявления фруктовой фракции (цитрусовые, маракуйя), но не способствует высвобождению растительной фракции (самшит). Поэтому этот штамм рекомендуется применять прежде всего для целенаправленного получения конечного продукта с фруктовыми тиоловыми ароматами.

Однако получение и селекция штамма дрожжей – проявителя фруктовых тиолов – лишь первый этап. Следует еще определить условия брожения, которые будут способствовать усилению его активности, связанной с образованием ароматов.

II этап: влияние степени осветления суслу на образование дрожжами тиолов с фруктовыми ароматами

Методология

Два эксперимента проводили в обычных производственных условиях хозяйств со стандартными объемами переработки при сотрудничестве с виноделами.

Выбранный сорт винограда «совиньон» Совиньон (происхождение – Жиронда).

Применялась описанная выше методика, позволяющая в обоих экспериментах получить и проверить однородные партии одного и того же суслу (табл. 1).

Дрожжи *IOC Révélation Thiols*, использованные для проведения спиртового брожения, регидратировали с применением препарата-протектанта *Vioprotect* с высоким содержанием специфических стеролов, который вносили для обеспечения завершения брожения, в частности, в неблагоприятных условиях, связанных с высокой степенью осветления суслу. Питание дрожжей осуществлялось с соблюдением рекомендаций ИОС.

В каждом эксперименте сравнивали две партии суслу разной степени осветления перед брожением:

- с низким уровнем мутности: 55–60 NTU;

Таблица 1

Аналитические параметры суслу разной степени осветления	Совиньон 1		Совиньон 2	
	55 NTU	110 NTU	60 NTU	140 NTU
Емкость	55 NTU	110 NTU	60 NTU	140 NTU
Массовая концентрация сахаров, г/л	193,0	195,0	188,0	187,0
Массовая концентрация летучих кислот (H ₂ SO ₄ , г/л)	4,65	4,65	4,3	4,25
рН	3,29	3,28	3,34	3,36
Массовая концентрация SO ₂ своб., мг/л	9	8	15	15
Массовая концентрация SO ₂ общ., мг/л	47	47	71	70
Массовая концентрация ассимилируемого азота, мг/л	312	346	186	188
Мутность, NTU	55	110	60	138
Температура брожения, °С	16–20		17–18	
Объем винификации, гл	200	200	150	150

- с высоким уровнем мутности: 110–140 NTU (за счет введения тонких устойчивых осадков).

Через два месяца после завершения спиртового брожения в образцах определили содержание сортовых тиолов, а также некоторых сложных эфиров уксусной кислоты, разветвленных и линейных жирных кислот, 2-фенилэтанола. Через пять месяцев образцы вина подвергли органолептическому анализу. Дегустации проводили вслепую, с привлечением комиссии, состоящей из 15–20 энологов, работающих на производстве. Дегустаторы должны были выбрать образцы, в которых каждый указанный параметр проявлялся с наибольшей интенсивностью. Результаты обрабатывались при помощи обычных статистических методов.

Результаты и обсуждение

Преобразование сортовых тиолов

Научных работ, в которых рассматривается роль осветления сула в проявлении тиоловых ароматов, очень мало. Приведем все же исследование Касальги и коллег [5], в котором показано, что в случае винификации в малых объемах (<1 гл), содержание тиолов 3SH и A-3SH мало зависит от мутности сула или не зависит вовсе. Авторы, однако, отметили сильное влияние на содержание тиолов объема сула, в котором происходит брожение. Можно выдвинуть гипотезу: наблюдаемая закономерность в малых объемах при использовании данного штамма дрожжей, не обязательно будет иметь место в производственных условиях при использовании других рас.

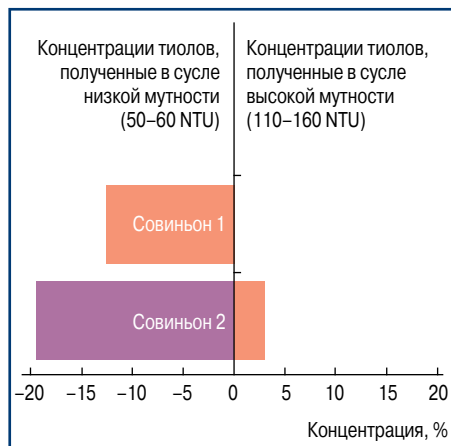


Рис. 2. Вариации концентраций ароматических компонентов, полученные при высокой степени мутности сула, по сравнению с концентрациями, полученными при низкой мутности (влияние мутности сула после осветления перед спиртовым брожением на выделение дрожжами *IOC Révélation Thiols* тиолов с фруктовыми ароматами:

■ – 3SH; ■ – A-3SH

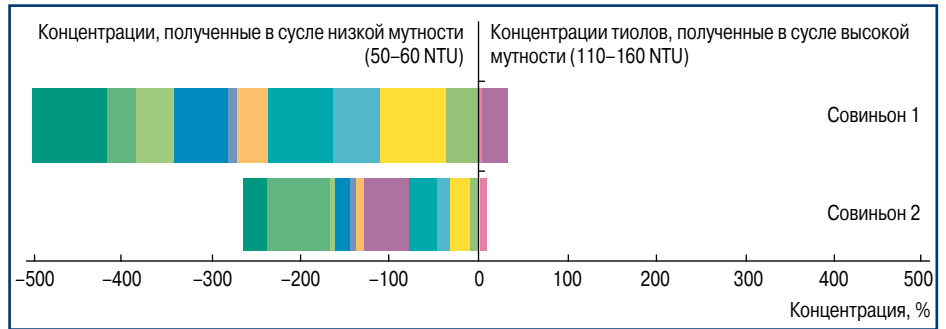
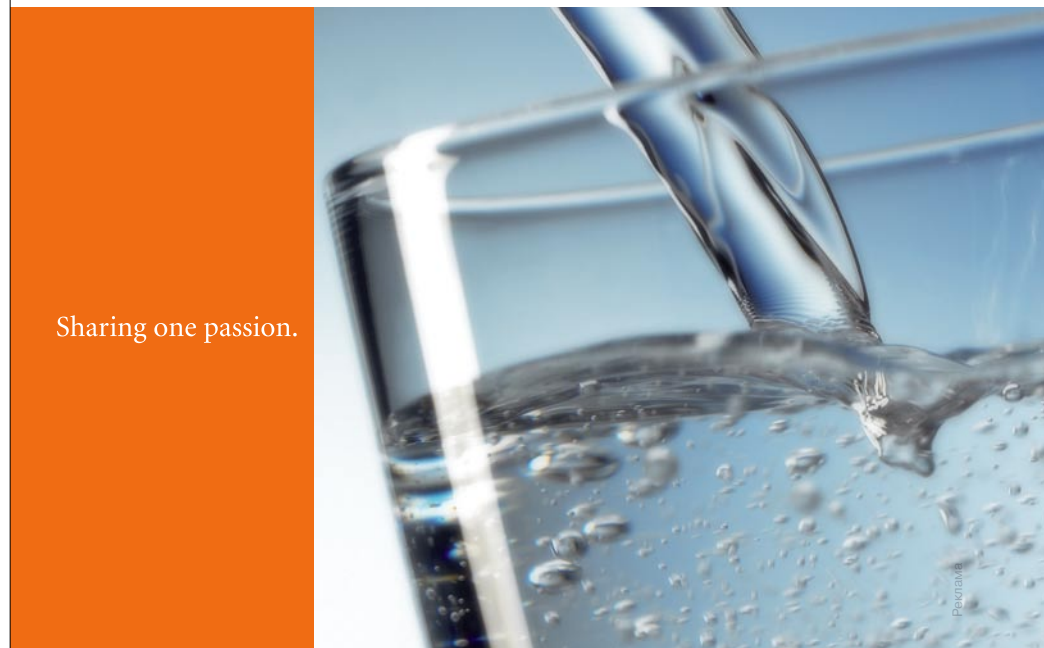


Рис. 3. Вариации концентраций ароматических компонентов, полученные при высокой степени мутности сула, по сравнению с концентрациями, полученными при низкой мутности (влияние мутности сула после осветления на ароматы, образующиеся при брожении с использованием *IOC Révélation Thiols*):

■ – 2-фенилэтанол; ■ – фенилэтилацетат; ■ – изоамилацетат; ■ – гексилацетат; ■ – этилпропионат; ■ – этилизобутират; ■ – этилбутират; ■ – этил-2-метилбутират; ■ – этилгексаноат; ■ – этилоксаноат; ■ – этилдеcanoат; ■ – этилдодеcanoат



Sharing one passion.



Высокие технологии для среднего и малого бизнеса – вот философия, которая стоит за нашим оборудованием. Пусть наше стремление к совершенству станет залогом вашего успеха.

DRINKTEC
Munich, 16 – 20 September 2013
Hall B6, Booth 100

www.kosme.com

KOSME

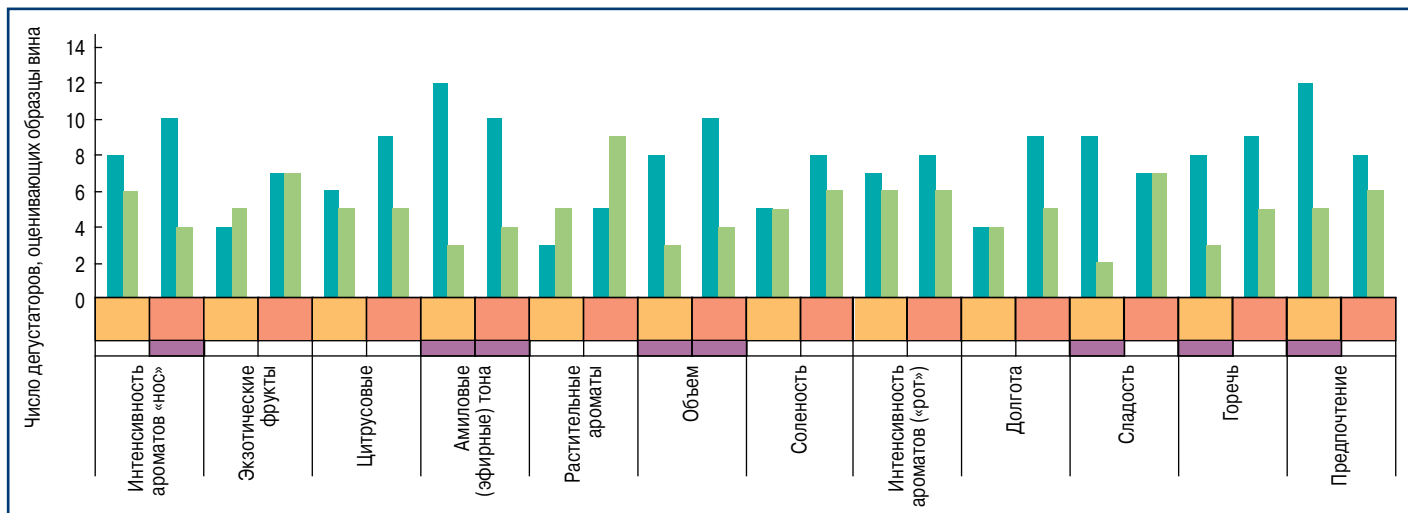


Рис. 4. Влияние мутности сула после операции осветления перед спиртовым брожением на сенсорный профиль вин, сброженных дрожжами IOC Révélation Thiols: — низкая мутность; — высокая мутность; — Совиньон 1; — Совиньон 2; — значимые различия (порог 5%)

По результатам сенсорного анализа опытных образцов вина (2011) профессиональной дегустационной комиссией в составе специалистов виноградовинодельческой отрасли

В экспериментах мы проанализировали влияние степени осветления на образование ароматов и представляем вариации концентраций ароматических веществ, измеренных при брожении сула повышенной мутности, в сравнении с концентрациями, полученными в суле низкой мутности (рис. 2). Высокие концентрации ароматических соединений наблюдаются в образцах сула низкой мутности, как видно в левой части рисунка. В правой части представлены концентрации тиолов, для образования которых оказались благоприятными условия брожения сула высокой мутности.

Можно предположить, что более тщательное осветление в некоторой степени способствует преобразованию сортовых предшественников в тиолы, дающие фруктовые ароматы, но надо отметить, что концентрации ниже 20% не являются аналитически значимыми, если принять во внимание коэффициент вариации для обработки результатов.

Формирование ароматов в процессе брожения

Влияние осветления сула на производство сложных эфиров изучено больше. Известно, что осветленное суло содержит меньше высших спиртов с тяжелыми запахами, но насыщено этиловыми эфирами жирных кислот и ацетатами спиртов, обладающими приятными ароматами [6]. Постепенно поняли, что относительно малые изменения мутности могут иметь определяющее значение для состава вина.

Это доказывается очередной раз на примере использования дрожжей IOC Révélation Thiols (рис. 3), поскольку содержание сложных эфиров действительно полностью обусловлено мутностью сула. В целом благоприятные условия для образования фруктовых и цветочных ароматов во время брожения создаются при низкой мутности сула.

Сенсорный анализ

Рассмотрим обобщенные результаты сенсорного анализа образцов этой серии экспериментов (рис. 4). Сразу обратим внимание на очень сильное влияние степени осветления сула на профиль вина как по ароматам («нос»), так и по вкусовым качествам («рот»).

В целом, вина, полученные при брожении сула низкой мутности, проявляют значительно более выраженную ольфактивную интенсивность, связанную в основном с экспрессией амиловых (эфирных) тонов, но не в ущерб комплексности ароматов и проявлению тиоловых нот, поскольку оттенки экзотических фруктов и цитрусовых не маскируются, а наоборот, подчеркиваются.

Что же касается образцов, полученных при брожении сула повышенной мутности, то в них сильнее чувствуются зеленые, растительные оттенки.

Кроме того, вина из сула низкой мутности воспринимаются как имеющие гораздо больший объем во вкусе, даже сладость, но при этом демонстрируют тенденцию к увеличению горечи. Они получили такую же оценку, как образцы, полученные сбраживанием сула высокой мутности, или даже пользовались предпочтением.

(Окончание следует)



Институт энологии Шампани www.ioc.eu.com

ИОС Institut nologique de Champagne ZI de Mardeuil – Route de Cumière 51200 Epernay – France

Энолог-консультант ИОС в странах Восточной Европы и Австрии Аврора Жёди:
tel.: +33 676 397 441; e-mail: ajeudy@ioc.eu.com

Москва, ООО «Эносервис», контактное лицо – Маргарита Панкратова
Тел.: +7 (499) 709-62-24, +7 (926) 906-01-40; e-mail: iocrussia@mail.ru



ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДРОЖЖАМИ ТИОЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ФРУКТОВЫМИ АРОМАТАМИ

Роль температуры, степени осветления сусла и питания дрожжей

Оливье Пилле,
лаборатория по исследованиям
и развитию Института энологии
Шампани (Эперне, Франция)

Effect of fermentation conditions for the formation of yeast thiol compounds with fruit aromas

For several years, the Institute of Enology Champagne (IOC) conducts research on a topic related to the formation and preservation of wine flavor. Many varieties of grapes contain chemical compounds belonging to the group of thiols and capable of producing flavors that are highly valued by the consumer. As an example, exotic fruit flavors Sauvignon Blanc. In this article there are various parameters that allow vinification to influence on the release of variety of thiols during alcoholic fermentation, depending on the desired flavor profile of wine.

В течение нескольких лет Институт энологии Шампани (ИОС) проводит исследования по теме, связанной с формированием и сохранением аромата вина. Многие сорта винограда содержат химические соединения, относящиеся к группе тиолов и способные давать ароматы, которые высоко ценятся потребителем. В качестве примера можно привести ароматы экзотических фруктов сорта Совиньон Блан. В статье рассмотрены различные параметры, позволяющие виноделу воздействовать на высвобождение сортовых тиолов в процессе спиртового брожения в зависимости от желаемого ароматического профиля вина.*

III этап: влияние температуры брожения на выделение дрожжами тиолов с фруктовыми ароматами

Методология

Два эксперимента проводились в обычных производственных условиях хо-

зяйств со стандартными объемами переработки при сотрудничестве с виноделами. Один – на розовом сусле сорта Каберне Фран [происхождение – Жиронда (Gironde)], полученном прессованием, второй – на сусле Совиньон Блан [происхождение – Эро (Hérault)].

Использовалась описанная ранее методика, позволяющая в обоих экспери-

* Окончание. Начало см.: Индустрия напитков. 2013. № 4. С. 26–31.

ментах получить и проверить однородные партии вина из одного и того же сусла.

Дрожжи *IOC Révélation Thiols*, использованные для проведения спиртового брожения, регидратировали с применением препарата-протектанта Bioprotect с высоким содержанием специфических стеролов, который вносили для обеспечения завершения брожения, в частности, в неблагоприятных условиях, связанных с высокой степенью осветления сусла. Питание дрожжей осуществлялось с соблюдением рекомендаций ИОС.

В каждом эксперименте сравнивали две партии вина, сброженные при разной температуре:

- розовое Каберне Фран:
 - низкая температура: 14 °С,
 - высокая температура: 18 °С;
- Совиньон Блан:
 - низкая температура: 14 °С,
 - высокая температура 18 °С в течение трех дней, затем 14 °С до полного потребления сбраживаемых сахаров.

Содержание ароматических соединений определяли так же, как и в предыдущих экспериментах. Через пять месяцев после завершения спиртового брожения провели сенсорный анализ опытных образцов.

Дегустацию вслепую проводили с привлечением комиссии, состоящей из 17 студентов второго года обучения на получение национального диплома энолога (Центр энологии и виноградарства Миди-Пирене). Дегустаторы заполняли стандартные таблицы для сравнительного анализа, позволяющие количественно оценить интенсивность различных показателей: визуальных, ольфактивных (обонятельных) и густативных (вкусовых). Результаты обрабатывались при помощи обычных статистических методов.

Результаты и обсуждение

Преобразование сортовых тиолов

Воздействие температуры брожения на преобразование тиолов изучалось гораздо больше, чем влияние осветления сусла. Так, например, Маснеф-Помаред (Masneuf-Pomarede) и соавт. [7] показали, что при брожении, проходящем при 20 °С, высвобождается больше соединений 3SH и А-3SH, чем в случае 13 °С.

Однако Свигерс (Swiegers) и коллеги [8] полагают, что температура брожения 18 °С, а не 23 °С, возможно, будет больше способствовать высокой концентрации А-3SH. Они указывают на потери этого вещества, связанные с избыточным выходом газов, вызываемым спиртовым брожением, протекающим быстрее при высокой температуре, и отмечают, что концентрации А-3SH, полученные после завершения брожения при этих температурах, эквивалентны. А также демонстрируют, что влияние температуры брожения на выход тиолов варьирует в за-

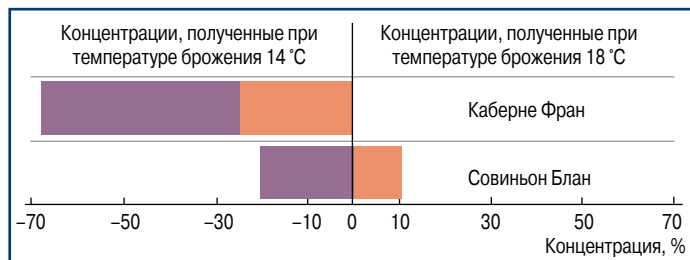


Рис. 5. Влияние температуры спиртового брожения на выделение дрожжами *IOC Révélation Thiols* тиолов с фруктовыми ароматами:

■ – 3SH; ■ – А-3SH

Вариации концентраций ароматических компонентов, полученных при высокой температуре брожения, по сравнению с полученными при низкой температуре брожения

Высокие технологии низких температур

АзотИнжект®

автомат для дозированного впрыска жидкого азота

Капля жидкого азота при испарении увеличивается в объеме в 700 раз, что позволяет создать инертную среду и избыточное давление в «мягкой» таре при розливе «спокойных» жидкостей.

АзотИнжект применяется при розливе холодных и горячих жидкостей в алюминиевые банки, ПЭТ бутылки и другую пластиковую тару.

Автомат впрыскивает в каждую бутылку одну каплю-дозу жидкого азота объемом от 0.1 до 1.0 мл

Производительность:
до 45 000 доз/час

Объем дозы жидкого азота:
0.1-1.0 мл



- Пищевые масла
- Вода
- Негазированные напитки
- Слабоалкогольные напитки
- Пиво
- Вино
- Орешки
- Чипсы
- Кетчуп
- Майонез
- Фармпрепараты
- Бытовая химия

kриотек

Сертификат соответствия РОСС RU.АИ83.Н02017

www.cryotec.ru

висимости от штамма дрожжей, что было недавно установлено и нами [9].

В экспериментах, проведенных со штаммом *IOC Révélation Thiols* (рис. 5), можно заметить тенденцию (особенно четко в одном) повышения содержания тиолов с фруктовыми ароматами при низкой температуре брожения, которая представляется более верной для соединения А-3SH. Это наблюдение, по крайней мере, частично соответствует выводам и гипотезам, выдвинутым исследовательской группой Свигерса.

Таким образом, можно предположить, что влияние температуры брожения на проявление тиолов с фруктовыми ароматами потенциально важнее влияния фактора осветления сусла. Кроме того, небольшое различие между двумя опытными партиями, наблюдаемое в эксперименте с Совиньоном, может быть объяснено тем, что расхождение в температуре брожения было только в течение первых трех дней процесса.

Формирование ароматов в процессе брожения

Белтран (Beltran) и соавт. [10] дают сравнительное описание генных изменений в проявлении ароматов сорта Мускат, наблюдаемых при температуре 13 и 25 °С. В их работах показано, что при низкой температуре у дрожжевой клетки включается адаптационный механизм и проявляется ответная реакция на стресс, что позволяет ей лучше подготовиться к неблагоприятным условиям (токсичному действию спирта), в которые дрожжи оказываются в дальнейшем.

Среди этих изменений авторы указывают, что при низкой температуре преобразуется липидный состав дрожжевой клетки, в частности это касается жирных кислот со средней или короткой цепью, которые принимают участие в образовании соответствующих ароматических высших эфиров этих кислот.

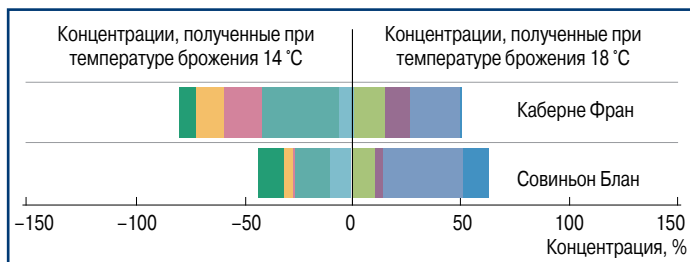


Рис. 6. Влияние температуры спиртового брожения на выделение дрожжами *IOC Révélation Thiols* ароматов, образующихся при брожении:

■ – 2-фенилэтанол; ■ – изоамилацетат; ■ – гексилацетат; ■ – этилпропионат; ■ – этилизобутират; ■ – этилбутират; ■ – этил-2-метилбутират; ■ – этилгексаноат; ■ – этилдодеcanoат

Вариации концентраций ароматических веществ, полученных при высокой температуре брожения, по сравнению с полученными при низкой температуре брожения

Сэрэнс (Saerens) и коллеги [11] подчеркивают, что, чем больше линейных жирных кислот находится в такой среде, как пиво, тем выше в ней концентрация сложных этиловых эфиров после спиртового брожения.

В энологии считается, что температура от 15 до 18 °С, как правило, способствует образованию сложных эфиров высших спиртов (ацетатов) и линейных жирных кислот [12, 13]. Однако ни в одной из вышеупомянутых работ не отмечается какое-либо различие при предельных температурах указанного диапазона.

Тем не менее, согласно Молина (Molina) и соавт. [14], при низкой температуре (15 °С) в синтетическом сусле концентрация ацетатов повышается в большей степени, чем сложных этиловых эфиров линейных жирных кислот, причем содержание некоторых из них выше при более высокой температуре (28 °С). В наших недавних исследованиях выявлено влияние незначительного расхождения в температурных режимах брожения на концентрацию сложных эфиров в вине и установлено, что активность проявления ароматов двух разных штаммов дрожжей существенно различается и характеризуется относительной повторяемостью в указанных температурных диапазонах [9].

Что касается дрожжей *IOC Révélation Thiols*, надо отметить еще и их отличительные способности. Как выявлено для некоторых штаммов, *IOC Révélation* производит больше изоамил- и гексилацетатов при низкой температуре брожения. Что каса-

ется сложных этиловых эфиров жирных кислот, а также 2-фенилэтанола, то повышению их концентрации, очевидно, способствует высокая температура, в зависимости от соединения в большей или меньшей степени, как мы смогли показать для других дрожжей. Между тем бутираты и этилдодеcanoат составляют исключение: их содержание повышается при низких температурах брожения (рис. 6). Изменения концентраций других высших эфиров (не представлены на рис. 6) носят случайный характер и, по-видимому, не связаны непосредственно с температурой брожения, а определяются более сложными взаимодействиями. Полученные результаты подтверждают, что степень влияния температуры на образование ароматов при брожении зависит от используемого штамма дрожжей, поэтому обобщение невозможно, хотя общие тенденции есть.

В целом совершенно ясно, что выбор температуры позволит определить повторяемую направленность проявления определенных ароматов при брожении.

Сенсорный анализ

Результаты сенсорного анализа здесь не будут рассматриваться подробно. Опытные образцы розового вина (Каберне Фран) не подвергались сенсорному анализу как таковому. Но предварительные неформальные дегустации показали, что ароматические профили партий совершенно разные, однако ни один не получил единодушного предпочтения. В эксперименте с Совиньон Блан, оценка проанализированных ольфактивных показателей существенных различий между двумя тестируемыми образцами не выявила, но аромат экзотических фруктов дегустаторы отмечали как характерный для вина, сброженного при низкой температуре. По вкусу образец, полученный при высокой температуре брожения, был оценен как гораздо более горький и кислый. Предпочтение получило вино, сброженное при температуре 14 °С.

В заключение этого раздела заметим, что мы не стали бы рекомендовать в категоричной форме определенную температуру брожения при использовании дрожжей *IOC Révélation Thiols*. Выбор будет зависеть от желаемого профиля вина и планируемых затрат на его производство. Но совершенно очевидно, что брожение при низкой температуре не сказывается на обеспечиваемой дрожжами экспрессии ароматических тиоловых соединений с фруктовыми ароматами отрицательно.



IV этап: влияние условий питания дрожжей на выделение тиолов с фруктовыми ароматами

Методология

Эксперимент проводили на малых объемах сорта Совиньон Блан при поддержке межпрофессиональной лаборатории Sancepa SICAVAC (Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique de Vinification et d'Analyses du Centre).

Применялась описанная ранее методика, позволяющая в каждом эксперименте получить и проверить три однородные партии одного и того же сула. Представлены физико-химические параметры сула, подтверждающие его однородность (табл. 2).

Для спиртового брожения использовали один из обычно применяемых для сорта Совиньон штаммов дрожжей, проявляющих тиолы с фруктовыми и растительными ароматами.

Сравнивали три опытные партии, в которых использовали разное питание для дрожжей, но с одинаковым содержанием ассимилируемого азота (20 мг/л). Одну треть дозы азота вносили при изначальной плотности сула менее пяти единиц, оставшиеся две трети – при изначальной плотности менее 30 единиц,

Аналитические параметры сусла в эксперименте по питанию дрожжей

Параметр	Вид питания		
	Органическое (Nutribio)	Смешанное	Аммонийное
Массовая концентрация сахаров, г/л	194	194	195
Массовая концентрация кислот (H_2SO_4 , г/л)	5,7	5,7	5,7
pH	3,07	3,07	3,07
Массовая концентрация винной кислоты, г/л	5,7	5,7	5,7
Массовая концентрация яблочной кислоты, г/л	3,7	3,7	3,7
Массовая концентрация калия, мг/л	1108	1118	1110
Массовая концентрация ассимилируемого азота, мг/л	161	163	162

то есть после прохождения трети процесса спиртового брожения, на конечной стадии роста дрожжей:

- органическое питание: препарат инактивированных дрожжей с высоким содержанием аминного азота Nutribio в два приема;
- смешанное питание: сначала препарат Nutribio, затем фосфат диамония;
- аммонийное питание: диамонийный фосфат в два приема.

Содержание ароматических соединений определяли так же, как и в предыдущих экспериментах. Сенсорный анализ опытных образцов проводили через пять месяцев после завершения спиртового брожения. Дегустаторы заполняли стандартные таблицы для сравнительного анализа, позволяющие количественно оценить интенсивность различных показателей: визуальных, ольфактивных (обонятельных) и густативных (вкусных). Результаты обрабатывались при помощи обычных статистических методов.

Результаты и обсуждение

Преобразование сортовых тиолов

Влияние питательной среды сусла на способность дрожжей преобразовывать прекурсоры в тиоловые ароматические

соединения было изучено не так давно. Сибилю (Subileau) и коллеги [15] обнаружили, что при избытке аммонийного азота в сусле высвобождается гораздо меньше тиолов с фруктовыми ароматами (3SH и А-3SH). Авторы предполагают, что это связано с вызываемой транспортом ионов аммония катаболитной репрессией проникновения в дрожжевую клетку предшественников 3SH, связанных с цистеином. Придерживаясь этой точки зрения, мы попытались сравнить результаты добавления при брожении источника неаммонийного азота, то есть поставляющего в качестве ассимилируемого исключительно аминный азот, смешанного

питания дрожжей и внесения только аммонийного азота.

В этом эксперименте, мы не смогли, к сожалению, определить содержание сортовых тиолов в партии со смешанным питанием. Однако сравнительный анализ двух других вариантов позволяет сделать следующие выводы. Обеспечивая полное завершение процесса спиртового брожения, органическое дрожжевое питание, как и аммонийное, не создает неблагоприятных условий для образования соединений 3SH и А-3SH (рис. 7). Но при добавлении только аммонийного азота, повышается концентрация тиолов с растительными ароматами 4MSP. Конечно



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
СВЕТЛОГОРСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-КАРТОННЫЙ КОМБИНАТ

*Фильтровальные картонны
для фильтрации пищевых жидкостей
от производителя*

247434, Беларусь, Гомельская обл.,
г. Светлогорск, Заводская ул., 1
Тел.: (+375 2342) 982-56, 983-13
E-mail: sckk@mail.gomel.by
www.sckk.by

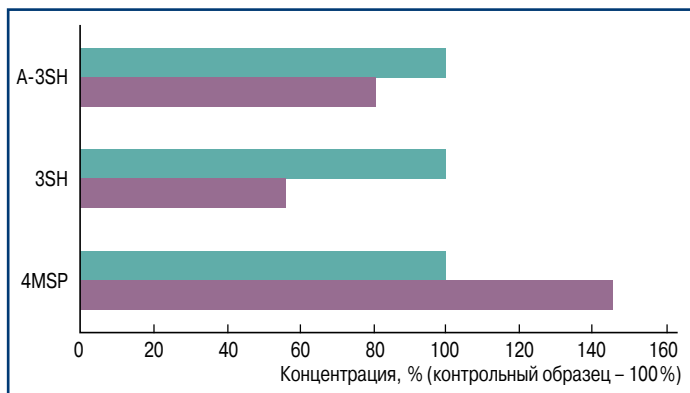


Рис. 7. Влияние вида вносимого азота на проявление тиолов с фруктовыми ароматами (Совиньон Блан, Сансер, 2010 год):

■ – органический азот (Nutribio); ■ – аммонийный азот

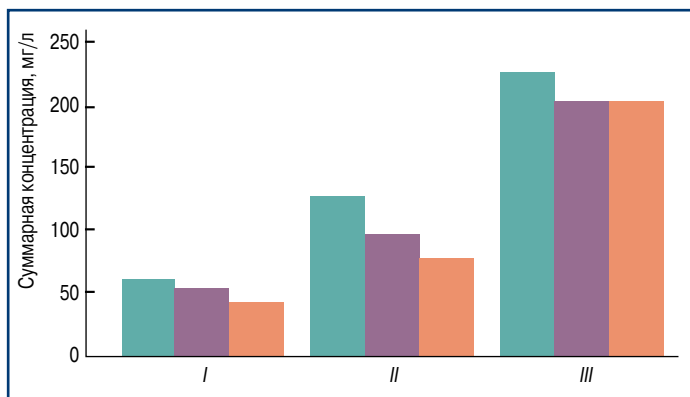


Рис. 8. Влияние вида вносимого азота на образование фруктовых ароматов при брожении (Совиньон Блан, Сансер, 2010 год):

■ – органический азот (Nutribio); ■ – органический и аммонийный азот; ■ – аммонийный азот

I – 2-фенилэтанол, мг/л; II – общее содержание ацетатных эфиров высших спиртов (фенилэтил-, изоамил- и гексилацетат), $\times 100$ мг/л; III – общее содержание этиловых эфиров жирных кислот (бутират, изобутират, гексаноат, октаноат, деканоат и додеcanoат этил), $\times 100$ мг/л

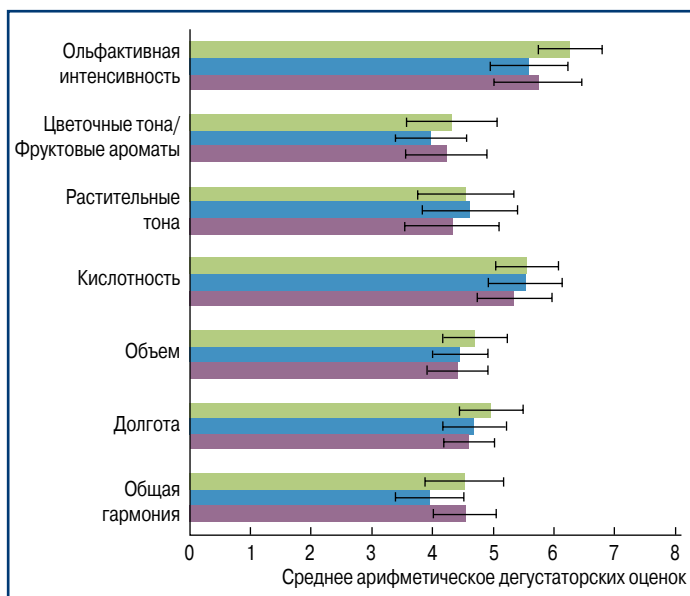


Рис. 9. Влияние формы азота, вносимого при спиртовом брожении, на сенсорный профиль вин, сброженных дрожжами, проявляющими фруктовые ароматы:

■ – органический азот (Nutribio); ■ – органический и аммонийный азот; ■ – аммонийный азот;

По результатам сенсорного анализа опытных образцов (Совиньон Блан, Сансер, 2010 год), проведенного в SICAVAC профессиональной дегустационной комиссией, состоящей из специалистов виноградовинодельческой отрасли

же, это касается только данного случая, и, для того чтобы подтвердить и уточнить выводы, следует провести эксперименты на другом сусле и при иных условиях винификации.

Формирование ароматов в процессе брожения

Источники азота, в частности аминокислоты, задействованы в синтезе высших спиртов, предшественников высших ацетатных эфиров. Однако их роль пока не установлена однозначно.

В данном эксперименте внесение подкормки, обогащенной аминокислотами, фактически способствовало синтезу высших ацетатных эфиров и 2-фенилэтанола (рис. 8). Можно отметить также, что органическое питание создает благоприятные условия для образования этиловых эфиров жирных кислот, хотя аминокислоты не являются единственным источником формирования этих ароматов. Добавление аммонийного азота явно в меньшей степени содействовало синтезу ароматических соединений при брожении, а использование смешанного питания демонстрирует в этом отношении промежуточные результаты.

Сенсорный анализ

Опытный образец, полученный при добавлении органической подкормки Nutribio, был выделен среди других по ольфактивной интенсивности согласно данным анализа ароматических соединений тиоловых и образующихся при брожении.

Однако явного предпочтения не получил ни один образец.

Заключение

Целью данного исследования было изучение ряда факторов, влияющих на проявление и сенсорную экспрессию сортовых тиолов. Мы смогли селекционировать и охарактеризовать специфический штамм дрожжей *IOC Révélation Thiol*, обеспечивающий больший процент преобразования прекурсоров в ароматические соединения и способствующий высвобождению фруктовой фракции тиолов.

Затем был проведен анализ реактивности штамма в разных условиях брожения: изменялись степень осветления сусле и температура. Эти два параметра оказывают большое влияние на продуцирование этим штаммом дрожжей тиоловых фруктовых ароматов. Предполагалось, что мутность сусле до некоторой степени определяет выход тиолов (предпочтительна низкая мутность), но она сказывается прежде всего на формировании ароматических компонентов при брожении.

Концентрация последних тем выше, чем больше осветлено сусле. Высокое содержание ароматических соединений увеличивает ольфактивную интенсивность и комплексность вина, не ослабляя при этом органолептическое восприятие характерных фруктовых ароматов тиолов.

Все это свидетельствует о некоей сенсорной синергии тиоловых соединений и высших эфиров.

Температура брожения имеет большое значение для выхода тиолов с фруктовыми ароматами, в рассматриваемых условиях, скорее всего, 14 °C благоприятнее, чем 18 °C, однако в других условиях и с другими штаммами дрожжей может быть иначе.

Влияние температуры брожения на образование высших эфиров дрожжами *IOC Révélation Thiol* сложнее. Одна группа эфиров, дающих фруктовые ароматы, активно формируется при низкой температуре, другая – при высокой.

Совершенно очевидно, что выбор температуры брожения при работе с этим штаммом будет определяться желаемым органолептическим профилем вина.

И наконец, вид азотного питания для дрожжей при спиртовом брожении, судя по всему, играет решающую роль. Так, по результатам проведенного эксперимента, требующим подтверждения, для повышения выхода тиолов и высших эфиров с фрук-

товыми ароматами предпочтительнее использование органической подкормки, не содержащей аммонийного азота.

Кроме того, от исследованных факторов может зависеть содержание и других ароматических соединений, которые нами не анализировались.

Если необходимо получить вино с высоким уровнем экспрессии тиоловых ароматов, то при выборе технологии спиртового брожения следует не только учитывать преобразование в летучие тиоловые соединения их предшественников, но и опираться на совокупность различных синергий и антагонизмов.

Например, повышенная мутность суслу или избыточное аммонийное питание на стадии роста дрожжей могут способствовать образованию нежелательных серосодержащих соединений, имеющих неприятные запахи, которые могут «маскировать» ароматы тиолов и сложных эфиров.

Библиографический список

1. Ferreira V., Ortín N., Escudero A., López R. & Cacho J. (2002). Chemical Characterization of the Aroma of Grenache Rosé Wines: Aroma Extract Dilution Analysis, Quantitative Determination and Sensory Reconstitution Studies. *J. Agric. Food Chem.*, 50 (14), 4048–4054.
2. Tominaga T., Peyrot des Gachons C., Dubourdieu D. (1998a) A new type of flavor precursors in *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc: S-Cysteine Conjugates. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 5215–5219.
3. Roland A., Vialaret J., Razungles A., Rigou P., Schneider R. (2010) Evolution of S-cysteinylated and S-glutathionylated thiol precursors during oxidation of Melon B. and Sauvignon blanc musts. *J. Agric. Food Chem.*, Apr. 14; 58 (7): 4406–13.
4. Schneider R., Charrier F., Razungles A., Baumes R. (2006). Evidence for an alternative biogenetic pathway leading to 3-mercaptohexanol and 4-mercapto-4-methylpentan-2-one in wines. *Anal. Chim. Acta*, 563 (1–2): 58–64.
5. Casalta E., Aguera E., Picou C., Rodriguez-Bencomo J. J., Salmon J. M., Sablayrolles J. M. (2010) A comparison of laboratory and pilot-scale fermentations in winemaking conditions. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 87 (5): 1665–73.
6. Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Ribéreau-Gayon P. et Sudraud P. *Sciences et techniques du vin. Traité d'oenologie*, Dunod – Paris, 1975.
7. Masneuf-Pomarede I., Mansour C., Murat M.L., Tominaga T., Dubourdieu D. (2006) Influence of fermentation temperature on volatile thiols concentrations in Sauvignon blanc wines. *Int. J. Food Microbiol.* 108 (3): 385–390.
8. Swiegers J. H., Francis I. L., Herderich M. J., Pretorius I. S., 2006 : Meeting consumer expectations through management in vineyard and winery – the

- choice of yeast for fermentation offers great potential to adjust the aroma of Sauvignon Blanc wine. *Wine industry journal*, 21, N 1, 34–42.
9. Pillet O., Silvano A., Cayla L., Masson G., 2011: Caractérisation des levures œnologiques – Températures de fermentation alcoolique et vins rosés: jusqu'où chercher les frigories? – Incidence sur le profil aromatique. *Revue Française d'œnologie*.
 10. Beltran G., Novo M., Leberre V., Sokol S., Labourdette D., Guillamon J.M., Mas A., François J., Rozes N. (2006) Integration of transcriptomic and metabolic analyses for understanding the global responses of low-temperature winemaking fermentations. *FEMS Yeast Research*, 2006 Dec., 6 (8): 1167–1183.
 11. Saerens S. M., Delvaux F., Verstrepen K. J., Van Dijk P., Thevelein J. M., Delvaux F. R., 2008 : Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. *Appl. and environmental microbiology*, 74, N 2: 454–461.
 12. Sapis J. C., Delteil D., Feuillat M., Guilloux-Benatier M., 1998. Les vins blancs secs. in FLANZY C., 1998. *Œnologie*, 17.2, 727–728.
 13. Beumes R. et Schneider R., 2009. Arômes. in FLANZY C., MASSON G., MILLO F., 2009. *Le Vin Rosé*, 73–79.
 14. Molina A. M., Swiegers J. H., Varela C., Pretorius I. S., Agosin E. (2007) Influence of wine fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 77: 675–687.
 15. Subileau M., Salmon J.-M., Schneider R., Degryse E., 2008. Precursor uptake modulates the production of aromatic thiols during fermentation. *FEMS Yeast Res*, 8, 771–780.



Оборудование для производства продуктов питания, изготовления соков, напитков, молочных и других жидких продуктов

Технологический консалтинг

Проектирование

Монтаж и трубная обвязка

Электромонтаж

Автоматизация технологических процессов

- Промышленная водоподготовка
- Станции мойки СИП
- Оборудование для приемки и хранения сырья
- Установки деаэрации
- Станции растворения сахара и компонентов
- Смесительные установки
- Пастеризаторы
- Системы карбонизации

Реклама

Институт энологии Шампани

www.ioc.eu.com



Institut oenologique de Champagne ZI de Mardeuil – Route de Cumi ère 51200 Epernay – France

Энолог-консультант IOC в странах Восточной Европы и Австрии Аврора Жёди:
tel.: +33 676 397 441; e-mail: ajeudy@ioc.eu.com

Москва, ООО «Эносервис», контактное лицо – Маргарита Панкратова
Тел.: +7 (499) 709-62-24, +7 (926) 906-01-40; e-mail: iocrussia@mail.ru



ООО «Руланд Москва»
Открытое ш., 14, оф. 2-9
107370, Москва
+7 495 603-16-17