

selected from nature

LALLEMAND

WINEMAKING UPDATE

Создание ароматического профиля вин с помощью управления диацетилом

Кроме своей непосредственной функции биологического кислотопонижения вин, молочнокислые бактерии влияют на аромат и вкус с помощью нескольких механизмов, включая накопление летучих компонентов, получаемых из винограда или продуктов метаболизма дрожжей. Для вина один из этих летучих компонентов – диацетил – имеет важное стилистическое значение. Этот дикетон, также известный как 2,3-бутандион, ассоциируется со «сливочными» нотками вин и образуется как промежуточный продукт метаболизма в редуktивном декарбоксилировании пирувата до 2,3-бутандиола (Рис. 1). Образование и разложение диацетила тесно связано с развитием молочнокислых бактерий *Oenococcus oeni* и метаболизмом сахара, яблочной и лимонной кислоты. Дрожжи также могут синтезировать диацетил во время алкогольного брожения (АБ). Однако большая часть диацетила впоследствии метаболизируется до ацетона и 2,3-бутандиола. В этом выпуске *Winemaking Update* представлен обзор технологических приемов и новейших научных открытий, которые помогают модулировать содержание диацетила в вине благодаря яблочно-молочнокислому брожению (ЯМБ).

1. Я чувствую сливочный запах?

В малых концентрациях диацетил – как и его комбинации с другими ароматобразующими соединениями вина – формирует дрожжевые, ореховые, хлебные тона (Peunaud 1947 and Etievant 1991). В большом количестве диацетил привносит сливочные тона, ассоциирующиеся с молоком. Доказано, что пороговая концентрация диацетила сильно зависит от стиля и типа вина и варьируется в пределах 0,2 мг/л (Шардоне) – 0,9 мг/л (Пино Нуар) – 2,8 мг/л (Каберне Совиньон) (Rankine et al. 1969 and Martineau et al. 1995). В высоких концентрациях (превышающих 5-7 мг/л) диацетил расценивается потребителями как нежелательный тон, а в концентрации 1-4 мг/л (и в зависимости от стиля и типа вина) он, как считается, привносит желаемые нотки сливок и ириса (Rankine et al. 1969 and Davis et al. 1985).

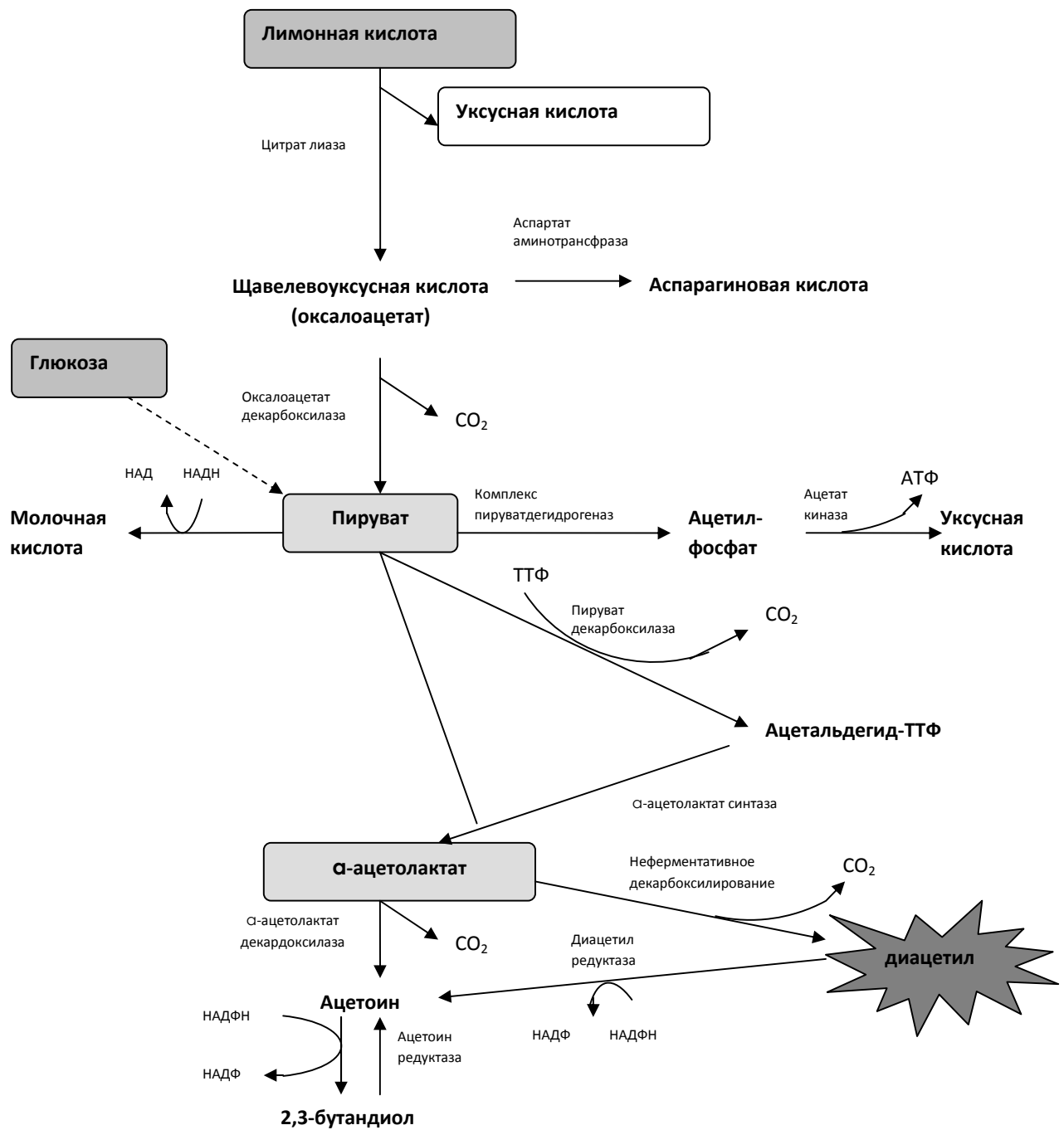


Рис. 1. Путь метаболизма лимонной кислоты бактериями *Oenococcus oeni*. Eveline Bartowsky, Ramos и др. 1995).

2. Управление содержанием диацетила в вине

Некоторые виноделы управляют содержанием диацетила в вине и благодаря этому приходят к желаемому стилю вина. Bartowsky и Henschke (2004) представили факторы виноделия, которые имеют влияние на содержание диацетила.

2.1. Количество бактерий и период внесения влияет на начало и завершение ЯМБ. Наблюдалось, что небольшое количество внесенных бактерий (10^4 - 10^5 КОЕ/мл) может привести к более высокой аккумуляции диацетила в вине, вплоть до восьмикратного увеличения.

2.2. Трансформация α -ацетолактата в диацетил – это неферментативная декарбоксиляция, которая стимулируется присутствием кислорода. Испытания, проведенные Nielson и Richelieu (1999), свидетельствуют о том, что количество диацетила, который аккумулируется в вине, лежит в широком диапазоне, с образованием 2 мг/л в анаэробных условиях и 12 мг/л в полу-аэробных.

2.3. Большинство штаммов *O. Oeni* могут метаболизировать лимонную кислоту в процессе ЯМБ. Метаболизм лимонной кислоты очень сильно зависит от штамма и является «родственником» преобразования яблочной кислоты, следовательно, потребление лимонной кислоты не начнется до истощения яблочной. Высший пик концентрации диацетила в основном коррелируется с повышенной концентрацией лимонной кислоты.

2.4. Если ЯМБ протекает при относительно низких температурах (18°C вместо 25°C) то скорость его значительно уменьшается, однако вино лучше аккумулирует диацетил.

2.5. SO₂ может вступать в обратимые реакции взаимодействия с диацетилом. В присутствии SO₂ диацетил окисляется, и концентрация несвязанного диацетила падает. Однако как только содержание SO₂ уменьшается, что, к примеру, наблюдается во время выдержки, уровень свободного диацетила опять возрастает, вместе с этим возрастает и его органолептическое значение.

3. Выбор молочнокислых бактерий для дополнительной инокуляции

Если ЯМБ желательна, молочнокислые бактерии являются важной точкой контроля для влияния на конечную концентрацию диацетила. Образование и разложение диацетила тесно связано с развитием молочнокислых бактерий *O. oeni* и метаболизмом сахара, яблочной и

лимонной кислоты. Определенные штаммы молочнокислых бактерий (Рис. 2), как показали наблюдения, способны накапливать большее остаточное количество диацетила в вине, чем остальные штаммы, преимущественно в случае дополнительной инокуляции для ЯМБ. В исследованиях, проведенных в Австралийском Исследовательском Институте Вина (AWRI) Bartowsky (2010) на Каберне Совиньоне из Южной Австралии показано, что определенные молочнокислые бактерии производят разные концентрации диацетила во время дополнительной инокуляции (Рис. 2). Установлено, что чем позже *O. oeni* используют лимонную кислоту во время ЯМБ, тем меньше диацетила они производят (Рис.3)

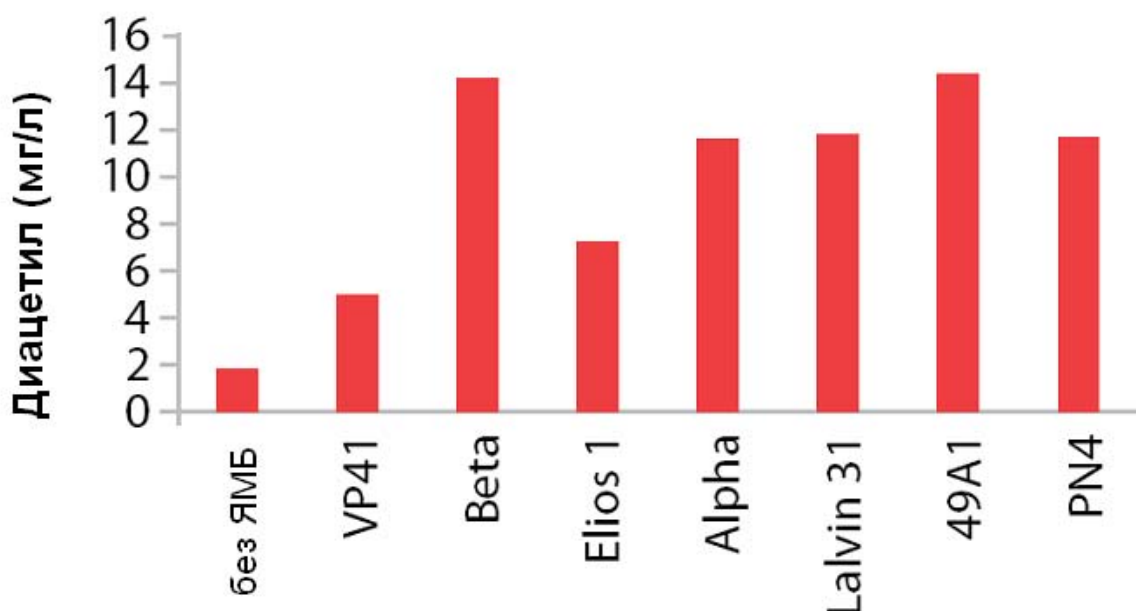


Рис. 2. Концентрация диацетила в винах из Каберне Совиньона из Аделаид Хиллс, Австралия, в которых прошло дополнительное ЯМБ на разных селекционированных молочнокислых бактериях

4. Насколько важна возможность потребления лимонной кислоты?

Некоторые штаммы молочнокислых бактерий называют «цитратнегативными». Считалось, что они лишены возможности производить диацетил, так как диацетил является побочным продуктом деградации лимонной кислоты через пируват и α -ацетолактат (Рис.1). Однако это не единственный механизм образования, так как пируват является промежуточным метаболитом, который также образуется в процессе метаболизма глюкозы в сусле. В исследования Шардоне из Бадена (Германии) мы сравнили накопление диацетила разными селекционированными молочнокислыми бактериями. Мы убедились, что концентрация

зависит от штамма, применяемого для дополнительной инокуляции (см. раздел 3), но ничто не указывает на то, что цитратнегативность приводит к существенному уменьшению уровня диацетила. Оба цитратнегативных штамма вели себя так, как и штаммы VP41 и PN4, которые являются цитратположительными и считаются слабыми и средними продуцентами диацетила (данные доступны по запросу).

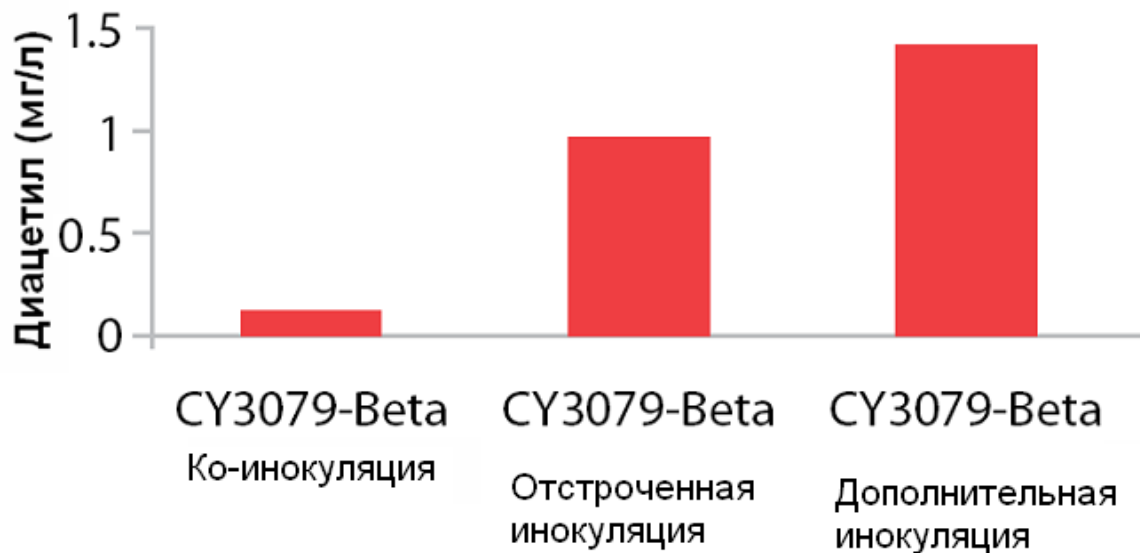


Рис. 3. Накопление диацетила в Шардоне 2010 (Долина Луары) в зависимости от момента внесения молочнокислых бактерий

5. Ко-инокуляция как инструмент уменьшения содержания диацетила

Ко-инокуляция вина селекционированными дрожжами и молочнокислыми бактериями также имеет важное стилистическое значение с точки зрения накопления диацетила. Использовать или не использовать ко-инокуляцию для ЯМБ – вот возможно самое важное решение на этой стадии производства вина. Ко-инокуляция дрожжами и молочнокислыми бактериями (инокуляция молочнокислыми бактериями через 24 часа после внесения дрожжей) позволяет провести акклиматизацию молочнокислых бактерий во время АБ и раннее начало деградации яблочной кислоты ближе к завершению АБ или непосредственно после него, пока дрожжевые клетки все ещё живы. В таких восстановительных условиях, создаваемых дрожжевыми клетками, которые потребляют часть доступного кислорода, диацетил

моментально восстанавливается до ацетоина, затем – до 2,3-бутандиола, который имеет незначительное влияние на органолептику. В случае ко-инокуляции мы также получаем раннюю стабилизацию вина. В этом случае потребляется меньше лимонной кислоты и, следовательно, количество диацетила тоже меньше. Наши исследования показали, что ко-инокуляция часто приводит к формированию «фруктовости» вина, в отличии от молочности, сливочности или ореховости, которые возникают в случае начала ЯМБ после завершения АБ. К примеру, (Рис. 3) Beta вырабатывает меньше диацетила при ко-инокуляции (48 часов), чем при отсроченной инокуляции (2/3 АБ) или дополнительной инокуляции (после АБ). Влияние штаммов молочнокислых бактерий не так существенно при ко-инокуляции: во всех вина, произведенных с этим технологическим приемом и разными молочнокислыми бактериями, уровень диацетила был остаточоно низок.

6. Рекомендации

Рекомендации, представленные в Табл.2, обобщают технологические решения, с помощью которых можно моделировать содержание диацетила в вине.

Табл.1. Влияние разных молочнокислых бактерий на накопление диацетила

MT01	VP41	Elios 1	Alpha	Lalvin 31	PN4	Beta
Стандартно подготовленная культура	Очень низкое потребление лимонной кислоты. Цитрат	Позднее потребление лимонной кислоты, в конце ЯМБ.	Среднее потребление лимонной кислоты во время ЯМБ.	Среднее потребление лимонной кислоты во время ЯМБ.	Раннее потребление лимонной кислоты (середина ЯМБ)	Очень раннее потребление лимонной кислоты (начало/середина ЯМБ)
Накопление диацетила отсутствует	потребляется только после истощения яблочной кислоты. Очень низкое накопление диацетила	Низкое накопление диацетила	Среднее накопление диацетила	Среднее накопление диацетила	Среднее накопление диацетила	Высокое накопление диацетила при дополнительной инокуляции

Табл. 2. Моделирование содержания диацетила в вине

Сливочные ароматы	Фруктовый стиль
Дополнительная инокуляция бактериями Beta, PN4	Ко-инокуляция бактериями Beta, Alpha, VP41, нового селекционированного штамма (скоро будет доступен)
Максимально устранить дрожжевой осадок	Дополнительная инокуляция бактериями Lalvin 31, VP41, нового селекционированного штамма (скоро будет доступен)
Понизить температуру во время ЯМБ	Температура во время АБ/ЯМБ 18-20°C Выдержка на дрожжах
Быстрая стабилизация SO ₂ после завершения ЯМБ	Отсроченное сульфитирование (минимум 1 неделя)

Выводы

Многие факторы влияют на содержание диацетила в вине и, соответственно, на сливочные тона вина. Чтобы моделировать вклад этих тонов в аромат правильно, можно предусмотреть несколько технологических приемов. Двумя самыми важными факторами являются выбор молочнокислых бактерий для ЯМБ и момент их внесения (инокуляции). Наша программа характеристики молочнокислых бактерий по диацетилу позволяет лучше понимать, какие молочнокислые бактерии следует рекомендовать для влияния на накопление желаемых соединений. При дополнительной инокуляции некоторые штаммы молочнокислых бактерий (к примеру, VP41 и Lalvin 31) являются слабыми продуцентами, в то же время PN4 и Beta – очень сильными. Момент инокуляции бактериями очень важен, так как ко-инокуляция всегда приводит к более низкому уровню диацетила в вине, настолько низкому, что мы можем предложить получать низкодиацетильные вина при помощи ко-инокуляции. Чтобы выбрать необходимые молочнокислые бактерии и уместную процедуру их использования для Вашего вина, пожалуйста, свяжитесь с представителем Lallemand.

Список использованных литературных источников доступен по запросу. По материалам пресс-релизов корпорации Lallemand. Перевод © Скорченко Мария, Биомастер ООО, 2012.