

# Влияние кислорода на кинетику вторичного брожения в производстве игристых вин

О.В. Шальнов

Единого мнения о роли кислорода в сложении качественных особенностей игристых вин до сих пор не имеется. Одни ученые считают, что кислород необходим даже при выдержке вин, т.к. без кислорода не происходит ни созревание, ни старение, т.е. в отсутствии кислорода вино сохраняет свою молодость. Другие считают, что малейшая аэрация вина приводит к окислению букетистых веществ и ухудшению органолептических показателей [1]. Охременко Н. С. [3] считает, что при закладке тиража тиражная смесь должна содержать кислород для нормального размножения дрожжей. Веселов И.Я. [58] экспериментально установил, что дрожжи могут размножаться и в отсутствии кислорода. По данным Родопуло А.К. [1] избыток кислорода в вине приводит к образованию перекисей, которые окисляют в первую очередь ненасыщенные соединения: диоксифумаровую, аскорбиновую кислоты, терпены, карбонильные и другие соединения, участвующие в образовании букета. В связи с чем, автором в соавторстве с другими учеными было предложено проводить обескислороживание купажа перед приготовлением бродильной смеси, поступающей на вторичное брожение.

Большая работа была проведена С.П. Авакянцем [2] по исследованию направленности биохимических процессов при наличии кислорода в вине и в анаэробных условиях. Обобщая полученные результаты исследований, автор констатирует, что кислородный режим существенно изменяет направленность биохимических процессов в первой стадии вторичного брожения, во второй половине брожения и особенно при выдержке игристого вина, на дрожжах различия нивелируются.

По данным автора игристое вино, полученное в анаэробных условиях, более зрелое; в игристом вине, при изготовлении которого использовалась бродильная смесь, содержащая кислород, было более легким, в нем чувствовался аромат брожения и цветочные тона.

Представляло интерес сравнить влияние различных доз кислорода в вине и в анаэробном режиме на процессы размножения дрожжевых клеток, кинетику вторичного брожения и протекающие при этом биохимические процессы.

С этой целью было поставлено пять вариантов опытов, различающихся между собой дозой вносимого кислорода и концентрацией дрожжевых клеток. Концентрация дрожжевых клеток в первых четырех вариантах находилась на уровне 3 млн/ , а в пятом варианте 1 млн/ . Содержание кислорода в бродильной смеси до постановки опыта в первом варианте - 0 мг/ , во втором и пятом – 1,75 мг/ , в третьем – 3,2 мг/ , в четвертом – 5,8 мг/ . Дрожжевые клетки в бродильной смеси, поступающей на брожение, находились в хорошем физиологическом состоянии (таблица 8), процент почкующихся составлял 23,3%, живых 75%. Процент угнетенных был незначителен – 1,7%.

Из приведенных данных (таблица 8) видно, что независимо от доз кислорода в бродильной смеси, размножение дрожжевых клеток наблюдалось во всех образцах. Однако количество их разнится значительно. В образцах первого варианта опытов (в анаэробных условиях) прирост ферментных клеток был незначителен. За весь период вторичного брожения прирост дрожжевых клеток в анаэробных условиях составлял 2,0 млн/ . Основной процесс размножения дрожжей происходил в первые 15 суток вторичного брожения.

В образцах 3-его варианта процесс размножения дрожжей интенсивно протекал уже в первые четыре дня. Прирост дрожжевой массы за этот период составлял 3,9 млн/ . Необходимо отметить, что в образцах 2,3,4 и 5 варианта в присутствии кислорода размножение дрожжей наблюдалось на

---

протяжении всего периода вторичного брожения, однако концентрация дрожжевых клеток различалась заметно. В образцах третьего варианта концентрация дрожжевых клеток в среде составляла 9,9млн/ , т.е. прирост дрожжевых клеток составлял 6,9млн/ с их первоначальной концентрацией в бродильной смеси. Концентрация кислорода в бродильной смеси оказывает значительное влияние на физиологическое состояние дрожжей. В начальный момент, до 11 суток во всех образцах, кроме 4-ого в зависимости от содержания кислорода в бродильной смеси, наблюдается рост почкующихся дрожжевых клеток, а затем их спад. В 4-ом варианте, с содержанием кислорода 5,8 мл/ с четвертых суток брожения наблюдалось уменьшение количества почкующихся дрожжевых клеток. Чем меньше кислорода в бродильной смеси, тем быстрее в среде появляются угнетенные дрожжевые клетки. Так, на 11-ые сутки брожения в первом варианте угнетенных дрожжевых клеток обнаруживалось в 2-2,5 раза больше, чем в образцах брожения, в которых вторичное брожение протекало в присутствии

В 5-ом варианте опытов, с содержанием кислорода 1,75 мг/ и начальным содержанием дрожжевых клеток 1 млн/ , прирост давления составил 320 кПа на 36 сутки брожения. Значительное влияние на направление технологического процесса при вторичном брожении оказывает величина ОВ-потенциала, являющаяся показателем окислительно-восстановительной способности вина и характеризующая направленность ОВ-процессов, протекающих в них. ОВ-потенциал является исключительно важным показателем игристого вина, отражающим характер процессов, протекающих в нем на различных стадиях его развития, и зависит от наличия в вине окислительно-восстановительных систем. Чем больше восстановленных систем в шампанизируемом вине, тем выше качество игристого вина.

Результаты исследований, представленные в таблице 9, показывают, что величина ОВ-потенциала бродильной смеси, поступающей на вторичное брожение довольно низкая – 210 мв. В первые 4 дня брожения во всех образцах наблюдается снижение величина ОВ-потенциала, в среднем на 100мв. На 11-15 сутки вторичного брожения отмечается некоторый рост величина ОВ-потенциала. Видимо, это связано с тем, что в этот период в вине накапливаются альдегиды, являющиеся одним из показателей окислительных процессов. В последующие дни вторичного брожения в вине начинают накапливаться вещества, обладающие восстановительными свойствами, вследствие чего величин ОВ-потенциала снижается на 70-90мв.

При вторичном брожении в аэробных условиях накапливаются более высокие количества ацетальдегида. Основное накопление их приходится на 7-11 сутки (120-130 мг/ ), т.е. наибольшее образование альдегидов происходит в периоде интенсивного брожения. В процессе вторичного брожения в анаэробных условиях в вине ниже концентрация альдегидов, чем при наличии кислорода. Максимальное накопление альдегидов происходит на 3-7 сутки брожения (77 мг/ ).

К концу вторичного брожения на 36 сутки концентрация ацетальдегида снижается за счет протекания восстановительных процессов на 61 мг/ по сравнению с их исходным количеством в бродильной смеси. В образцах 2 и 3-его вариантов концентрация альдегидов к концу брожения находилась на уровне бродильной смеси, а в образцах 4 и 5-ого вариантов не достигала величины ацетальдегида в бродильной смеси.

Таким образом, можно отметить, что накопление ацетальдегида в бродильной смеси при вторичном брожении происходит как при доступе кислорода, так и без него, но в меньших количествах.

В период вторичного брожения дрожжи потребляют значительную часть азотистых веществ, в том числе аминного азота. Как показывают данные, представленные в таблице 9, содержание аминного азота уменьшалось в образце первого и пятого вариантов. В анаэробных условиях брожения содержание аминного азота возрастало уже на 7-ые сутки. В образцах 2,3,4 и 5 вариантов рост аминного азота наблюдали после 11 суток брожения. Дрожжевые клетки в этот период начинают угнетаться, в результате чего дрожжи начинают выделять азотистые вещества в среду.

---

Обобщая в целом результаты исследований можно заключить следующее – кислородный режим вторичного брожения оказывает существенное влияние на физиологическое состояние дрожжевых клеток и их размножение. Вторичное брожение в анаэробных условиях тормозит размножение дрожжей и приводит к более быстрому старению клеток по сравнению с дрожжевыми клетками в образцах, содержащих кислород. Ассимиляция кислорода размножающимися клетками дрожжей закончилась на 4-ые сутки брожения. Вторичное брожение наиболее интенсивно протекало в образцах 2,3 и 4-го вариантов в присутствии кислорода.

Наибольшее влияние кислород оказал на окислительно-восстановительные системы вина. При вторичном брожении в аэробных условиях накапливалось более высокое количество ацетальдегида. После полного потребления кислорода дрожжами, концентрация альдегидов снижается.

В начальный период вторичного брожения, размножающиеся дрожжевые клетки, потребляют аминный азот, к концу вторичного брожения содержание аминного азота возрастает в связи с переходом этого компонента из угнетенных клеток дрожжей в вино.

Таким образом, можно заключить, что основополагающую роль в процессах вторичного брожения и последующих биохимических превращениях при производстве игристых вин играют дрожжи. Активность дрожжей тесно связано с состоянием клеток и направленностью в них биохимических процессов, осуществляемых ферментными системами.

#### **Список источников**

1. Родопуло А.К. Биохимия шампанского производства. М.: Пищепромиздат, 1975г. 352 с.
2. Авакянц С.П. Биохимические основы технологии шампанского. М.: Пищевая промышленность, 1980г., 351с.
3. Охременко Н.С. Бутылочный способ приготовления высокосахаристых игристых вин. Биохимия вина, 1950, сб. 3, с. 236.