

Л. И. КОМАРОВА, Г. П. МОВСЕСЯН, Х. Г. БАРИКЯН

ПЕРЕМЕШИВАНИЕ КАК ФАКТОР, УСКОРЯЮЩИЙ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ВИНОДЕЛИИ

Скорость диффузии веществ является фактором, лимитирующим скорость химических процессов, вызываемых микроорганизмами [3, 4, 5].

В силу этого перед технической микробиологией встает ответственная задача разработать методы усиления диффузии, обеспечивающие бесперебойный подвод питательных веществ к дрожжевым клеткам и систематический отвод перерабатываемых ими веществ.

Приемы, усиливающие диффузию в микробиологических процессах, могут быть различными в зависимости от характера процесса.

В процессах, сопровождающихся естественной конвекцией для усиления диффузии, целесообразно повышать скорость газообразования. В процессах же, где не происходит естественной конвекции (для усиления диффузии) необходимо применять искусственное перемешивание.

Задачей настоящей работы было установление сравнительного действия перемешивания на ход микробиологических процессов, применяемых в виноделии.

Методика. Хересизация вина производилась хересными дрожжами *Saccharomyces ellipsoideus cheresanus* 20/96, выделенными Н. Ф. Саенко. Сбраживание сусла проводилось дрожжами штамма „Воскеат 103“ того же вида *Saccharomyces ellipsoideus*, выделенным Г. П. Мовсесяном [6].

Для установления сравнительного действия перемешивания на скорость сбраживания сахара и на скорость процесса хересизации, в виноградное сусло и в вино, разлитое в колбы по 100 мл, вносилось одинаковое количество одних и тех же дрожжей.

Для усиления диффузии применялось перемешивание, осуществляемое электрической мешалкой. В ряде опытов колбы помещались на качалку. Все опыты проводились при температуре 20°C.

Сахар в сусле и вине определялся по методу Бертрана. Спирт определялся пикнометрическим методом и методом Мартена. Титруемая кислотность—путем титрования 10 мл среды 0,1N раствором NaOH с фенолфталеином. Кислотность среды выражалась в граммах винной кислоты в литре. Содержание в среде летучих кислот определялось полумикрометодом. Для этого бралось 10 мл вина и отгонялось с паром 120—150 мл дестиллята, который целиком оттитровывался 0,1 N раствором NaOH. Расчет производился на уксусную кислоту. Содержание альдегидов и ацеталей в вине определялось иодометрическим методом [8].

Подсчет клеток дрожжей производился в камере Тома, чашечным методом. Сухой вес дрожжей определялся путем отфильтрования 50 мл бражки на предварительно взвешенных стеклянных фильтрах № 4. Осадок дрожжей промывался водой и высушивался до постоянного веса при 100—105° и пересчитывался в г на 100 мл среды.

Применение перемешивания в первичном виноделии. В первичном виноделии обычно для сбраживания виноградного сусла, происходящего при температуре 20—25°C, требуется около 15 дней, после чего это сусло до первой переливки оставляется для дображивания и формирования.

Применение перемешивания может значительно сократить срок брожения в виноградном сусле. Так, при периодическом перемешивании сбраживание сахара в виноградном сусле осуществляется за 2—3 дня (табл. 1).

Таблица 1

Влияние периодического перемешивания на скорость сбраживания сахара в виноградном сусле

№ опытов	Содержание сахара в г на 100 мл				Содержание спирта в объем, %
	в начале опыта	дни брожения			
		1 день	2 день	3 день	
1	22,8	13,3	0,15	—	12,0
2	23,4	15,0	3,0	0,25	12,1
3	22,6	15,4	1,73	следы	11,8
Контроль	23,4	22,6	20,9	15,2	4,3

Подсчеты дрожжевых клеток показали, что при периодическом перемешивании размножение клеток происходит значительно скорее, чем при сбраживании виноградного сусла, находящегося в покое (табл. 2).

Таблица 2

Влияние периодического перемешивания на скорость брожения и скорость размножения дрожжей

Условия культивирования	Количество дрожжей в %	CO ₂ г на 100 мл		Количество клеток через 2 дня в мин в 1 мл
		дни брожения		
		1 день	2 день	
В покое	2,0	1,2	3,4	92
При перемешивании . . .	2,0	2,7	6,9	160

Наличие в среде твердых частиц (в мязге) заметно ускоряет спиртовое брожение (табл. 3), что также объясняется усилением диффузии, т. к. дрожжевые клетки, расположенные на взвешенных в среде части-

Таблица 3

Влияние твердых частиц на скорость брожения

Среда	Количество дрожжей в закваске в %	CO ₂ в г на 100 мл		В конце опыта		
		дни брожения		спирт в г на 100 мл	несбраженный сахар в г на 100 мл	количество дрожжей в мин в 1 мл
		1 день	2 день			
Прозрачное сусло	2,0	1,0	4,0	4,3	12,4	60
Сусло с мязгой	2,0	3,0	7,8	8,0	6,1	157

цах, обильнее омываются питательной средой, несущей к клеткам все необходимые для жизни вещества. Это позволяет говорить о целесообразном проведении брожения сусел с мязгой при производстве некоторых белых вин, что не только ускоряет спиртовое брожение, но и обогащает вино ароматическими веществами, улучшая его букет и вкус.

Кроме искусственных приемов, какими являются механическое перемешивание и введение в среду твердых частиц, для усиления диффузии в спиртовом брожении можно применять методы, основанные на ускорении естественной конвекции. Возникающая естественная конвекция в результате выделения газообразных продуктов в среде является важным фактором, усиливающим диффузию спиртового брожения. При этом нужно отметить, что естественная конвекция может способствовать не только более быстрой доставке к клетке питательных веществ, находящихся в среде, но и кислорода, который поглощается клетками из атмосферы, поднимаясь на поверхность среды вместе с током жидкости [2]. Все это говорит о том, что естественная конвекция способствует диффузии всех необходимых для жизни веществ, находящихся как в питательной жидкости, так и в окружающей атмосфере.

Наиболее простым способом, обеспечивающим усиление естественной конвекции, является увеличение количества дрожжей.

Действительно, при увеличении количества дрожжей, скорость разложения сахара на спирт и углекислоту возрастает, в силу чего возрастает и скорость естественной конвекции (табл. 4).

Опыты показали, что при внесении 2% дрожжей в качестве закваски за первые 10 час. скорость брожения при периодическом перемешивании возрастает в 8 раз. За этот же период при внесении 6% дрожжей скорость брожения при периодическом перемешивании возрастает в 15 раз (табл. 4). Несмотря на то, что начальная скорость брожения выше при внесении большого процента дрожжей, однако при дальнейшем перемешивании эта разница быстро сглаживается. Так, через 32 часа при внесении 2% дрожжей скорость брожения при периодическом перемешивании возрастает в 2,1 раза, а при внесении 6% дрожжей в 1,4 раза.

Как известно, повышение температуры среды до оптимальной также способствует усилению естественной конвекции. Поэтому периодиче-

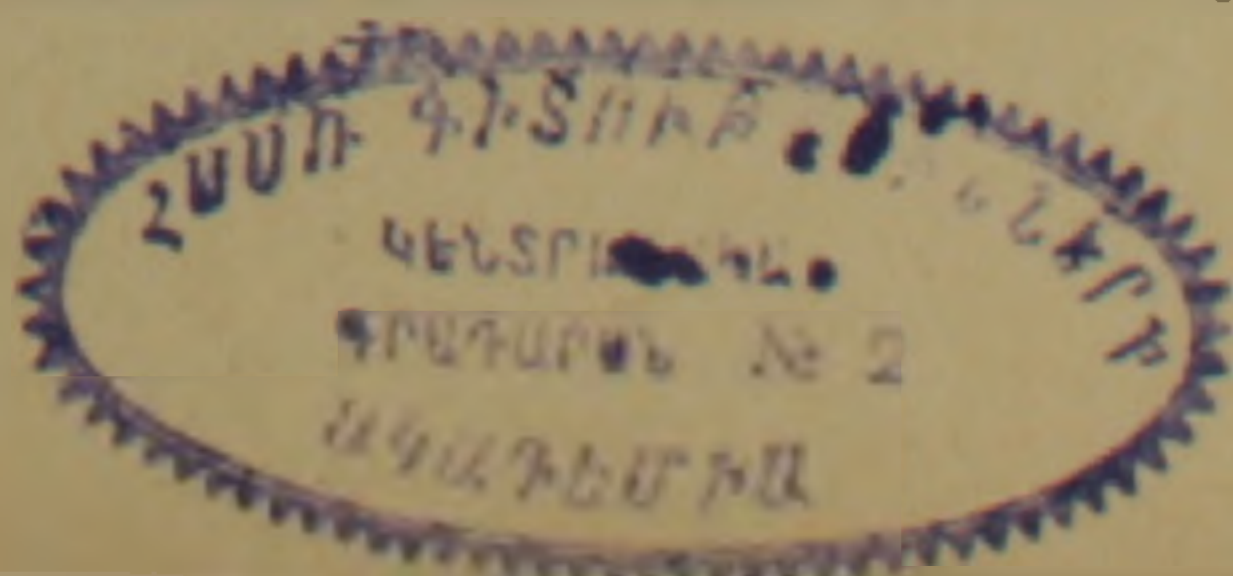


Таблица 4

Влияние периодического перемешивания на брожение при различном количестве дрожжей

Условия культивирования	Количество культуры в %	СО ₂ г на 100 мл			В конце опыта	
		часы брожения			спирт в г на 100 мл	количество дрожжей в млн в 1 мл
		10	32	48		
В покое	2	0,1	2,4	3,58	3,55	90
При перемешивании . . .	2	0,8	5,06	7,29	7,35	170
В покое	6	0,5	4,0	4,45	4,30	115
При перемешивании . . .	6	7,5	5,6	7,08	7,95	182

ское перемешивание дает особенно большой эффект при сбраживании сусла при пониженной температуре, когда скорость естественной конвекции не велика и диффузия ослаблена. Нужно также иметь в виду и то обстоятельство, что при культивировании дрожжей на сусле происходит сильное размножение клеток, при котором поверхность соприкосновения клеток со средой возрастает и диффузия усиливается.

Все это говорит о том, что видимое ускорение брожения при повышении температуры среды до оптимальной нельзя относить целиком за счет специфического действия температуры. При этом, как мы видим, немаловажную роль играет повышение концентрации реагирующих веществ за счет конвекции и увеличения количества дрожжей.

Сравнительное действие перемешивания на скорость брожения и на скорость хересизации. Превращение спирта в уксусный альдегид является одним из основных реакций хересизации. Эта реакция, вызываемая хересными дрожжами, протекает без выделения заметных количеств газообразных продуктов, в силу чего диффузия веществ в среде протекает крайне медленно и накопление в вине необходимого количества альдегидов и ацеталей заканчивается лишь через 6—9 мес. (после пленкования). При усилении диффузии скорость хересизации, протекающей в условиях погруженной аэрируемой культуры, значительно возрастает [7]. Так, опыты Х. Г. Барикян [1], проведенные при разработке ускоренного метода производства хереса, показали, что в инокуляторе с пропеллером, где диффузия происходит быстро, процесс хересизации заканчивается в значительно более короткий срок.

Для того, чтобы выявить, в какой степени усиление диффузии может ускорить микробиологические процессы, применяемые в виноделии, были проведены следующие опыты. В часть сосудов помещалось виноградное сусло, в остальные наливалось вино. Сусло и вино заражалось одним и тем же количеством хересных дрожжей. При этом часть колб оставлялась в покое, а остальные помещались на качалку. Через 2 дня содержимое колб подвергалось анализу. При этом выявилось, что скорость превращения сахара в спирт, сопровождающаяся интенсивной

естественной конвекцией, возрастает при периодическом перемешивании примерно в 1,5—2 раза (табл. 5).

Т а б л и ц а 5
Влияние периодического перемешивания на скорость брожения
(двухдневное культивирование)

Условия культивирования	Количество клеток в начале опыта в миллион в 1 мл	Спирт в г на 100 мл	Количество дрожжей в млн в 1 мл в конце опыта
В покое	2,5	2,85	98,0
При перемешивании . .	2,5	5,0	129,0

Скорость процесса хересизации, протекающего без конвекции, также возрастает при перемешивании (табл. 6).

Т а б л и ц а 6
Влияние перемешивания на скорость хересизации
(двухдневное культивирование. Начальное количество дрожжей 2,5 млн в 1 мл).

Условия культивирования	Спирт в г на 100 мл	Альдегид в г на л	Ацеталь в г на л
Контроль (вино без дрожжей)	15,8	275,0	29,5
В покое	15,8	275,2	29,5
При перемешивании . .	15,0	350,5	97,5

Из таблицы видно, что при культивировании дрожжей в покое в течение двух дней концентрация альдегида в вине возрастает лишь на 0,2 г на литр, в то время как при перемешивании концентрация альдегида возрастает на 75,3 г на литр.

В виду того, что в данном вине, подвергавшемся обработке, первоначально содержалось уже довольно большое количество альдегидов, в дальнейшем было использовано другое вино, содержащее меньшее количество альдегидов. Перемешивание и в этом случае дало исключительно большой эффект, повышая скорость образования альдегидов и ацеталей (табл. 7).

Т а б л и ц а 7
Ускорение хересизации при перемешивании
(двухдневное культивирование).

Условия культивирования	Альдегид в г на л	Ацеталь в г на л
Контроль (вино без дрожжей)	72,6	20,06
В покое	72,8	20,06
При перемешивании	400,4	61,50

Заложенные в более крупных масштабах опыты (в количестве 50, 100, 200 л.) показали, что полученное при такой обработке вино приобретает характерные свойства хереса.

2. Усиливая диффузию перемешиванием, можно значительно сократить срок брожения.

3. Скорость брожения при периодическом перемешивании возрастает в 1,5—3 раза, на основании чего можно говорить о целесообразности применения перемешивания в первичном виноделии.

4. Естественная конвекция, возникающая при брожении в результате выделения газообразных продуктов, способствует диффузии.

5. Наибольший эффект перемешивание дает в процессах, протекающих без выделения газообразных продуктов, где естественная конвекция отсутствует и диффузия ослаблена.

6. Процесс хересизации, не сопровождающийся естественной конвекцией, значительно ускоряется при перемешивании.

Армянский институт виноделия, виноградарства
и плодоводства

Поступило 12.X 1963 г.

Լ. Ի. ԿՈՄԱՐՈՎԱ, Գ. Պ. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ, Խ. Գ. ԲԱՐԻՅԱՆ

ԹԱՓԱՀԱՐՈՒՄԸ ԴԻՖԴՈԶԻԱԿԱՆ ՄԵԶ՝ ՈՐՊԵՍ ԲԻՈԲԻՄԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐՆ ԱՐԱԴԱՑՆՈՂ ԴՈՐԾՈՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Նյութերի դիֆուզիայի արագությունը միկրոօրգանիզմների առաջացրած քիմիական պրոցեսների արագությունը կանոնավորող գործոն է:

Այդ նպատակով էլ տեխնիկական միկրոբիոլոգիայի առջև խնդիր է դրված մշակել դիֆուզիայի արագացման մեթոդներ, որոնք ապահովեն սննդանյութերի անընդմեջ հոսքը դեպի շաքարասնկային բջիջները և նրանց առաջացրած նյութերի հեռացումը:

Ներկա աշխատության նպատակն է եղալ ճշտել թափահարման համեմատական ազդեցությունը խաղողահյութի խմորման և գինու խերեսացման պրոցեսի վրա:

Ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս հանգելու հետևյալ եզրակացություններին.

1. Խմորման ընթացքում թափահարումը մեծ դեր է խաղում՝ նպաստելով այդ պրոցեսին մասնակցող կոմպոնենտների շփմանը:

2. Թափահարման միջոցով, դիֆուզիայի արագացմամբ, կարելի է կրճատել խմորման տևողությունը:

3. Անընդմեջ թափահարման դեպքում խմորման պրոցեսը 1,5—3 անգամ արագանում է:

4. Բնական կոնվեկցիան, որն արդյունք է խմորման պրոցեսում առաջացող գազանման նյութերի, նպաստում է դիֆուզիային:

5. Թափահարումն ավելի մեծ արդյունք է տալիս այն պրոցեսների ժամանակ, որտեղ դիֆուզիան թույլ է և բացակայում է բնական կոնվեկցիան:

6. Թափահարման դեպքում, շաքարասնկերի խորաթափանց գործունեությամբ, խերեսացման պրոցեսը արագանում է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Барикян Х. Г. ДАН АрмССР, 14, 29, 1951.
2. Забродский А. Г. и Мовчан А. А. Труды Киевского филиала ВНИИСП, I, 131, 1953.
3. Иерусалимский Н. Д. Азотное и витаминное питание микробов, Изд-во АН СССР, М.—Л., 1949.
4. Комарова Л. И. Микробиология, 20, 140, 1951.
5. Комарова Л. И. Микробиология, 21, 579, 1952.
6. Мовсесян Г. П. Бюллетень НТИ Арм НИИ виноградарства, виноделия и плодоводства, I, 26, 1957.
7. Тер-Карапетян М. А. Биохимия виноделия, Изд-во АН СССР, 4, 83, 1953.
8. Фролов-Багреев А. М. и Агабьянц Г. Г. Химия вина. Пищепромиздат, 1951.