

ных в частично аэробных условиях на стадии дрожжегенерирования сокращается продолжительность брожения, уменьшается накопление глицерина и других вторичных продуктов брожения, усиливается спиртообразующая направленность метаболизма дрожжей. При этом уменьшается расход сахара на биосинтез дрожжевых клеток. При высокой концентрации в среде дрожжей скорость их размножения снижается. Создается возможность сокращения расхода дрожжевого сусла на дрожжегенерирование в аэробных условиях, в процессе которого интенсивно образуются вторичные продукты брожения.

Особенностью аппаратурно-технологической схемы установки для сбраживания мелассного сусла с рециркуляцией дрожжей является наличие узлов концентрирования, обработки дрожжевой суспензии антисептиком и возврата ее в головной бродильный аппарат. Для рециркуляции дрожжей, выделенных из бражки через 5...12 ч от начала брожения, из 5-го или 6-го бродильного аппарата бражку насосом подают в сепаратор. Концентрированную дрожжевую суспензию направляют в сборник для ее антисептирования сульфенолом и ортофосфорной кислотой в количествах соответственно 0,025...0,050 и 0,5 об. % при выдержке до 0,5 ч. Из сборника для антисептирования дрожжевая суспензия поступает в головной бродильный аппарат. Обездрожженную бражку из сепаратора отводят в бродильный аппарат, следующий за тем, из которого отбирали бражку для выделения дрожжей.

Благодаря рециркуляции дрожжей и повышенному их содержанию в головных бродильных аппаратах до 40...60 г/л сокращается (на 50 %) количество вновь выращиваемых дрожжей, уменьшается доля аэробно-ассимилируемых сахаров и снижается их потеря при дрожжегенерировании. С увеличением скорости разбавления среды от 0,4 до 0,8 ч<sup>-1</sup> повышается активность ферментов гликолиза дрожжей — гексокиназы и фосфофруктокиназы и удельная производительность аппаратуры по спирту соответственно увеличивается. Выход спирта сохраняется.

#### **СБРАЖИВАНИЕ ДВУМЯ РАСАМИ ДРОЖЖЕЙ**

Как отмечалось, некоторые из дрожжевых гибридов перспективны для спиртового производства. Например, гибрид 112 накапливает биомассу с высокой мальтазной активностью, гибрид 75 сбраживает раффинозу. Однако оба эти гибрида по сравнению с расой В дают меньший выход спирта, так как недостаточно полно сбраживают сахарозу.

Использование смеси дрожжей основной расы В и гибридов, начиная с чистой культуры, не дало положительных результатов: не были достигнуты одновременно высокий выход спирта и хорошая мальтазная активность дрожжей. Это можно объяснить тем,

что различные расы дрожжей обладают неодинаковой удельной скоростью роста, поэтому уже в аппаратах чистой культуры значительно преобладает какая-то одна раса. В связи с этим гибридные дрожжи не находили применения на спиртовых заводах.

В. А. Маринченко и А. Д. Коваленко предложен двухступенчатый способ сбраживания мелассного сусла двумя культурами дрожжей, выращенными отдельно в аппаратах чистой культуры и дрожжегенераторах. В первой ступени (стадии) сусло сбраживают, как обычно, основной культурой дрожжей по одно- или двухпоточному способу, во второй стадии вводят вторую (дополнительную) культуру дрожжей. Лучшие результаты сбраживания сахара, в том числе раффинозы, и повышения мальтазной активности дрожжей получены при использовании 80...85 % основной их культуры и 15...20 % дополнительной, подсеваемой по истечении половины времени брожения. При сбраживании сусла, содержащего раффинозу, для повышения выхода спирта в первой стадии брожения применяют дрожжи расы В, во второй стадии — дрожжи Г-75.

Для получения наряду со спиртом большего количества дрожжей, используемых в качестве хлебопекарных, с повышенной мальтазной активностью сусло сбраживают в первой стадии гибридными дрожжами Г-112, во второй — дрожжами расы В.

Аппаратурно-технологическая схема сбраживания мелассы двухступенчатым способом с использованием двух рас дрожжей представлена на рис. 80.

Чистые культуры дрожжей разводят отдельно, как описано ранее. В дрожжегенераторах основную и подсевную культуры выращивают раздельно. Для основной культуры используют 80...85 % вместимости дрожжегенераторов (например, четыре аппарата) и для подсевной культуры 20...15 % (например, два дрожжегенератора).

Мелассное сусло равномерно распределяется во все дрожжегенераторы из смесителя 1. При двухпоточном сбраживании для разведения дрожжей основной и подсевной культур готовят сусло концентрацией 8...12 % сухих веществ. В бродильные аппараты подают сусло концентрацией 32...35 % сухих веществ. При однопоточном сбраживании в дрожжегенераторы 2 основной культуры подают сусло концентрацией 20...23 % сухих веществ, в дрожжегенераторы 4 подсевной культуры — сусло концентрацией 12...14 %, которое получают в дополнительном смесителе 3 из основного сусла с добавлением азотистого и фосфорного питания из сборника 5.

Зрелые дрожжи основной культуры (Г-112 при однопоточном или раса В при двухпоточном сбраживании) из дрожжегенераторов непрерывно поступают в головной бродильный аппарат 6. При двухпоточном сбраживании в головной бродильный аппарат подают сусло концентрацией 32...35 % в таком же количестве,

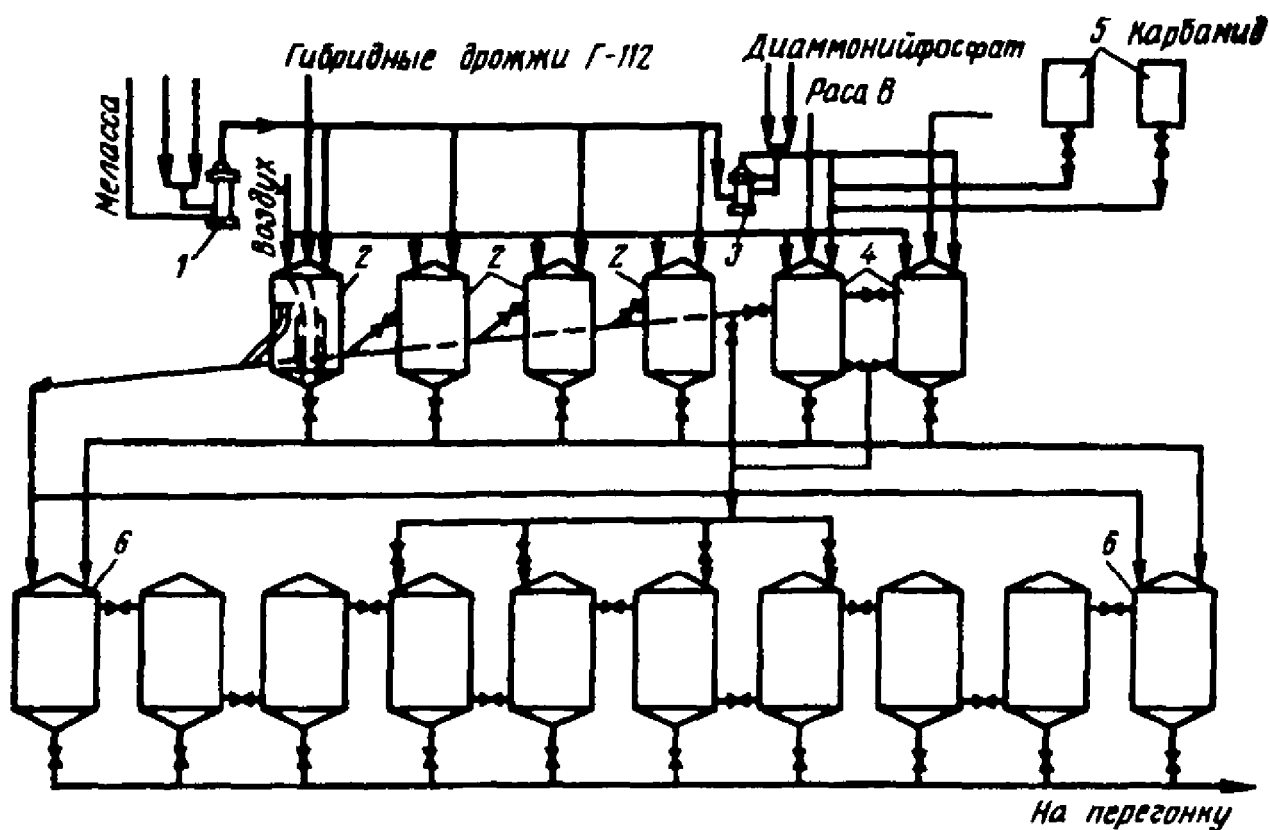


Рис. 80. Аппаратурно-технологическая схема сбраживания мелассы двухступенчатым способом с использованием двух культур дрожжей

как и среду из дрожжегенераторов. После заполнения половины бродильной батареи бражкой с основной культурой дрожжей в 5-й или 6-й бродильный аппарат начинают вводить подсевные дрожжи (расу В при однопоточном сбраживании или Г-75 при двухпоточном) и продолжают непрерывно их подавать до начала освобождения бродильной батареи на стерилизацию.

Замену бродящей среды в батарее начинают с разведения дрожжей в АЧК и в дрожжегенераторах. К тому времени, когда в дрожжегенераторах будет находиться вновь разведенная дрожжевая культура, последний бродильный аппарат освобождают от зрелой бражки, моют и дезинфицируют. Затем в него подают производственные дрожжи из дрожжегенераторов с основной культурой дрожжей (и основное сусло при двухпоточном сбраживании). Последний аппарат становится головным аппаратом бродильной батареи, как при циклическом способе брожения. При заполнении первой половины бродильной батареи бражкой с основной культурой дрожжей подсевные дрожжи поочередно подают в бродильные аппараты 5, 4, 3, 2 и 1-й предыдущего залива (15...20 %). Когда бродильная батарея заполнится до середины, начинают непрерывный приток производственных дрожжей из дрожжегенераторов подсевной культуры в 5-й или 6-й бродильный аппарат.

Двухступенчатое сбраживание сусла было проведено в производственных условиях на Должокском спиртовом комбинате и затем

освоено другими заводами. Результаты сбраживания сусле одно-  
ступенчатым и двухступенчатым способами приведены в табл. 31.

**31. Характеристика зрелой бражки при различных способах сбраживания**

| Показатель зрелой бражки                     | Способ  |                 |
|--|---------|-----------------|
|  | обычный | двухступенчатый |
| Концентрация СВ, %:                          |         |                 |
| видимая                                      | 6,9     | 6,8             |
| истинная                                     | 9,9     | 9,3             |
| Кислотность, град                            | 0,44    | 0,43            |
| Крепость бражки, об. %                       | 8       | 7,6             |
| Содержание:                                  |         |                 |
| несброженного саха-<br>ра, г/100 мл          | 0,375   | 0,351           |
| биомассы дрожжей,<br>г/л                     | 22,6    | 26,9            |
| Количество дрожжевых<br>клеток:              |         |                 |
| общее, млн/мл                                | 174     | 224             |
| почкующихся, %                               | 21      | 19              |
| мертвых, %                                   | 2,4     | 1,1             |
| Выход прессованных<br>дрожжей, кг/дал спирта | 2,8     | 3,5             |

При двухступенчатом сбраживании в зрелой бражке накапливается больше дрожжей, чем при обычном (26,9 против 22,6 г/л), соответственно получается более высокий выход товарных хлебопекарных дрожжей (3,5 против 2,8 кг/дал) при меньшем выходе спирта.

Качество хлебопекарных дрожжей при двухступенчатом сбраживании значительно выше, чем при обычном (одноступенчатом) способе производства (табл. 32). При сбраживании мелассы, содержащей большое количество раффинозы, при двухступенчатом способе получают повышенный выход спирта; сбраживание мелассы с незначительным содержанием раффинозы дает такой же выход спирта, что и при одноступенчатом сбраживании.

**32. Характеристика хлебопекарных дрожжей, полученных при различных способах сбраживания**

| Показатели дрожжей                                     | Способ  |                 |
|--|---------|-----------------|
|  | обычный | двухступенчатый |
| Влажность, %   | 72,9    | 73              |
| Кислотность, мг уксусной кис-<br>лоты на 100 г дрожжей | 102     | 90              |
| Подъемная сила, мин                                    | 51      | 42              |
| Мальтазная активность, мин                             | 70      | 85              |
| Зимазная активность, мин                               | 22      | 25              |
| Стойкость при 35 °С, ч                                 | 43,5    | 46              |