

ISSN 0367-3197

ФЕРМЕНТНАЯ И СПИРТОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1

1985

УДК 663.532.1.002.237

Оценка завершенности процесса спиртового брожения

Кандидаты техн. наук Л. В. ЛЕВАНДОВСКИЙ,
А. Д. КОВАЛЕНКО,
д-р техн. наук А. Г. ЗАБРОДСКИЙ
УкрНИИСП

Современные методы техно-химического контроля окончания спиртового брожения меласного сусла основаны на определении остатка несброженных сахаров в сбраживаемой среде [1, 2]. Эти величины регламентированы для каждого из практикуемых способов сбраживания. По достижении соответствующих количественных значений несброженных сахаров спиртовое брожение считают законченным, на основании чего зрелую бражку перегоняют для выделения из нее спирта.

Процесс спиртового брожения под действием ферментов гликолиза дрожжевых клеток представляет собой анаэробное многоступенчатое превращение сахарозы до этилового спирта через ряд промежуточных продуктов, в том числе фосфорные эфиры гексоз, фосфотриозы, пировиноградную кислоту, ацетальдегид [3, 4].

В конце брожения наступает такой момент, когда количество сахара, остающегося несброженным, достигает своего минимального значения, однако имеются сведения о том, что содержание спирта еще некоторое время увеличивается [5]. На основании этого можно предположить, что причиной отмеченного является завершение реакций гликолиза, сопровождающееся превращением промежуточных соединений в конечный продукт. Поэтому более объективным средством установления момента полного завершения всех реакций брожения будет определение количества промежуточного продукта, наиболее близкого к этанолу в цепи реакций спиртообразования.

Для исследований меласное сусло концентрацией 21—22 % СВ сбраживали в статических условиях и в непрерывном процессе.

Периодическое брожение проводили методом бродильной пробы с внесением

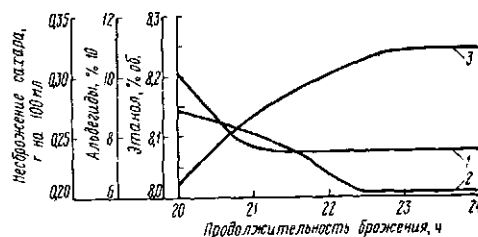
дрожжей расы В в количестве 2,5 г/л. К концу брожения через каждые 30 мин определяли содержание несброженных сахаров, альдегидов (в пересчете на уксусный) и этанола (см. рисунок).

Кривая 1 изменения несброженных сахаров показывает, что их количество после 21 ч брожения оставалось практически стабильным — 0,241—0,233 г на 100 мл. Вследствие протекания промежуточных реакций спиртового брожения, подтверждением чему явилось изменение количества альдегидов от 0,0082 на 21 ч брожения до 0,0061 % об. на 23 ч, происходило накопление спирта и увеличение его концентрации от 8,151 (21 ч) до 8,244 % об. (23 ч).

Из приведенных данных следует, что постоянство количества альдегидов в бражке наиболее точно определяет окончание процесса спиртообразования.

В непрерывном процессе при переработке мелассы в смеси с сахаром-сырцом сусло сбраживали в многоступенчатой бродильной батарее на Поповском спиртзаводе. Результаты исследований динамики некоторых показателей в завершающей стадии непрерывного брожения приведены в таблице.

Полученные данные показывают, что в последних бродильных аппаратах батареи было некоторое повышение крепости бражки при неизменном содержа-



Динамика несброженных сахаров (кривая 1), альдегидов (2) и этанола (3) в завершающей стадии сбраживания меласного сусла

Показатели	Бродильные аппараты				
	3	5	6	7	8
Видимая концентрация СВ, %	2,1	1,0	0,6	0,6	0,6
Действительное содержание СВ, %	—	3,8	3,3	3,3	3,3
Концентрация спирта в бражке, % об.	7,35	7,86	8,12	8,21	8,20
Альдегиды (в пересчете на уксусный), % об.	0,0153	0,0138	0,0109	0,0086	0,0087
Несброженные сахара, г на 100 мл	2,445	0,875	0,210	0,209	0,204

нии несброженных сахаров. Так, начиная с шестого аппарата, последний показатель практически не изменялся и составлял 0,204—0,210 г на 100 мл, в то время как содержание альдегидов продолжало уменьшаться с 0,0109 в шестом до 0,0086—0,0087 % об. в седьмом и восьмом бродильных аппаратах, а концентрация этанола повышалась. Приведенные данные производственных исследований согласуются с результатами лабораторных опытов.

Исследуемое явление можно объяснить падением активности дрожжей в конце брожения и соответствующим снижением скорости ферментативных реакций гликолиза под влиянием лимитирующего фактора (отсутствие питательных веществ) и ингибитора (этанола). Вследствие этого и возникает ощутимая разница во времени между тем моментом, когда все количество сахаров, которое может быть сброжено, вступило в реакцию и моментом завершения всех промежуточных превращений, когда накоплено конечное количество спирта. Можно предположить, что эта разница будет возрастать при переработке дефектных меласс и других трудносбраживаемых субстратов

(тростниковой мелассы, сахара-сырца и т. п.), которые в последние годы часто используют в качестве сырья на мелассно-спиртовых заводах.

Из полученных результатов исследований следует, что более точным методом определения завершенности спиртового брожения в сравнении с существующим является неизменяемость (стабильность) количества промежуточных продуктов в бражке, например ацетальдегида.

Количественное определение альдегидов (в пересчете на уксусный) можно осуществлять известным методом с применением фуксинсернистого реактива I на ФЭК или газохроматографическим способом.

Список использованной литературы

1. А. с. 275029 (СССР). — Б. И., 1970, № 2.
2. Мецлер Д. Биохимия, т. 2. — М.: Мир, 1980.
3. Никитин Г. А. Биохимические основы микробиологических производств. — Киев: Вища школа, 1981.
4. Регламент производства этилового спирта из сахаросодержащего сырья. Часть I: Брожение. — Киев, УкрНИИСП, 1975.
5. Фремель В. Б. Исследование потерь крахмала в спиртовом производстве и методов их коренного снижения. Автореф. докт. дис., — М., 1957.