

0367-3197

# ФЕРМЕНТНАЯ И СПИРТОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

4

1986

8.0

УДК 663.12:664.153

## Влияние адаптации дрожжей к пониженному рН среды на их метаболизм при сбраживании мелассного сусла

Канд. техн. наук С. Т. ОЛИНИЧУК,  
канд. техн. наук Л. В. ЛЕВАНДОВСКИЙ,  
канд. техн. наук А. Д. КОВАЛЕНКО,  
Т. В. ОСТРОВСКАЯ, Л. В. ШЕВЦОВА,  
Н. А. БАБЮК,  
ВНИИППД

Активная кислотность среды в спиртовом производстве влияет на скорость биосинтеза дрожжевой культуры и направленность образования продуктов брожения из сахаров сырья.

Изменение метаболизма спиртовых дрожжей в зависимости от величины рН мелассного сусла при брожении изучали многие исследователи [1, 2, 3]. Однако посевной материал в проведенных ими экспериментах выращивали принятым в мелассно-спиртовом производстве способом при активной кислотности среды 5,0—5,2.

Известно, что возрастание рН среды при брожении способствует повышенному накоплению биомассы дрожжей и глицерина с одновременным снижением уровня образования спирта, а снижение величины рН дает обратный эффект [4].

В связи с этим интерес представляло осуществление адаптации дрожжей штамма М-5 к пониженному рН среды с последую-

щим сбраживанием ими мелассного сусла. При этом предположили, что адаптированные дрожжи приобретут способность более рационально расходовать сахара для образования этилового спирта.

Для адаптации к низкому рН дрожжи *Sacch. cerevisiae* штамма М-5 длительное время многократно пассажировали на мелассном сусле концентрацией 27 % СВ с активной кислотностью 4. Разведение чистой культуры дрожжей осуществляли по принятой методике при рН среды на всех стадиях процесса 4. Контрольные же дрожжи готовили по той же методике, но без пассажирования и при рН среды 5.

Сусло для опытов готовили из мелассы, в которой содержалось 77,7 % СВ, 47,71 % сбраживаемых сахаров, величина рН была равна 6,4, а кислотность — 1,5 град. Для дополнительного минерального питания дрожжей использовали аммоний фосфорнокислый двузамещенный (0,15 % к массе мелассы).

Сусло сбраживали методом бродильной пробы в колбах объемом 200 мл, закрытых сернокислотными затворами. Брожение осуществляли в термостате ( $t=30^{\circ}\text{C}$ ) в статических условиях в течение 72 ч.

Адаптированные и неадаптированные дрожжи засеивали в сусло концентрацией 24 % и pH 4; 4,5; 5 и 5,5.

В зрелых бражках определяли pH и количество биомассы, а в дистиллятах бражек — концентрацию спирта погружным рефрактометром, содержание летучих кислот и альдегидов согласно инструкции [5]. Количество несброженных углеводов и глицерина определяли известными методами с применением фотоэлектроколориметра. Потери сахаров на образование вторичных продуктов брожения устанавливали, используя формулу расчета баланса продуктов спиртового брожения [6].

Полученные данные о составе зрелых бражек (см. таблицу) указывают на то, что опытные дрожжи отличаются от контрольных характером метаболизма при брожении во всех исследованных вариантах, т. е. при разных величинах активной кислотности сбраживаемого сусла.

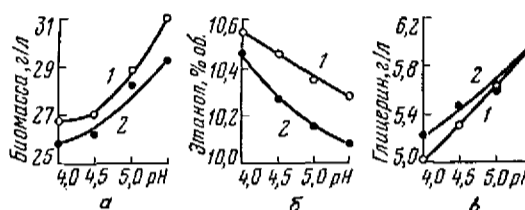
Меньшее содержание несброженных углеводов в бражке при использовании адаптированных дрожжей в сравнении с неадаптированными при начальном pH сбраживаемого сусла 4 и 4,5 свидетельствует об их способности к более глубокому потреблению источника углерода. Возрастание pH сбраживаемого сусла до 5 сокращало эту разницу, а при pH 5,5 содержание несброженных углеводов в контрольном и опытных вариантах было одинаковым.

При увеличении pH сусла от 4 до 5,5 выявлена тенденция к уменьшению количества летучих кислот в зрелой бражке, но во всех случаях адаптированные дрожжи накапливали этого продукта на 7—11 % меньше, чем неадаптированные.

По интенсивности образования альдегидов исследуемые дрожжи превосходили

контрольные во всех вариантах, особенно при pH сусла 5,5.

Содержание глицерина в сбраживаемой среде с активной кислотностью 4 и 4,5 при использовании адаптированных дрожжей было несколько меньше, чем в контроле, а при pH сусла 5 и 5,5 эти показатели выравнивались (см. рисунок).



Накопление биомассы дрожжей (а), этанола (б) и глицерина (в) в зависимости от pH сбраживаемой среды: 1 — адаптированные дрожжи; 2 — неадаптированные дрожжи

Суммарный расход углеводов на образование указанных вторичных продуктов с учетом остаточных сахаров (см. таблицу) при использовании адаптированных дрожжей был меньше при сбраживании сусла с pH 4,0 и 4,5 и составил соответственно 14,48 и 14,59 г/л, а в контрольных — 15,41 и 15,45 г/л.

Следствием этого было повышенное (на 0,8—1,8 % относительных) количество спирта, синтезированное адаптированными дрожжами.

В изучаемом диапазоне pH сбраживаемого сусла (4,0—5,5) опытные дрожжи превосходили контрольные по накоплению биомассы в зрелой бражке на 0,6—1,9 г/л.

Показатели зрелой бражки	Величина pH сусла, сбраживаемого дрожжами							
	4,0		4,5		5,0		5,5	
	адаптированные	неадаптированные	адаптированные	неадаптированные	адаптированные	неадаптированные	адаптированные	неадаптированные
pH среды	4,2	4,2	4,6	4,6	5,0	5,0	5,4	5,45
Несброженные углеводы, г/л	4,57	5,08	4,23	4,75	4,08	4,19	4,10	4,13
Альдегиды, % об.	0,0054	0,0035	0,0062	0,0048	0,0128	0,0082	0,0220	0,0103
Летучие кислоты, г/л а. а.	2,96	3,16	2,12	2,35	2,03	1,89	1,58	1,73
Потери сахаров на образование вторичных продуктов и с несброженными углеводами, г/л в том числе на образование глицерина	14,48	15,41	14,59	15,45	15,12	15,10	15,81	15,77
альдегидов летучих кислот эфиров	0,083 0,400 0,097	0,054 0,470 0,106	0,095 0,316 0,099	0,069 0,343 0,108	0,196 0,299 0,105	0,126 0,274 0,100	0,358 0,231 0,121	0,178 0,262 0,160

Таким образом, результаты исследований позволяют предположить, что адаптированные к пониженному рН среды дрожжи обладают более экономичным механизмом метаболической регуляции для меласно-спиртового производства. При сбраживании мелассы их предпочтительно применять при рН сусле 4,0—4,5, что обеспечивает наибольший выход этанола и биомассы дрожжей по сравнению с неадаптированными дрожжами.

#### Список использованной литературы

1. Работнова И. Л. Лимитация и ингибирование роста микроорганизмов как средство управления метаболизмом. — В кн.: Сборник научного центра биологических исследований АН СССР, Пушкино, 1976.
2. Савчук М. Я., Цыганков П. С. Влияние кислотности и рН среды на образование побочных продуктов при сбраживании мелассы. — В сб. Труды УкрНИИСП, Киев, 1973, вып. XV.
3. Швец В. П., Слюсаренко Т. П., Кноготкова Е. И. Влияние рН на сбраживание мелассы различными расами дрожжей. — Ферментная и спиртовая промышленность, 1973, № 6.
4. Накопление продуктов брожения при различном рН меласного сусле / [В. К. Янчевский, А. Д. Коваленко, В. Л. Яровенко и др.]. — Ферментная и спиртовая промышленность, 1984, № 1.
5. Инструкция по технохимическому контролю спиртового производства. — М.: Пищевая промышленность, 1967.
6. Коваленко А. Д. Исследование и совершенствование процесса непрерывного сбраживания мелассы на спирт. — Автореф. дис. канд. техн. наук. — Киев: 1971.