

ISSN 0367-3197

ФЕРМЕНТНАЯ И СПИРТОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

3

1982

ЭКОНОМИЯ СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ

УДК 663.541.22

Интенсификация сбраживания мелассного сусла с рециркуляцией дрожжей

Канд. техн. наук С. Т. ОЛИЙНИЧУК, Л. В. ЛЕВАНДОВСКИЙ,
канд. техн. наук А. Д. КОВАЛЕНКО, В. К. ЯНЧЕВСКИЙ
УкрНИИСП

Внедрение современных прогрессивных способов сбраживания мелассы позволяет спиртовым предприятиям повышать производительность существующего оборудования, увеличивать выход целевого продукта, снижать количество отходов.

Разработанная в УкрНИИСП технология брожения мелассного сусла повышенной концентрации (26—27% СВ) предполагает применение новых осмофильных штаммов спиртовых дрожжей Ш-1 и М-5, позволяющих проводить процесс с высоким накоплением спирта в зрелой бражке до 10,5—11,5%, с обеспечением нормативного выхода спирта [3].

Применение этой технологии снижает расход пара на брагоректификацию на 13%, уменьшает объем стоков на 20—25%, увеличивает производительность дрожжебродительного отделения по спирту на 23% по сравнению

с двухпоточным брожением мелассного сусла обычной концентрации.

Однако предложенный способ требует более длительного срока брожения, равного 26—27 ч, что обуславливает снижение скорости разбавления сбраживаемой среды в сравнении с обычным двухпоточным способом. Одним из факторов, лимитирующих скорость ферментативного превращения сахаров мелассы в спирт, является количество засевных дрожжей [2].

Для интенсификации процессов сбраживания мелассного сусла в УкрНИИСП создана дрожжебродительная установка, работающая с применением рециркуляции дрожжевой биомассы для создания высокой концентрации дрожжей на стадии анаэробного брожения [1]. На этой установке проведены исследования по отработке технологического режима. Изучали сбраживание мелассного сусла повы-

шенной концентрации путем увеличения количества дрожжей в бражке за счет их рециркуляции.

Сбраживали мелассу в лабораторных условиях методом бродильной пробы. Для этого готовили стерильное мелассное сусло концентрацией 26—27% в объеме 200 мл, обогащали его азотистым и фосфорным питанием и добавляли серную кислоту для доведения pH до 5,0.

В полученное сусло засеивали дрожжи штамма Ш-1 в количестве 7,5; 15,0; 30,0; 60,0 и 120 г/л.

Брожение проводили при температуре 30° С в статических условиях в колбах, закрытых сернокислотными затворами. Процесс считали законченным, если количество выделившегося диоксида углерода не превышало 0,1 г за 12 ч брожения.

Показатели зрелых бражек, полученных при сбраживании мелассного сусла концентрацией 26% СВ разным количеством дрожжей, приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, повышение количества посевного материала от 7,5 до 120 г/л вызывает значительное сокращение длительности брожения. Прирост дрожжей при этом снижается с 12,9 до 2,7 г/л.

Характерной особенностью увеличения начальной биомассы дрожжей являлось более полное сбраживание сахаров мелассы. Потери с несброженными сахарами уменьшались от 3,56 до 2,21% по отношению к сахару, введенному на брожение. Аналогичное наблюдалось и в образовании глицерина, накопление которого в зрелой

бражке снижалось с 1,05 до 0,61 г на 100 мл при величине начальной биомассы соответственно 7,5 и 120 г/л.

Накопление спирта в зрелой бражке находилось в соответствии с приведенными показателями для вариантов с начальной биомассой 7,5—60,0 г/л, где содержание его возрастало от 11,714 до 11,940% по мере увеличения количества засеваемых дрожжей. Это объясняется тем, что из-за уменьшения трат сбраживаемых сахаров на образование глицерина, новой биомассы дрожжей, а также потерь с несброженными сахарами образуется резерв сахара для биосинтеза дополнительного количества спирта.

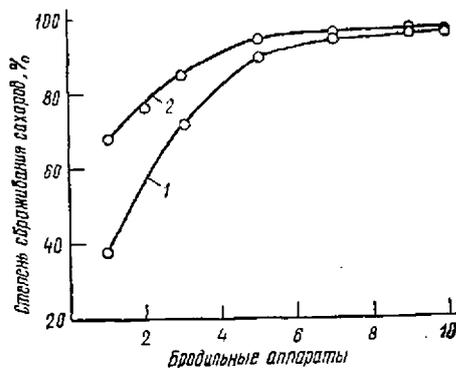
При повышении количества засеваемых дрожжей от 120 г/л отмечалось снижение крепости бражки до 11,786% об. Можно предположить, что это происходило в результате расхода ассимилируемых сахаров на процессы, связанные с поддержанием жизнедеятельности большого количества дрожжей и не компенсируется уменьшением вышеуказанных потерь.

Таким образом, установлен экстремальный характер спиртообразования при сбраживании мелассного сусла различным количеством дрожжей штамма Ш-1 с максимумом при начальной концентрации биомассы 60 г/л.

Этот вывод стал основой производственных исследований, которые проведены на Лужанском экспериментальном спиртзаводе, на установке для сбраживания мелассного сусла с рециркуляцией дрожжей [1].

Таблица 1

Показатели	Количество засеваемых дрожжей, г/л				
	7,5	15,0	30,0	60,0	120,0
Продолжительность брожения, ч	62	49	36	27	23
Видимая плотность СВ, %	9,4	9,4	9,5	9,5	9,8
pH	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Истинные сухие вещества, %	12,4	12,2	12,4	13,0	13,8
Биомасса дрожжей, г/л	20,3	25,2	37,0	63,8	122,7
Прирост дрожжей, г/л	12,9	10,9	7,0	3,8	2,7
Несброженные сахара, г на 100 мл	0,65	0,58	0,49	0,47	0,41
Несброженные сахара, % к введенному	3,56	3,21	2,66	2,56	2,21
Содержание спирта, % об.	11,714	11,820	11,825	11,940	11,786



Степень сбраживания сахаров мелассного сусла повышенной концентрации:

1 — без рециркуляции дрожжей; 2 — с рециркуляцией

Таблица 2

Показатели	Дрожже- генера- торы	Бродильные аппараты						
		1	2	3	5	7	9	10
Видимая плотность, % СВ	9,0	13,8	13,2	10,8	9,6	8,8	8,4	8,4
Растворимые сухие веще- ства, %	10,0	14,8	14,7	12,9	12,2	11,8	11,6	11,6
pH	4,9	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Кислотность, град	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Биомасса, г/л	21,0	31,0	69,0	48,0	36,0	36,0	12,0	15,0
Содержание спирта, % об.	3,7	6,8	8,6	9,5	10,0	11,2	11,5	11,5
Несброженные сахара, г на 100 мл	4,7	4,6	3,4	2,11	0,71	0,56	0,40	0,40

Концентрацию мелассного сусла под-держивали в пределах 27—27,5% СВ. Сбраживали сусло осмофильными дрожжами *Sac. cerevisial* двухпоточным способом.

Высокую концентрацию дрожжевой биомассы в бродильной батарее создавали выделением дрожжей из бражки седьмого бродильного аппарата с помощью сепаратора и введением дрожжевой суспензии концентрацией 120—180 г/л в головной бродильный аппарат, а обездрожженной бражки — в восьмой. При достижении требуемой концентрации дрожжей в первых трех аппаратах емкость дрожжегенераторов уменьшали на 25%, а остальные работали в режиме, установленном регламентом.

Увеличение дрожжевой биомассы в бродильной батарее путем ее рециркуляции позволило повысить скорость разбавления сусла, которая в установленном режиме брожения составляла 0,56 ч⁻¹ против 0,40 ч⁻¹ при двухпоточном сбраживании концентрированного сусла без рециркуляции дрожжей.

Основные технологические показатели сбраживания мелассного сусла повышенной концентрации (27,0—27,5% СВ) с рециркуляцией дрожжей представлены в табл. 2.

Из полученных результатов видно, что накопление повышенного количества биомассы в первых семи бродильных аппаратах в пределах 31—69 г/л обеспечивало полноту выбраживания сахаров мелассного сусла при накоплении спирта в зрелой бражке до 11,2% об.

Скорость сбраживания сусла концентраций 27—27,5% повышенным количеством дрожжей была существенно

выше, чем без применения рециркуляции (см. рисунок). Это позволило увеличить производительность единицы объема дрожжебродильной аппаратуры по спирту до 11,6 дал/м³ в сутки, что на 20—25% выше, чем при сбраживании такого же сусла без рециркуляции биомассы.

В результате частичной рециркуляции дрожжей концентрация их в зрелой бражке снижалась до 12—15 г/л.

Исследования показали, что увеличение скорости сбраживания сахаров с рециркуляцией дрожжей способствовало значительному уменьшению образования некоторых вторичных продуктов брожения: летучих кислот на 42%, высших спиртов на 37%, сложных эфиров на 15%. Причиной этого можно считать снятие лимитирующего фактора процесса повышением количества дрожжевой биомассы, участвующей в биосинтезе спирта из сбраживаемых сахаров мелассного сусла. Поскольку синтез всех вторичных продуктов связан с расходом сахаров, то в данном случае такая экономия приводит к повышению накопления спирта в зрелой бражке.

Результаты микробиологических исследований дрожжей при многократном их использовании для сбраживания сусла повышенной концентрации с рециркуляцией биомассы приведены в табл. 3.

Количество почкующихся клеток в бродильной батарее было высоким и в первые 3 сут составило 35,7—51,0. Через 5 сут в режиме брожения с рециркуляцией их количество несколько снизилось — до 29,9—46,2%. Число мертвых клеток в зрелой бражке за 5 сут непрерывного брожения с рецир-

Таблица 3

Продолжи- тельность работы, сут	Показатели	Место отбора пробы					
		дрожже- генера- торы	бродильные аппараты				
			1	3	5	7	9
1	Почкующиеся клетки, %	51,0	44,7	42,3	41,1	40,5	37,2
	Мертвые клетки, %	0,4	1,9	2,3	2,2	2,8	3,0
2	Почкующиеся клетки, %	50,5	50,7	44,3	44,88	37,5	35,7
	Мертвые клетки, %	0,6	3,4	3,09	3,2	4,7	4,7
3	Почкующиеся клетки, %	46,2	—	35,15	—	—	29,9
	Мертвые клетки, %	0,7	—	5,2	—	—	5,3

куляцией дрожжевой биомассы воз-
растало незначительно — с 3,0 до 5,3%.

Таким образом, экспериментально
доказана возможность и целесооб-
разность сбраживания концентрированно-
го мелассного сусла повышенным ко-
личеством дрожжей за счет их много-
кратного использования путем рецир-
куляции. Применение этого технологи-
ческого приема позволяет сократить
на 25% и более потребность в выра-
щиваемых производственных дрожжах,
повысить скорость разбавления среды
в бродильных аппаратах батареи и,
следовательно, удельную производи-
тельность дрожжебродильной аппа-
ратуры по спирту, увеличить скорость

ассимиляции сахаров мелассного су-
сла, уменьшить количество вторичных
продуктов брожения в зрелой бражке.

Список использованной литературы

1. Коваленко А. Д., Янчевский В. К., Леван-
довский Л. В. Непрерывно-действующая
установка для сбраживания мелассного су-
сла с рециркуляцией дрожжей.— Ферментная
и спиртовая промышленность, 1980, № 7.
2. Коновалов С. А. Биохимия дрожжей.— М.:
Пищевая промышленность, 1980.
3. Производственные испытания технологии
сбраживания мелассного сусла повышенной
концентрации/[С. Т. Олийничук, А. Д. Ко-
валенко, А. Ф. Ткаченко, М. С. Балыкин,
А. А. Егоров, Г. Я. Зинкевич].— Фермент-
ная и спиртовая промышленность, 1980,
№ 8.