

ISSN 0136-9172

Пищевая промышленность

№ 1

1980



УСКОРЕННОЕ СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ МЕЛАССНОГО СУСЛА

Канд. техн. наук **А. Д. Коваленко, Л. В. Левандовский, В. К. Янчевский**, Украинский научно-исследовательский институт спиртовой и ликеро-водочной промышленности

Существующие способы брожения мелассы характеризуются значительными потерями сбраживаемых сахаров, большой металлоемкостью и низкой удельной производительностью применяемого оборудования, что является следствием длительности процессов дрожжегенерирования и брожения. Поэтому необходимы новые приемы интенсификации процесса брожения, повышения его экономичности.

Одним из способов увеличения скорости ассимиляции сахаров является создание условий для переработки меласного сусла дрожжами с высокой популяцией при брожении [1]. Выращивать большие количества дрожжей в каждом цикле брожения неэкономично, так как затраты сахара на образование повоной биомассы будут снижать выход основного продукта — этилового спирта.

Для создания высокой популяции дрожжей в среде предложена рециркуляция отработавших дрожжевых клеток из зрелой бражки для повторного их использования [1—3]. Установлено, что оптимальной концентрацией биомассы для брожения меласного сусла в ускоренном режиме является 60—70 г/л среды, а рециркуляцию дрожжей наиболее целесообразно проводить, выделяя их не из зрелой бражки, а из бражки третьего — шестого бродильных аппаратов десятичленной батареи.

Производственные опыты и отработка технологии ускоренного брожения меласного сусла проведены на бродильной установке Луганского экспериментального спиртзавода мощностью 500 дал спирта в сутки.

Для непрерывной рециркуляции дрожжей в процессе брожения в схему установки включен узел выделения, антисептирования, активирования и возврата дрожжей в головной

бродильный аппарат. Выделение дрожжей проводилось из бражки пятого бродильного аппарата сепаратором после заполнения всех десяти аппаратов бродильной батареи однопоточным способом. Дрожжевой концентрат (50—120 г/л среды) из сепаратора направлялся в головной аппарат батареи, а обездрожженная бражка — в шестой. В результате этого дрожжевая биомасса накапливалась в первых пяти бродильных аппаратах до требуемой величины (60—70 г/л среды), вследствие чего увеличилась скорость сбраживания меласного сусла. С повышением концентрации дрожжей в аппаратах бродильной батареи отпадала необходимость в выращивании большого количества производственных дрожжей, для чего ранее использовалось четыре дрожжегенератора, суммарная емкость которых составляла 23,1% к суммарной емкости дрожжебродильной аппаратуры. С повышением биомассы дрожжей в первом аппарате от 16—20 до 60—70 г/л число дрожжегенераторов постепенно сокращалось с четырех до одного. Последний дрожжегенератор служил для подпитки бродильной батареи свежими производственными дрожжами чистой культуры. В него поступало 25% меласного сусла, остальное количество направлялось непосредственно в головной бродильный аппарат.

В установившемся режиме ускоренного брожения биомасса дрожжей в бродильных аппаратах распределялась следующим образом (средние данные): 1—60—70 г/л; 2—55—65; 3—45—60; 4—40—50; 5—45—50; 6—2—3; 7—2—5 г/л.

Такое повышение биомассы дрожжей значительно интенсифицировало процесс ферментативного превращения сахаров мелассы в

Таблица 1

Показатели	Дрожже-генератор	Бродильные аппараты						
		1	2	3	4	5	6	7
Видимая плотность, % СВ	15,3	10,9	8,5	7,3	7,0	6,9	6,6	6,6
Кислотность, град. рН	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	4,86	4,86	4,84	4,87	4,84	4,84	4,87	4,87
Количество биомассы, г/л	16,5	53,5	48,5	44,5	41,5	35,0	4,2	4,6
Содержание спирта, % об.	2,6	6,9	—	8,0	—	8,6	8,7	8,7
Несброженный сахар, г/100 мл	11,0	5,25	—	1,40	—	0,285	—	0,280
Степень сбраживания углеводов, %	24,0	63,05	—	89,1	—	97,5	—	97,56
Мертвые дрожжевые клетки, %	0,6	4,6	—	3,2	—	3,5	3,8	3,8

спирт, а поскольку для этого использовались рециркулируемые дрожжи взамен постоянного выращивания свежей биомассы в дрожжегенераторах, это позволяло экономить часть углеводов мелассного сусла и за счет этого создавать резерв для получения дополнительного количества спирта. Кроме того, значительное снижение количества выращиваемой биомассы в режиме ускоренного брожения предполагает существенное уменьшение и даже исключение азотистого питания при подготовке мелассы к брожению, так как этот вид минерального питания расходуется, главным образом, на построение новых дрожжевых клеток.

Поэтому азотистое питание вносится только в такое количество мелассы, которое необходимо для заполнения бродильной батареи бражкой и перехода батареи на режим ускоренного брожения мелассного сусла, т. е. примерно в двухсуточный запас.

Для обеспечения длительной работы бродильной батареи с многократным использованием дрожжей предусматривается обработка возвращаемого дрожжевого концентрата с целью подавления бактериальной микрофлоры и активирования ферментного комплекса дрожжевых клеток, улучшения их физиологического состояния. Эту операцию проводили в сборнике дрожжевого концентрата, куда непрерывно вносили водный подкисленный раствор антисептика. Экспозиция обработки дрожжей составляла 15—30 мин. Рекомендуемый раствор антисептика готовился в отдельном сборнике, разбавлялся четырех- пятикратным количеством воды и дозировался в дрожжевой концентрат в количестве примерно 1,5—1,8 л/м³.

Технологические показатели ускоренного брожения мелассы приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, брожение повышенным количеством дрожжей в бражке заканчивалось уже в шестом бродильном аппарате, о чем свидетельствует постоянство видимой плот-

ности, крепости бражки и несброженного сахара в бражке пятого, шестого и седьмого бродильных аппаратов. При такой производительности однопоточное брожение заканчивается в десятом аппарате батареи.

Степень сбраживания углеводов мелассного сусла в бродильных аппаратах указывает на значительное увеличение скорости спиртообразования при ускоренном брожении. Несмотря на то, что в головной аппарат батареи при ускоренном брожении поступало производственных дрожжей только 25% общего притока со степенью сбраживания 24 и 75% мелассного сусла, в нем сбраживалось 63,05% от всех сахаров, поступивших на брожение. При однопоточном брожении этот показатель

Таблица 2

Показатели	Ускоренное брожение	Однопоточное брожение
Количество действующей дрожжебродильной аппаратуры, шт.		
дрожжегенераторов	1	4
бродильных аппаратов	6	10
Суммарный полезный объем, м ³ :		
дрожжегенераторов	4,5	18,0
бродильных аппаратов	36,0	60,0
Приток мелассной рассиропки, м ³ /ч:		
на дрожжегенераторы	0,65	2,5
на бродильную батарею	1,95	—
Суммарный приток мелассной рассиропки, м ³ /ч	2,6	2,5
Концентрация дрожжевой биомассы в дрожжегенераторах, г/л	17,5	17,0
Общая производительность дрожжегенераторов, кг/ч	11,4	43,8
Скорость разбавления среды в бродильной батарее, ч ⁻¹	0,43	0,42
Время сбраживания мелассного сусла в бродильной батарее, ч	14	21
Спиртосъем, дал/м ³ ·сут	12,4	7,16
Выход спирта, дал/т условного крахмала	67,0	66,5

для всего объема мелассного сусла равен примерно 30%.

Другим признаком интенсификации брожения является повышенное содержание спирта в головном аппарате — 6,9% об. по сравнению с 5—6% об. в однопоточном брожении.

Дрожжебродильная установка в режиме ускоренного брожения работала непрерывно в течение 5—7 сут. Вышеописанная обработка дрожжей обеспечивала успешное многократное их использование. Количество мертвых клеток в бродильной батарее на пятые сутки работы было небольшим — 3,2—4,6%.

Сравнительные показатели работы дрожжебродильной установки при ускоренном и однопоточном брожении мелассного сусла приведены в табл. 2.

Приведенные результаты свидетельствуют об эффективности технологии ускоренного брожения, применение которой в производстве спирта из мелассы позволяет сократить объем выращиваемых дрожжей, а следовательно, и число дрожжегенераторов на 70—80%. Благодаря экономии сахара, расходуемого на воспроизведение дрожжевых клеток при дрожжегенерировании, возрос выход этилового спирта

до 67 дал/т условного крахмала вместо 66,5 дал/т по нормативу. Кроме того, вследствие ускорения брожения за счет повышения количества рециркулируемой биомассы увеличивается удельная производительность дрожжебродильной аппаратуры в сравнении с однопоточным брожением — 12,4 вместо 7,16 дал/м³·сут.

Способ интенсификации брожения рециркуляцией дрожжей и созданием их повышенного количества в сбраживаемой среде дает возможность увеличить общую производительность оборудования для сбраживания мелассы на 30—40%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Интенсификация процесса брожения мелассного сусла**/Коваленко А. Д., Дрожнер Т. М., Левандовский Л. В., Бабина Н. Д. — Научно-техн. реф. сб. Пищевая промышленность, сер. Спиртовая и ликеро-водочная промышленность, 1978, вып. 3.
2. **Яровенко В. Л., Нахманович Б. М.** — Ферментная и спиртовая промышленность, 1979, № 2.
3. **Применение дрожжевой биомассы для сбраживания мелассного сусла**/Коваленко А. Д., Дрожнер Т. М., Левандовский Л. В., Рудая В. В. — Научно-техн. реф. сб. Пищевая промышленность, сер. Спиртовая и ликеро-водочная промышленность, 1978, вып. 6.