



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

для служебного пользования ЭКЗ № 5

(19) **SU** (11) **1338392**

A

(51)4 С 12 Р 7/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3907253/30-13

(22) 06.06.85

(71) Украинский научно-исследователь-
ский институт спиртовой и ликерово-
дочной промышленности

(72) В.К. Янчевский, А.Д. Коваленко,
Л.В. Малыш, В.В. Рудая и Н.Д. Емель-
янова

(53) 663-52(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 909989, кл. С 12 Р 7/06, 1980.

Авторское свидетельство СССР
№ 1010872, кл. С 12 Р 7/06, 1981.

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА

(57) Изобретение относится к спирто-
вой промышленности и может быть ис-
пользовано при непрерывном сбраживании
сусла в условиях вакуума сахаросодер-
жащего и крахмалосодержащего сырья.
Цель изобретения - повышение удельной
скорости образования спирта и сниже-
ние удельных расходов тепла на пере-

гонку бражки. Предлагаемый способ
предусматривает в процессе непрерывно-
го сбраживания сусла многоступенчатое
вакуумирование недоброжеленной бражки,
при этом неразбавленную мелассу зада-
ют в провакуумированную бражку после
каждой ступени в количестве 37-38% от
количества мелассы, используемой для
приготовления сусла концентрацией 26-
28% сухих веществ. Мелассу добавляют
в провакуумированную бражку до тех
пор, пока начальная концентрация браж-
ки не достигнет 65-73% СВ, а концент-
рация несахаров в ней 28-30%. Для под-
держания оптимальных условий сбражива-
ния с каждой порцией мелассы, вноси-
мой в провакуумированную бражку, за-
дают серную кислоту в количестве
0,12-0,14%, а ортофосфорную и олеино-
вую кислоты - в количестве по 0,03-
0,04% к массе неразбавленной мелассы.
1 з.п. ф-лы, 4 табл.

ос **SU** (11) **1338392** **A**

РПФ

Изобретение относится к спиртовой промышленности и может быть использовано при непрерывном производстве этилового спирта из сахаросодержащего сырья.

Цель изобретения - повышение удельной скорости образования спирта, экономия воды и удельных расходов тепла на перегонку.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом.

Из свеклосахарной мелассы, содержащей 76,0-78,0% СВ и 42,06-43,0% суммы сбраживаемых углеводов и имеющей доброкачественность 62,0-62,5% приготавливают сусло концентрацией 16-17% СВ с внесением в качестве дополнительного питания 0,06% ортофосфорной кислоты к массе мелассы (по регламенту); рН мелассного сусла до 4,9-5,0 доводят внесением 1 н. раствора серной кислоты. Приготовленное таким образом сусло заливают в бродильный сосуд и задают дрожжи 75%-ной влажности из расчета 10 г/л. Температуру брожения 32-33°C регулируют с помощью пропуска теплой воды через закрытую поверхность теплообмена ферментера. В два приема через каждые 3 ч от начала брожения в ферментер вносят дополнительное количество мелассы с целью повышения начальной концентрации сбраживаемого сусла до 26-28% СВ. Первое вакуумирование бражки осуществляют после 7,0-7,5 ч брожения (при достижении видимой плотности бражки 17-18% СВ и концентрации спирта в ней 5,5-6,0%) в течение 1,0 ч с помощью вакуум-насоса. Вакуумирование проводят при температуре брожения 32-33°C и остаточном давлении 66,5-79,8 гПа. Конденсацию спирта из газов брожения осуществляют при 7-8°C с получением спиртового дистиллята, содержащего 20-32,5 об.% спирта. При той же температуре проводят абсорбцию спирта из газов брожения с получением водно-спиртовой жидкости с содержанием этилового спирта 2,0-2,7 об.%. По истечении 1 ч вакуумирования в провакуумированную бражку, содержащую 3-4 об.% этилового спирта, задают дополнительное количество неразбавленной мелассы, равное 37-38% от количества мелассы, использованной для приготовления сусла концентрацией 26-28% СВ, а также серную кислоту в количестве 0,03-

0,04%. Брожение до следующего вакуумирования продолжают до тех пор, пока концентрация этилового спирта в бражке достигнет 5,5-6,0 об.%, и вакуумирование бражки с последующим внесением неразбавленной мелассы, содержащей минеральные кислоты и пеногаситель, повторяют.

Общее количество ступеней вакуумирования при указанных условиях проведения процесса сбраживания равняется 5, стадий сбраживания - 6, в результате чего в бражку вносится 190-200% мелассы от количества мелассы, используемой для приготовления сусла концентрацией 26-28% СВ, после чего начальная концентрация бражки достигает 65-73% СВ, а концентрация сахаров в ней 28-30%. После каждого вакуумирования отбирают пробы спиртового дистиллята и водно-спиртовой жидкости из абсорбционной спиртовой вилки. После последнего вакуумирования и задачи мелассы в провакуумированную бражку сбраживание продолжают до полного использования углеводов, т.е. до постоянства величины видимой плотности бражки. Для сбраживания мелассного сусла с начальной концентрацией 65-73% СВ необходимо время, равное 48-51 ч. Уменьшение его приводит к возрастанию потерь несброженных углеводов со зрелой бражкой, а увеличение нецелесообразно, так как экспериментально установлено, что более 98% введенных сахаров сброжено, а более полное выбраживание сопряжено с увеличением экономически неоправданных затрат материалов и энергии.

Полученную зрелую бражку направляют на перегонку.

Осуществление непрерывного сбраживания сусла в несколько стадий с многоступенчатым вакуумированием недоброжеленной бражки между ними позволяет повысить начальную концентрацию сусла, благодаря ликвидации ингибирующего влияния образующихся спиртпродуктов на ферментативную активность дрожжей и скорость образования спирта дрожжами. В то же время введение в провакуумированную бражку неразбавленной мелассы в количестве 37-38% от количества мелассы, используемой для приготовления сусла концентрацией 26-28% сухих веществ, активизирует анаэробное сбраживание и одновременно не ингибирует жизнедеятельность дрож-

жей избытком сбраживаемых углеводов. Таким образом реализуется возможность повысить начальную концентрацию сбраживаемого сусла до 65–73%.

Уменьшение предлагаемого количества неразбавленной мелассы увеличивает число ступеней вакуумирования и соответственно энергозатраты на этот процесс и общую продолжительность процесса. Увеличение количества неразбавленной мелассы, вносимой в провакуумированную бражку, замедляет скорость сбраживания углеводов бражки и, следовательно, общую продолжительность процесса из-за ингибирующего влияния на дрожжи избытка углеводов. Ингибирующее влияние спиртопродуктов в бражке при достижении концентрации этилового спирта в ней 5,5–6,0 об.% обуславливает необходимость вакуумирования с последующим вводом в провакуумированную бражку неразбавленной мелассы в указанных количествах.

Лабораторными исследованиями установлено, что осуществление способа наиболее эффективно при сбраживании сусла в 6 стадий с 5 ступенями вакуумирования между ними. Соблюдение этих условий позволяет сбраживать сусло с начальной концентрацией 65–73% сухих веществ и концентрацией сахара в нем 28–30%. Уменьшение этих величин понижает основную концентрацию этилового спирта в зрелой бражке, увеличивает удельные расходы тепла на его выделение и воды на приготовление сусла, а увеличение в значительной степени удлиняет общую продолжительность сбраживания, увеличивает потери сбраживаемых углеводов в зрелой бражке, что уменьшает выход этилового спирта.

Экспериментально установлено, что для поддержания оптимального pH сбраживания после внесения дополнительных навесок мелассы необходимо вводить серную кислоту в количестве 0,12–0,14%, а ортофосфорную и олеиновую кислоты – в количестве по 0,03–0,04% к массе неразбавленной мелассы. Пеногаситель вводится для ликвидации чрезмерного пенения бражки при вакуумировании. Увеличение или уменьшение указанных количеств минеральных кислот и пеногасителя сдвигает оптимум сбраживания и уменьшает выход спирта и скорость образования спирта дрожжами.

Уменьшение количества олеиновой кислоты не обеспечивает должного эффекта пеногашения, а увеличение – приводит к неоправданным тратам пеногасителя.

Пример. Навеску свеклосахарной мелассы в количестве 448 г с содержанием сухих веществ 76,0%, сбраживаемых углеводов 47,152% (что соответствует содержанию условного крахмала 354,772 г) переводят теплой водой до объема 2,0 л, предварительно задав 1 н. серной кислоты в количестве 52 мл и ортофосфорную кислоту в количестве 0,06% к массе мелассы или 22,1 мл. Приготовленное сусло концентрацией 17% СВ вносят в бродильный сосуд и туда же задают 20 г дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, Meyen 1838, М-5 75%-ной влажности. Бродильный сосуд устанавливают на мешалку и регулируют температуру сбраживания 32°C с помощью теплой воды ($t = 33^\circ\text{C}$), пропуская ее через закрытую поверхность теплообмена. По истечении 3 ч брожения задают первую навеску мелассы – 172 г по истечении еще 3 ч – вторую – 172 г, и начальная концентрация сбраживаемого сусла повышается до 28% СВ, за счет чего объем бражки возрастает до 2,3 л. По истечении 7,45 ч от начала брожения проводят первое вакуумирование бражки при температуре брожения 32°C и остаточном давлении 70 гПа в течение 1 ч.

Последующие вакуумирования проводят согласно графику соответственно через 14 ч 20 мин, 21 ч 35 мин, 29 ч 50 мин и 40 ч.

После каждого вакуумирования вносят в бражку неразбавленную мелассу в количествах, указанных в табл. 1, минеральные кислоты: ортофосфорную 0,109, серную 0,422 и пеногаситель (олеиновая кислота) 0,108 г.

В результате 5-кратного вакуумирования бражки, конденсации и абсорбции спирта из газов брожения образуются спиртовой дистиллят и водно-спиртовая жидкость, показатели которых приведены в табл. 2.

Химико-технологические показатели бражки до и после каждого вакуумирования приведены в табл. 3.

Последнее – пятое вакуумирование проводят по истечении 40 ч сбраживания, после чего в бражку задают дополнительное количество мелассы, рав-

ное 300 г или 37,8% от массы мелассы, затраченной на получение сусла 28%-ной концентрации сухих веществ, минеральные кислоты: ортофосфорная кислота 0,109 г, серная кислота 0,422 г, пеногаситель - олеиновая кислота 0,108 г, после чего дображивают углеводы бражки в течение 11 ч до получения зрелой бражки с концентрацией этилового спирта 8,43 об.% и несброженных углеводов 0,8 г/100 мл. С учетом массы последней навески мелассы, заданной на брожение, общее количество сброженной мелассы составляет 190% от мелассы, затраченной на получение сусла 28% концентрации СВ.

Химико-технологические показатели зрелой бражки, полученной предлагаемым способом, следующие:

Видимая концентрация, % СВ	25,9
Действительная концентрация, % СВ	28,8
pH	5,1
Биомасса, г/л	44,0
Концентрация этилового спирта, об.%	8,43
Содержание несброженных углеводов, г/100 мл	0,8
Содержание глицерина, г/100 мл	2,75
То же альдегидов, об.%	0,008
-"- высших спиртов, об.%	0,018
-"- летучих кислот, мг/л а.а.	19000
-"- сложных эфиров, мг/л а.а.	4000
Количество абсолютного алкоголя в зрелой бражке, мл	193,78

Условная концентрация этилового спирта в зрелой бражке складывается из суммы объемов абсолютного алкоголя, содержащегося в продуктах вакуумирования бражки - спиртовом дистилляте и водно-спиртовой жидкости спиртоловушки (см. табл. 2) и концентрации алкоголя в зрелой бражке (см. выше). Отсюда общее количество абсолютного алкоголя равно: $361,965 + 127,04 + 193,78 = 682,745$ мл

При условии, что это количество абсолютного алкоголя будет растворено в зрелой бражке, концентрация этилового спирта в ней составит

$$2300 - 100$$

$$682,795 - x \quad x = 29,69 \text{ об.}\%$$

Данные, подтверждающие достижение положительного эффекта, приведены в табл. 4.

Таким образом, осуществление предлагаемого способа производства спирта позволит: повысить начальную концентрацию сбраживаемого сусла до 65 - 73% СВ, повысить условную концентрацию этилового спирта в зрелой бражке (с учетом абсолютного алкоголя, содержащегося в спиртовом дистилляте и водно-спиртовой жидкости) до 28,0 - 30,0 об.%, уменьшить расход воды на приготовление сусла до 0,3-0,4 м³/1000 дал спирта, уменьшить удельный расход тепла на перегонку бражки на 10 кг/дал спирта, повысить продуктивность процесса сбраживания на 30% и, следовательно, производительность дрожжебродительной установки на 30% за счет сбраживания сусла высокой концентрации, ликвидировать расход тепла на упаривание послеспиртовой барды.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ производства спирта, предусматривающий непрерывное сбраживание сусла, многоступенчатое вакуумирование бражки в процессе сбраживания с выделением из нее спирта, введение в процессе сбраживания после вакуумирования в бражку неразбавленной мелассы и перегонку бражки, отличающийся тем, что, с целью повышения удельной скорости образования спирта, экономии воды и удельных расходов тепла на перегонку бражки, неразбавленную мелассу после каждой стадии вакуумирования вводят в количестве 37-38% от количества мелассы, используемой для приготовления сусла до вакуумирования, при этом введение неразбавленной мелассы в процессе сбраживания осуществляют в кратности, обеспечивающей в бражке содержание сухих веществ и нес сахаров соответственно 65-73% и 28-30%, а одновременно с неразбавленной мелассой в бражку задают серную, ортофосфорную и олеиновую кислоты.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что серную, ортофосфорную и олеиновую кислоты задают соответственно в количестве 0,12 - 1,14%, 0,03-0,04% и 0,03-0,04% к массе неразбавленной мелассы.

таблица 1

Условия внесения мелассы	Компоненты, г			
	меласса	сухие веще- ства	сбраживаемые углеводы	условный крахмал
Введено с суслом концентрацией 17% СВ	448	340,5	211,241	200,68
Количество дополнительной навески для повышения концентрации сусла до 28% СВ	344	261,4	162,203	154,09
Введено после вакуумирования:				
I	300	228	141,456	134,383
II	300	228	141,456	134,383
III	300	228	141,456	134,383
IV	300	228	141,456	134,383
V	300	228	141,456	134,383
Итого:	2292	1741,9	1080,72	1026,687

Таблица 2

Условия получения спиртового дистиллята и водно-спиртовой жидкости при вакуумировании бражки	Вакуумирование				
	I	II	III	IV	V

Спиртовой дистиллят

Объем дистиллята, мл	220	155	271	185	210
Концентрация этилового спир- та, об.%	34,3	35,1	36,2	33,55	34,25
Содержание в дистилляте:					
альдегидов, об.%	0,112	0,096	0,044	0,124	0,06
выших спиртов, об.%	0,144	0,140	0,120	0,075	0,082
летучих кислот, мг/л а.а.	172	112	497	967	350
сложных эфиров, мг/л а.а.	362	219	243	996	205
Количество абсолютного алко- голя, мл	75,46	54,41	98,102	62,068	71,925

Итого введено абсолютного
алкоголя с дистиллятом 361,965 мл

Водно-спиртовая жидкость

Объем водно-спиртовой жид- кости, мл	1000	1000	1000	1000	1000
---	------	------	------	------	------

Продолжение табл. 2

Условия получения спиртового дистиллята и водно-спиртовой жидкости при вакуумировании бражки	Вакуумирование				
	I	II	III	IV	V
Концентрация этилового спир- та, об. %	2,4	3,20	3,25	1,95	1,9
Содержание в водно-спиртовой жидкости:					
альдегидов, об. %	0,056	0,044	0,04	0,0268	0,0268
высших спиртов, об. %	0,0158	0,008	0,008	0,007	0,0059
летучих кислот, мг/л а.а.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
сложных эфиров, мг/л а.а.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Количество абсолютного алко- голя, мл	24,0	32,0	32,5	19,5	19,00

Итого выведено абсолютного
алкоголя в водно-спиртовой жид-
кости:

127,0 мл

Т а б л и ц а 3

Показатели	Вакуумирование									
	I		II		III		IV		V	
	до вакуу- мирования	после вакуу- миро- вания	до вакуу- мирования	после вакуу- миро- вания	до вакуу- мирова- ния	после вакуу- миро- вания	до ваку- умиро- вания	после вакуу- миро- вания	до ваку- умиро- вания	после ваку- уми- рования
Видная концентрация, % СВ	18,5	17,7	18,5	18,1	17,0	18,0	18,5	18,7	19,8	23,2
Действительная концентрация, % СВ	19,3	18,2	19,9	19,0	18,4	18,6	20,2	19,7	21,5	24,0
pH	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,05	5,1	5,1	5,1
Биомасса, г/л	20,0	26,0	28,8	37,0	26,6	34,4	27,0	29,3	24,6	31,0
Концентрация этилового спирта, об.%	4,2	3,5	5,4	3,5	4,5	3,1	5,6	4,1	6,0	1,8
Содержание несброженных углеводов, г/100 мг	9,6	7,85	7,1	5,5	5,05	3,8	4,1	2,75	3,62	2,25
То же глицерина, г/100 мл	0,64	0,90	1,15	1,53	1,60	1,65	1,93	2,0	2,2	2,7
— альдегидов, об.%	0,0208	0,018	0,028	0,0132	0,024	0,0052	0,020	0,008	0,028	0,008
— высших спиртов, об.%	0,021	0,017	0,022	0,014	0,018	0,016	0,018	0,013	0,021	0,011
— летучих кислот, мг/л а.а.	2571	3086	3111	5485	3490	8516	9000	10537	10800	48000
— сложных эфиров, мг/л а.а.	2095	2514	1629	2514	1280	2838	1886	3434	4693	10756

11

1338392

12

Т а б л и ц а 4

Показатели	Способы	
	известный	предлага- емый
Начальная концентрация сбражива- емого сусла, % СВ	40-42	65-73
Концентрация этилового спирта в зрелой бражке, об. %	14-15	28,0-30,0
Концентрация сухих веществ пос- леспиртовой барды, %	13-14	28-30
Удельная скорость образования этилового спирта дрожжами, мл.а.а./г биомассы в 1 ч	0,174	0,178
Количество послеспиртовой барды, л/дал спирта	8-9	2,0-2,5
Расход воды на приготовление сусла, л/дал спирта	5-6	0,3-0,4
Расход пара на перегонку барды, кг/дал спирта	15	5
Расход пара на упаривание барды, кг/ч на 1000 дал спирта	6000	-

Редактор С.Рехова	Составитель Л.Пашинина Техред М.Ходанич	Корректор И.Эрдейи
Заказ 1121/ДСП	Тираж 294	Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5		

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная, 4