

СОДЕРЖАНИЕ ВЫСШИХ СПИРТОВ В МЕЛАССНЫХ БРАЖКАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ РАС ДРОЖЖЕЙ

В. Ф. СУХОДОЛ, А. М. КУЦ, П. М. МАЛЬЦЕВ,

И. Д. МОВЧАН, А. М. ШЕВЧЕНКО

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Расы дрожжей рода *Saccharomyces* существенно влияют на образование спирта и сопутствующих ему примесей [1—9]. Нами исследован состав исходного сырья — мелассы и полученных из него бражек при использовании различных рас дрожжей, в том числе и гибридных.

Водные растворы мелассы объемом 250 мл и концентрацией 21,5% СВ сбраживали в колбах Эрленмейера периодически без аэрирования при следующих условиях: рН 5,5, температура брожения 30°C, количество засевных дрожжей 50 млн/мл среды. В качестве дополнительного питания для дрожжей вводили карбамид и ортофосфорную кислоту (0,10 и 0,06% к массе мелассы). Применяли гибридные дрожжи 13, 26, 67, 75, 93, 94, 112, 176, 202, 279 [3, 9, 10] и дрожжи расы В (контроль). Брожение контролировали по убыли углекислого газа весовым методом и заканчивали за 70—72 ч.

Было проведено четыре серии опытов, из которых в первой и второй применяли мелассу Трилесского спиртового комбината (образец 1), в третьей — Андрушевского (образец 2), а в четвертой — Лужаиского (образец 3). Повторность опытных брожений и аналитических определений — трех-четырёхкратная.

Содержание этилового и высших спиртов определяли в дистиллятах бражки, полученных в обычных условиях при скорости сгонки 4 — 5 мл/мин. Этанол находили пикнометрически, а высшие спирты — колориметрически [11] и методом ГЖХ [12] на хроматографе «Цвет 4-67» Носитель — 15% ПЭГ-300 на хроматоне N А Ц7-ДМСЦ зернением 30—60 меш. Температура колонки 70°C. Детектор пламенноионизационный. Качественную идентификацию

примесей вели путем сравнения времени удерживания чистых веществ. Для количественного определения примесей использовали метод абсолютной ккалибровки [12]. Колориметрический метод, предусматривающий использование парадиметилбензальдегида, был использован для сравнительного определения суммы высших спиртов в бражных дистиллятах.

Состав меласс, установленный по методикам [13, 14], приведен в табл. 1, из которой видно, что исследованные образцы различались между собой содержанием общего и аминного азота, сернистого ангидрида и инвертного сахара. Во всех образцах распределительной бумажной хроматографией [14] найдено 16 аминокислот. Первый образец мелассы содержал аминокислот в 1,7 раза больше, чем третий, в том числе лейцина и изолейцина в 1,6 раза.

На рисунке показаны хроматограммы дистиллятов бражек, полученных при использовании мелассы Лужанского спирткомбината, гибридных дрожжей 75, 112, 279 и дрожжей расы В с различным временем выхода τ . Хроматограммы свидетельствуют о четком разделении высших спиртов по принятой нами методике [12].

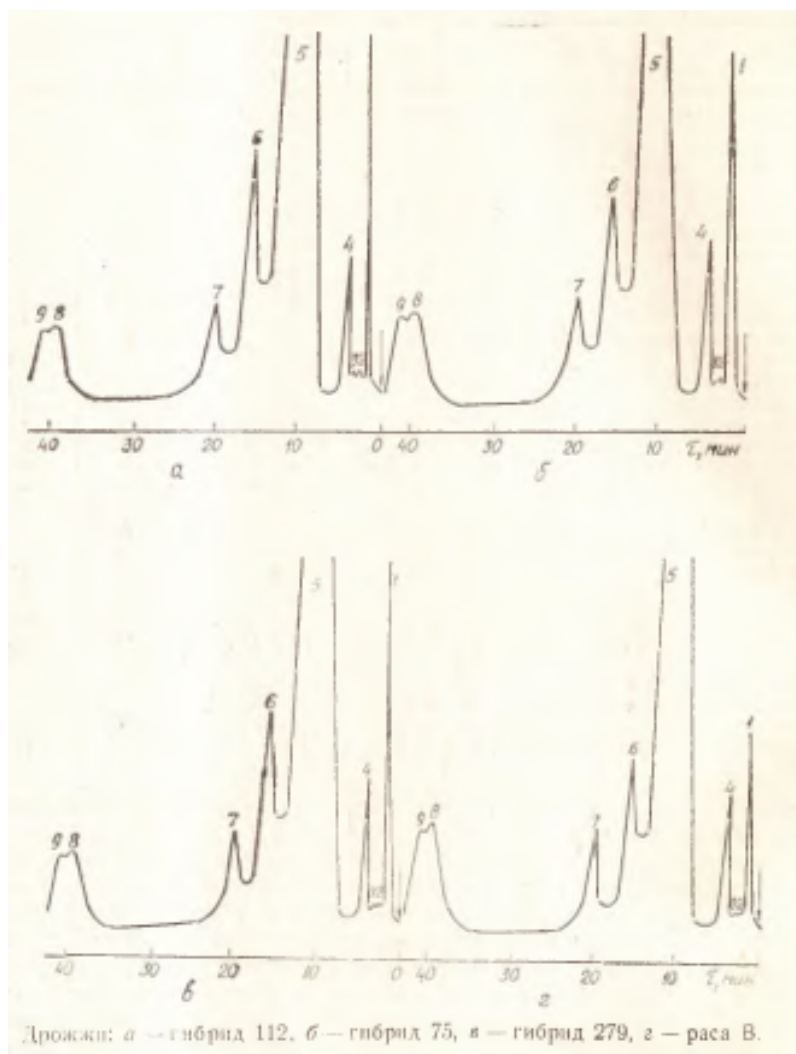
Таблица 1

Показатели	Химический состав образцов мелассы		
	1	2	3
Сухие вещества (по рефрактометру)	82,2	80,4	78,1
рН	6,7	6,7	6,6
Кислотность, град	0,20	0,20	0,15
Инвертный сахар, %	0,63	0,66	1,21
Сумма сбраживаемых веществ, %	48,24	50,41	49,04
Доброкачественность, %	58,7	62,2	62,8
Фосфор (P ₂ O ₅), %	0,030	0,030	0,026
Азот, %:			
общий	1,75	1,55	1,35
аминный	0,27	0,21	0,12
Аминокислоты, % на сухое вещество мелассы, в том числе:			
лейцин-изолейцин	8,870	6,177	5,421
фенилаланин	1,670	1,275	1,045
валин-метионин-триптофан	0,100	0,170	0,094
γ-аминомасляная кислота	0,784	0,560	0,623
тирозин	0,403	0,257	0,390
пролин	0,836	0,280	0,188
аланин	следы	следы	следы
глутаминовая кислота+треонин+глицин	1,370	0,985	0,890
аспарагиновая кислота+серин	1,440	1,220	0,920
аргинин	1,810	1,090	1,054
лизин	0,227	0,150	0,150
гистидин	0,089	0,100	0,067
гистидин	0,143	0,090	следы
Сернистый ангидрид, %	0,012	0,024	0,012
Летучие кислоты, % в пересчете на уксусную	0,92	0,70	1,08
Инфицированность мелассы (по нарастающей кислотности при самоброжении за 24 ч), град	0,20	0,20	0,15
Цветность (светопрозрачность), % к воде	34,0	30,0	19,0

Результаты исследования дистиллятов бражек даны в табл. 2. Во всех пробах обнаружены и идентифицированы н-пропанол 6, изобутанол 7, оптически активный амиловый спирт 8 и изоамилол 9. Изопропиловый спирт выявить не удалось, что может быть объяснено близким временем удерживания с этанолом 5 и большой концентрацией последнего. В дистиллятах бражки найдены также ацетальдегид 1, метилацетат 2, ацетон 3, этилацетат и масляный альдегид 4 (см. рисунок).

Опыты показали, что при одинаковом количестве засевных дрожжей резких колебаний в содержании суммы высших спиртов в бражных дистиллятах в пределах одного опыта по сравнению с контролем не обнаружено. Разница в сумме высших спиртов, определенных хроматографически и колориметрически, в среднем 10—20%. Повышенное содержание высших спиртов, полученное при использовании парадиметилбензальдегида, можно объяснить его взаимодействием не только с высшими спиртами, но и с другими примесями спирта, находящимися в дистилляте бражки.

Корреляции между содержанием аминного азота в мелассах и суммарным количеством высших спиртов, в бражных дистиллятах не было, это вызвано, по-видимому, введением в питательный субстрат карбамида.



При использовании дрожжей расы В соотношение между отдельными высшими спиртами, содержащимися в бражном дистилляте, составляло $C_3:C_4:C_5 = 22:28:50$ (табл. 2). Применение гибридных дрожжей изменяло это соотношение в сторону увеличения *n*-пропанола и уменьшения изоамилола, что наблюдалось во всех опытах независимо от состава исходного субстрата. Раса дрожжей существенно влияла на состав высших спиртов в бражном дистилляте. Так, при использовании дрожжей расы Г-112 соотношение $C_3:C_4:C_5$ составляло (в процентах) в первом опыте 27 : 26 : 47, в третьем — 23 : 35 : 45 и в четвертом — 30 : 32 : 38. При работе с дрожжами расы Г-75 соотношение $C_3:C_4:C_5$ изменялось: в первом опыте — 29:32: 39, в третьем — 32:21:47, а четвертом — 31:28:42.

Таблица 2

Раса дрожжей	Этанол, об. %	н-Пропанол	Изобутанол	Изоамилол*	Сумма высших спиртов выделенная		Отношение C ₃ : C ₄ : C ₅
					хроматографически	колориметрически	
мг/г бражки							
Опыт 1							
В	8,95	36,9	49,8	82,9	169,5	218,4	1 : 1,34 : 2,24
75	8,92	51,8	59,6	71,2	185,6	243,6	1 : 1,08 : 1,29
93	8,93	42,1	37,7	60,3	140,1	180,6	1 : 0,98 : 1,43
112	8,89	52,1	49,1	89,8	191,0	222,6	1 : 0,94 : 1,72
279	8,93	46,8	49,6	69,3	165,7	205,8	1 : 1,05 : 1,48
Опыт 2							
В	8,68	34,4	49,6	84,5	165,8	194,1	1 : 1,44 : 2,45
13	8,48	60,4	27,2	57,6	146,2	178,9	1 : 0,45 : 0,95
67	8,63	45,3	59,1	71,2	175,6	215,8	1 : 1,30 : 1,57
94	8,36	39,6	38,0	51,4	129,0	156,2	1 : 0,95 : 1,29
176	8,36	38,7	49,2	59,9	147,8	188,2	1 : 1,27 : 1,54
202	8,20	50,4	48,2	83,1	179,9	201,2	1 : 0,95 : 1,64
Опыт 3							
В	8,93	41,0	62,9	114,3	218,2	267,6	1 : 1,53 : 2,78
67	8,90	66,2	75,8	121,2	263,2	306,1	1 : 1,14 : 1,83
75	8,92	73,4	48,3	108,4	230,1	262,9	1 : 0,65 : 1,47
93	8,89	52,7	47,2	98,1	197,9	240,0	1 : 0,89 : 1,86
112	8,86	46,0	70,5	86,3	202,8	233,1	1 : 1,53 : 1,87
176	8,52	70,8	68,4	128,4	268,6	307,4	1 : 0,96 : 1,81
279	8,89	79,4	56,8	89,2	225,4	252,8	1 : 0,71 : 1,12
Опыт 4							
В	8,93	45,4	49,8	84,2	174,4	228,5	1 : 1,09 : 1,85
26	8,89	50,4	49,9	60,2	160,2	190,6	1 : 0,99 : 1,19
75	9,01	38,4	44,2	60,8	143,4	181,4	1 : 1,15 : 1,58
112	8,89	62,1	57,3	82,4	201,8	222,4	1 : 0,92 : 1,32
176	8,48	63,4	68,8	81,9	214,1	236,8	1 : 1,08 : 1,29
279	8,93	46,4	58,3	58,3	163,0	189,0	1 : 1,25 : 1,25

*Изоамиловый спирт рассчитывали в сумме с оптически активным амиловым спиртом.

Таким образом, гибридные дрожжи влияют на состав примесей, сопутствующих спирту, что должно сказаться на процессах, происходящих при извлечении спирта из бражки, на последующей очистке спирта при ректификации, также на выходе и качестве сивушного масла, полученного водной экстракцией из спирто-водно-сивушных смесей.

ВЫВОДЫ

1. Индивидуальной способностью различных рас спиртовых дрожжей является накопление различных количеств отдельных высших спиртов при сбраживании мелассы.
2. Дрожжи расы В при сбраживании мелассы накапливают в бражке изоамилового спирта по отношению к сумме высших спиртов на 10—15 % больше, чем гибридные дрожжи 13, 26, 67, 75, 93, 94, 112, 176, 202, 279, которые имеют тенденцию к накоплению в бражке повышенного содержания н-пропанола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов С. А., Косиков К. В., Раевская О. Г. Ферментная и спирт. пром-сть, № 1, 8, 1964.
2. Полуянова М. Т., Москвичева Э. П., Бочаров С. Н., Косиков К. В. Тр. Всес. н.-и. ин-та продуктов брожения, вып. 19, 33, 1970.
3. Раев З. А., Коваленко А. Д., Коробкова Л. А., Садовникова Т. А., Беспалая М. К. Тр. Укр. н.-и. ин-та спирт. пром-сти, вып. 15, 39, 1973.
4. Грачева И. М. Исследование процесса образования высших спиртов дрожжами. Докт. дис., М., 1972.
5. Нилов В. И., Скурихин И. М. Химия виноделия. Изд. «Пищевая пром-сть», М., 1967.
6. Савчук М. Я. Исследование влияния условий сбраживания мелассы на качество спирта. Канд. дис., Киев, 1971.
7. Шандрель Г. Микробиология соков и вин. Изд. «Пищевая пром-сть», М., 1967.
8. Швец В. М., Слюсаренко Т. П., Кноготкова Е. И. Ферментная и спирт. пром-сть, № 6, 14, 1973.
9. Шевченко А. М. Исследование и отбор дрожжевых гибридов для производства хлебопекарных дрожжей. Канд. дис., Киев, 1973.
10. Косиков К. В., Раевская О. Г. Тр. Ин-та генетики АН СССР, № 35, 47, 1965.
11. Козлова Д. А. Тр. Укр. н.-и. ин-та спирт, пром-сти, выи. 8, 1124, 1963.
12. Грязнов В. П., Положенцева Н. Г., Яшин Я. И., Сальникова Г. М. Газохроматографические методы анализа и состав примесей в пищевом этиловом спирте. ЦИНТИПищепром, М., 1968.
13. Плевако Е. А., Бакушинская О. А. Микробиологический и химико-технологический контроль дрожжевого производства. Изд. «Пищевая пром-сть», М., 1964.
14. Коваль В. Г., Борисова С. К., Скирстымонский А. И. Тр. Укр. н.-и. ин-та спирт. пром-сти, вып. 10, 94, 1965.