

І. Гулий, А. Українець, П. Шиян, Т. Мудрак, А. Фіщенко, Р. Кириленко, В. Сизько, Г. Єрмакова, І. Жолнер, В. Сосницький, В. Артюхов, А. Михайлів
И. Гулий, А. Украинец, П. Шиян, Т. Мудрак, А. Фищенко, Р. Кириленко, В. Сизько, А. Ермакова, И. Жолнер, В. Сосницкий, В. Артюхов, А. Михайлив
Hyliy Ivan, Ukrainecs Anatoliy, Shiyan Peter, Mydrak Tatiyana, Fishcenko Anatoliy, Kirilenko Roman, Syzko Valeriy, Yermakova Anna, Zholner Ivan, Sosnickiy Vitaliy, Artychov Vladimir, Mickhayliv Andrey

**Вплив виду зернових культур та ступеню дисперсності їх помелу на
склад леткої частки спиртової бражки**

Влияние вида зерновых культур и степени дисперсности их помела на состав
летучей части спиртовой бражки

Influence of a kind of grain crops and degrees of their dispersiveness grinding
on structure of a flying part of spirit washes

Розглянуто комплекс технологічних заходів для стабільного одержання спирту високої якості з зернової сировини залежно від ступеня дисперсності помелу і температури термоферментативної обробки.

Рассмотрен комплекс технологических приемов для стабильного получения спирта высокого качества из зернового сырья в зависимости от степени дисперсности помола и температуры термоферментативной обработки.

The complex of technological receptions for stable reception of spirit of high quality from grain raw material depending on a degree of dispersiveness of a grinding and temperature thermofermentative processings is considered.

Ключові слова: крохмалевмісна сировина, низькотемпературна термоферментативна обробка, концентровані ферментні препарати

Ключевые слова: крахмалсодержащее сырье, низкотемпературная термоферментативная обработка, концентрированные ферментные препараты

Key words: carbohydrates content raw material, low-temperature thermofermentative processing, the concentrated fermental preparations

Для оптимізації процесу ректифікації з метою зменшення питомих енерговитрат та отримання етилового спирту високої якості необхідні достовірні відомості про якісний і кількісний склад леткої частки бражки.

У зв'язку з дефіцитом на сировинному ринку пшениці для виробництва спирту у великій кількості використовують інші види зернових культур, насамперед, жито, кукурудзу, ячмінь, овес, просо, тритікале, тощо.

Впровадження низькотемпературної термоферментативної обробки крохмалевмісної сировини передбачає зниження ступеню помелу зерна для інтенсифікації процесу ферментативного гідролізу високомолекулярних сполук [1].

Біосинтез вторинних і побічних продуктів під час бродіння пов'язаний із регуляторними функціями дріжджових клітин, але їх утворення в значній мірі залежить від хімічного складу сировини та технології її переробки.

Використання різних видів сировини, які суттєво відрізняються за хімічним складом, зниження дисперсності помелу та температури його водно-теплової обробки впливає на якісний і кількісний склад летких органічних домішок спиртових бражок, що, в свою чергу, обумовлює не тільки органолептичні показники ректифікованого спирту, а і питомі енерговитрати та продуктивність ректифікаційної установки в цілому.

Тому необхідно визначити, як змінюється склад органічних домішок бражного дистиляту в залежності від цих факторів.

З цією метою були проаналізовані бражні дистиляти, отримані з різних видів сировини, різної ступені дисперсності.

Як контроль використовували бражний дистилят, отриманий при переробці пшениці.

Вплив ступені дисперсності помелу визначали на бражних дистилятах з пшениці. Досліджували помели з проходом через сито з діаметром отворів 1,0 мм, 0,5 мм та 0,25 мм.

Для розрідження та оцукрення замісів використовували концентровані ферментні препарати Термаміл 120 L та Сан-Супер 240 L при температурі

водно-теплової обробки 90⁰С та 120⁰С. Оцукрене сусло зброджували спиртовими дріжджами раси К-81.

Вміст органічних домішок в бражному дистиляті визначали на газорідинному хроматографі Кристал 2000 М.

В таблиці 1 наведено склад органічних домішок бражних дистилятів з різних видів сировини при температурі водно-теплової обробки 90⁰С.

З даних, наведених в таблиці 1, видно, що склад летких домішок бражних дистилятів з різних видів сировини коливається в широкому діапазоні.

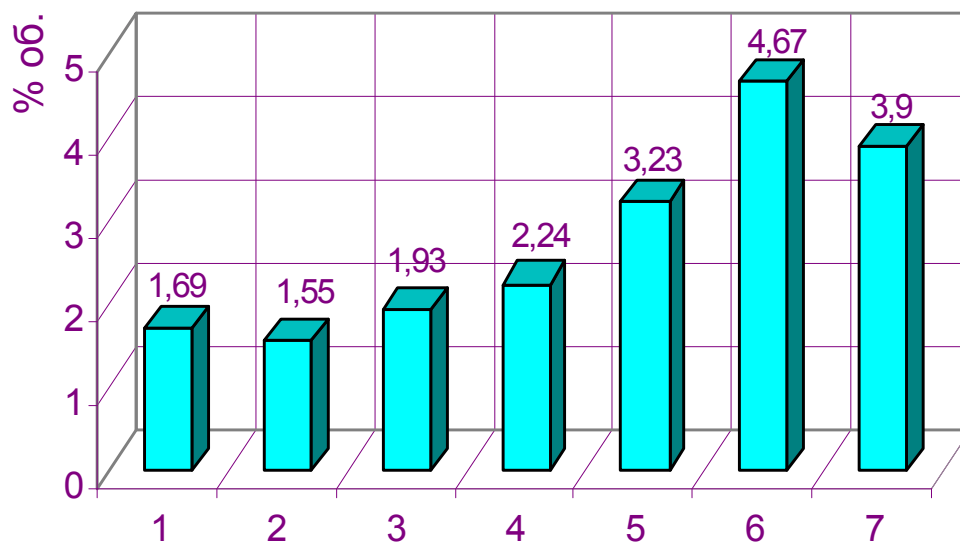
Вміст метилового спирту в бражних дистилятах наведено на рис.1. Найбільша його кількість знаходиться в бражному дистиляті з сорго та проса – в 2,4 та 2,9 разів більше, ніж в контролі. В бражних дистилятах з жита та рису вміст метанолу на 14 та 20% відповідно більше, ніж в бражному дистиляті з пшениці. Це свідчить про те, що метиловий спирт утворюється не тільки під час термічного розкладу пектинових речовин, а і під час бродіння і, основним чином, залежить від виду та хімічного складу сировини.

Найбільша кількість ацетальдегіду накопичувалась при зброджуванні сусла з вівса та сорго, найменша – з рису та пшениці.

Вміст органічних домішок в бражних дистилятах із різних видів сировини

Таблиця 1

№ п/ п	Склад проби	Пшениця (контроль)	Ячмінь	Жито	Рис	Просо	Сорго	Овес
1	Ацетальдегід, мг/дм ³	27,9	38,9	33,1	19,2	29,9	39,47	101,59
2	Метилацетат, мг/дм ³	2,3	0,8	34,1	1,6	0,4	1,1	0,4
3	Етилацетат, мг/дм ³	14,5	14,3	13,4	41,6	14,3	23,9	13,0
4	Ізо-бутилацетат, мг/дм ³	Сліди	-	сліди	-	-	-	-
5	Ізо-амілацетат, мг/дм ³	Сліди	сліди	сліди	0,2		3,4385	0,2
6	Сума ефірів, мг/дм ³	16,9	15,1	15,6	43,3	14,7	28,4	13,6
7	Метанол, *10 ⁻⁴ , % об.	1,7	1,6	1,9	2,2	3,2	4,7	3,9
8	Ізо-пропанол, мг/дм ³	19,1	10,9	2,1	1,6	3,8	0,3	6,3
9	Н-пропанол, мг/дм ³	18,2	12,0	29,0	124,1	12,8	23,7	22,5
10	Ізо-бутанол, мг/дм ³ сив.	47,3	64,1	62,8	82,1	44,2	59,7	43,8
11	Ізо-пентанол, мг/дм ³ сив.	186,4	229,8	211,8	188,7	209,9	441,4	169,3
12	Н-пентанол, мг/дм ³ сив.	0,4	28,0	29,2	9,5	сліди	сліди	Сліди
13	Н-бутанол, мг/дм ³ сив.	1,7	1,0	45,4	2,1	сліди	сліди	Сліди
14	Сума сив. масел, мг/дм ³	235,8	322,9	349,2	282,4	254,1	501,1	213,1



1-пшениця (контроль); 2-ячмінь; 3-жито; 4-рис; 5-просо; 6-сорго; 7-овес

рис.1. Вміст метанолу в бражних дистилятах при використанні різних видів сировини

Накопичення складних естерів в досліджуваних зразках знаходилося майже на одному рівні, за винятком сорго та рису, де їх кількість була відповідно в 1,7 та 2,5 рази більша, ніж в контролі.

Найбільша концентрація компонентів сивушного масла була відмічена в бражних дистилятах з жита – майже у 2 рази більша, ніж при переробці пшениці. Це може бути пов'язано з тим, що утворення органічних домішок є результатом життєдіяльності дріжджових клітин, які по-різному засвоюють вуглеводмісні сполуки в залежності від будови їх молекул, ступеню окислюваності та розчинності [2].

Впровадження низькотемпературної термоферментативної обробки крохмалевмісної сировини передбачає зменшення дисперсності помелів для більш ефективного контакту амілолітичних ферментів з молекулами крохмалю на стадії його розрідження та оцукрення.

Із зменшенням ступеню помелу зерна відбувається механодеструкція біополімерів сировини, в результаті сусло за своїм молекулярним складом відрізняється від сусла із низькодисперсних помелів [3].

В таблиці 2 наведено склад бражних дистилятів, отриманих при переробці пшениці різного ступеню дисперсності при температурі термоферментативної обробки 90 та 120⁰С.

Вміст органічних домішок в бражних дистилятах з пшениці

Таблиця 2

№ п/п	Склад проби	Температура розварювання, ⁰ С, ступінь помелу, мм							
		120	90	120	90	120	90	120	90
		Прохід через сито з діаметром отворів 1мм 80% (контроль)		Прохід через сито з діаметром отворів 1мм 100%		Прохід через сито з діаметром отворів 0,5мм 100%		Прохід через сито з діаметром отворів 0,25мм 100%	
1.	Ацетальдегід, мг/дм ³	22,3	25,1	27,8	35,6	40,5	59,5	42,5	67,0
2.	Метилацетат, мг/дм ³	6,9	7,8	10,3	15,1	7,9	16,6	12,1	9,9
3.	Етилацетат, мг/дм ³	37,9	40,5	42,6	40,3	34,5	33,8	39,1	44,1
4.	Сума складних ефірів, мг/дм ³	44,8	48,3	52,9	55,4	42,4	50,4	51,2	54,0
5.	Метанол, *10 ⁻⁴ , мг/дм ³	19,5	18,7	19,3	18,6	16,8	15,5	12,5	11,9
6.	Пропиловий спирт, мг/дм ³	124,9	104,5	129,7	74,4	127,1	103,0	89,8	62,9
7.	Ізобутиловий спирт, мг/дм ³	126	118	114,9	97,2	119,0	126,0	96,0	93,2
8.	Ізоаміловий спирт, мг/дм ³	495,1	508,6	482,2	428,8	503,2	537,7	468	536,6
9.	Сума вищих спиртів, мг/дм ³	746	736	726	600,4	749	663,2	572	692,7
10.	Вміст етанолу, %об.	8,1	8,15	8,11	8,19	8,14	8,3	8,1	8,5

Накопичення ацетальдегіду в бражних дистилятах із збільшенням ступеню дисперсності помелу зростає незалежно від температури водно-теплової обробки. Якщо в контрольному зразку при температурі розварювання 120⁰С його вміст складав 22,3 мг/дм³, то при тонині помелу $\geq 0,25$ мм концентрація ацетальдегіду була в 2 рази більша, а при низькотемпературному розварюванні (90⁰С) його концентрація збільшувалась майже в 3 рази.

Це можна пояснити тим, що з підвищенням дисперсності помелу бродильна активність дріжджів зростає, що інтенсифікує утворення піровиноградної кислоти і, як наслідок, призводить до збільшення концентрації ацетальдегіду [2].

Концентрація метанолу із зниженням дисперсності помелу зменшується незалежно від температури водно-теплової обробки сировини. При дисперсності помелу 0,5 та 0,25 мм його концентрація знизилась по відношенню до контролю на 16 та 57% відповідно.

Зменшення концентрації метанолу при зниженні температури водно-теплової обробки пов'язано з уповільненням реакції диметилоксилювання пектину з утворенням метанолу. Зниження концентрації метанолу при збільшенні дисперсності помелу може бути пов'язано з механоактивацією ферменту пектинметилестерази та безпосередньо механодеструкцією молекул декстрину до моносахаридів, які не приймають участь в утворенні метанолу [4].

В результаті досліджень встановлено, що на концентрацію складних естерів в бражних дистилятах температура водно-теплової обробки сировини та її дисперсність суттєво не впливають.

Крім того, при зменшенні дисперсності помелу та зниженні температури водно-теплової обробки спостерігається зменшення концентрації вищих спиртів в бражних дистилятах, а вміст пропилового спирту в бражному дистиляті, отриманому при переробці високодисперсного помелу ($d \leq 0,25$ мм) в 1,4 – 1,7 разів менший в порівнянні з контролем.

Проведені дослідження підтвердили залежність якісного і кількісного складу леткої частини бражки від виду перероблюваної сировини, ступеню дисперсності помелу та температури її водно-теплової обробки.

При переробці жита, зернового сорго та вівса в бражному дистиляті збільшується концентрація ацетальдегіду, а при переробці рису зростає кількість складних естерів.

В бражних дистилятах з ячменю, жита, рису та сорго підвищується вміст компонентів сивушного масла.

Встановлено, що при зменшенні дисперсності помелу до 0,25 мм та температури водно-теплової обробки сировини до 90⁰С концентрація ацетальдегіду зростає в 1,9...2,6 рази, а вміст метанолу знижується в середньому на 36 %.

Отримані результати необхідно враховувати при організації процесу брагоректифікації.

В зв'язку із зменшенням в бражному дистиляті вмісту метилового спирту, збільшенням концентрації ацетальдегіду та компонентів сивушного масла, робота брагоректифікаційної установки повинна бути спрямована на вилучення саме цих домішок спирту.

Для цього можуть бути рекомендовані наступні технологічні прийоми:

- Поглиблена гідроселекція в епюраційній колоні з попереднім підвищенням концентрації бражного дистиляту за рахунок дефлегмації та створення в бражній колоні концентраційної частини.
- Збільшення зони пастеризації в спиртовій колоні.
- Цільове вилучення верхніх проміжних домішок з спиртової колони з послідовним їх концентруванням.
- Оптимізація роботи вузла відбору сивушного масла.
- Уведення до системи брагоректифікації колони остаточного очищення з 40...50 тарілками при роботі її в режимі повторної ректифікації.
- Установка розгонної колони з виводом на неї усіх побічних продуктів брагоректифікації та конденсатів зі спиртоуловлювачів. Експлуатація її в режимі глибокої гідроселекції.

Впровадження комплексу наведених заходів дозволяє стабільно отримувати спирт високої якості з будь-якої сировини.

Більш повно ці заходи наведені в галузевому технологічному регламенті [5] і є об'єктом інтелектуальної власності, їх використання передбачає дотримання Закону України про авторські і суміжні права.

Література

1. Технологічний регламент виробництва спиртових бражок при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів. ТР У 00032744-812-2002, Київ.: 2002.- 92 с.
2. С.А. Коновалов «Биохимия дрожжей». – М.: Пищевая пром-сть, 1980, - 116с.
3. Кислая Л.В., Маринченко В.А. «Интенсификация процесса осахаривания и сбраживания крахмалсодержащего сырья, подвергнутого механической деструкции». – Ферментная и спиртовая пром-сть, 1975, № 8, с.8 – 12.
4. Милуков В.Т., Федоров А.Ф. «Влияние некоторых технологических факторов на накопление метанола при спиртовом брожении», НТИ (спиртовая и ликеро-водочная пром-сть). Вып. 4, М. ЦНИИТЭИпищепром, 1970.
5. Технологічний регламент перегонки бражки з вуглеводвмісної сировини та ректифікації спирту на енерго- та ресурсозберігаючих брагоректифікаційних установках ТР У 00032744 – 2003.