

УДК 663.43

## ЗМІНИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СОЛОДУ ПРИ ЙОГО ФЕРМЕНТАЦІЇ

**СМЕЛЬЯНОВА Н.О.**, доктор технічних наук,

**ПОТАПЕНКО С.І.**, кандидат технічних наук,

**МУКОЇД Р.М.**, старший науковий співробітник,

**ЧУМАКОВА О.В.**, науковий співробітник,

**БЕЗСМЕРТНА Л.О.**, лаборант

Національний університет харчових технологій

*Досліджено зміни хімічного складу при ферментації свіжопророщеного ячмінного, вівсяного, кукурудзяного і пшеничного солоду. Встановлено, що в результаті 3-х добової ферментації вміст цукрів збільшується на 50-80%, амінокислот – в 1,5...2, кислотність – в 1,3...2,0, кольоровість – в 2...4 рази в залежності від злаку. При цьому найбільші зміни складу мають місце після першого дня ферментації.*

**Ключові слова:** *Ячмінь, зерно, солод, процес, пророщування, ферментація, гідроліз, ферменти, біологічно-активні речовини.*

*Исследовано изменения химического состава при ферментации свежопророщенного ячменного, овсяного, кукурузного и пшеничного солода. Установлено, что в результате 3-х суточной ферментации содержание сахаров увеличивается на 50-80%, аминокислот – в 1,5...2, кислотность – в 1,3...2,0, цветность – в 2...4 раза в зависимости от злака. При этом наибольшие изменения состава имеют место после первого дня ферментации.*

**Ключевые слова:** *Ячмень, зерно, процесс, проращивание ферментация, гидролиз, ферменты, биологически-активные вещества.*

Дослідженнями, проведеними раніше медичними закладами в співдружності з НУХТ, доказано, що пророщені злаки можна використовувати при виробництві різних оздоровчих та лікувальних харчових продуктів [1, 2].

В процесі пророщування злаків проходять процеси гідролізу високомолекулярних сполук. В результаті цього в зерні накопичуються низькомолекулярні водорозчинні білки, цукри, амінокислоти, значно збільшується вміст вітамінів, фітогормонів та ауксинів.

При сушінні свіжопророслого солоду гідролітичні процеси припиняються, і хімічний склад пророслого зерна стабілізується.

Якщо ж проросле зерно не сушити, то ферменти зберігають свою активність і ступінь гідролізу можна ще збільшити, якщо створити відповідні умови (температура і вологість, подовжений термін технологічної паузи). Для поглиблення гідролітичних процесів і проводиться процес ферментації в наслідок якого змінюється хімічний склад солоду. Такий солод відрізняється високим вмістом низькомолекулярних біологічно-активних речовин [3]. Використання його при виробництві харчових продуктів дозволить значно підняти їх дієтичну і лікувальну цінність.

Оскільки зміни хімічного складу при ферментації солоду в спеціальній літературі майже відсутні, а використання такого солоду дозволить збільшити біологічну цінність харчових продуктів, були проведені відповідні дослідження.

Для одержання ферментованих солодів була розроблена лабораторна установка, яка дає можливість максимально наблизити технологічний процес ферментації до виробничих умов спеціалізованих солодових заводів.

Для ферментації пророщені зразки витримували протягом однієї доби при кожній з наступних температур:  $45 \pm 2$ ,  $55 \pm 2$ ,  $65 \pm 2^\circ\text{C}$ . Такий температурний режим вибрано з метою отримання оптимальних умов для дії гідролітичних ферментів: цитолітичних, протеолітичних і амілолітичних відповідно.

Проферментовані зразки солоду висушували при температурі  $40 \dots 70^\circ\text{C}$ . З них готували водні витяжки та сусло і визначали фізико-хімічні показники, які представлені в таблиці [4, 5].

## Зміни хімічного складу при ферментації пророщеного зерна

Тривалість ферментації, діб	Вологість при ферментації, %	Редукуючи цукри, г на 100 г СР	Амінний азот, мг на 100 г СР	Кислотність, см <sup>3</sup> NaOH конц. 1,0 моль/ дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> СР	Колір см <sup>3</sup> роз. йоду конц. 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100см <sup>3</sup> води
<b>Ферментація ячменя</b>					
Пророщене зерно до ферментації	43	6,9	70	5,9	1,3
1	46	8,1	112	7,4	2,0
2	47	9,5	140	9,0	3,5
3	47	10,2	145	13,2	4,7
<b>Ферментація вівса</b>					
Пророщене зерно до ферментації	42	6,1	82	6,5	1,0
1	45	7,5	135	8,2	1,8
2	46	8,6	150	10,1	3,1
3	46	8,5	160	12,0	4,0
<b>Ферментація кукурудзи</b>					
Пророщене зерно до ферментації	45	5,8	44	5,0	0,8
1	47	7,4	59	6,1	1,2
2	48	8,0	94	7,0	1,8
3	48	10,3	98	8,2	2,0
<b>Ферментація пшениці</b>					
Пророщене зерно до ферментації	44	7,8	62	6,6	1,0
1	48	14,3	79	7,9	1,6
2	48	16,0	140	9,8	2,5
3	49	19,2	152	10,5	3,6

СР – сухі речовини.

З таблиці видно, що при ферментації має місце помітне збільшення вологості. Це можна пояснити інтенсифікацією дихання при підвищенні температури з 18 . . . 20°C при солодощенні до 45°C в першу добу

ферментації. При подальшому підвищенні температури до 55...65°C (друга і третя доба) вологість також збільшується, але значно повільніше. Це, мабуть, тому, що зародок зерна вже втрачає свою життєздатність, яка, як відомо, зберігається лише до 50...55°C.

Вуглеводний склад зерна при ферментації змінюється доволі сильно. При цьому найбільші зміни проходять в першу добу ферментації. Так, кількість редукуючих цукрів після першої доби ферментації у порівнянні з пророщеним зерном більше : у ячменя на 18%, у кукурудзи – на 27%, у пшениці – на 83%, у вівса – на 80%. Після 3-х діб ферментації вміст цукрів в ячмінному солоді в порівнянні з свіжопророслим збільшився на 40%, в кукурудзяному – на 80%, в пшеничному – майже в 1,5 разів і в вівсяному – майже в 2 рази.

Одержані результати погоджуються зі змінами екстрактивності і тривалості оцукрювання, що було виявлено при приготуванні сусла. Усі зразки пророщених злаків добре оцукрювались і, в залежності від злаку, мали екстрактивність 56...78%.

Після першої доби ферментації вони ще оцукрювались, але після другої вже ні один зразок солоду не оцукрювався, і екстрактивність помітно знижалась у порівнянні з неферментованим зразком. Такі зміни свідчать про значну інактивацію амілолітичних ферментів при проведенні ферментації, що можна пояснити збільшенням кислотності.

Про гідроліз білкових речовин можна судити по змінах вмісту амінного азоту в витяжках і суслі, тобто утворенню амінокислот.

З таблиці видно, що вміст амінокислот при ферментації усіх чотирьох злаків значно збільшувався протягом усього процесу. При цьому найбільший приріст амінокислот після першої доби ферментації був в солоді з ячменю і вівса (на 60%), а найменший з кукурудзи (30%). При подальшій ферментації цей показник продовжував рости і до кінця третьої доби був у 1,5...3 рази більший, ніж до ферментації.

Одержані результати свідчать про те, що протеолітичні ферменти зберігають свою активність протягом усіх трьох діб ферментації, що і забезпечує накопичення в зерні низькомолекулярних речовин.

За показником кислотності пророщене зерно (солод) всіх 4-х злаків було схоже між собою. При його ферментації кислотність поступово збільшувалась і в кінці третьої доби була у 1,5...2 рази більше, ніж на початку процесу. При цьому у кукурудзи цей показник був найменшим, а у ячменю – найбільшим.

Зміни кольору при ферментації солоду проходили аналогічно змінам кислотності. Найбільші зміни відмічались в перші два дні ферментації. До кінця третьої доби кольоровість була в 3...4 рази більше, ніж на початку процесу.

Результати дослідження показують, що при ферментації пророщеного зерна продовжуються гідролітичні процеси, які відбувались при пророщуванні, але з більш високою інтенсивністю. В результаті цього ферментований солод відрізняється більш високим вмістом низькомолекулярних біологічно-активних речовин.

Тому можна стверджувати, що ферментований солод може бути цінною добавкою при виробництві оздоровчих харчових продуктів.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного сусла і квасу / [Ємельянова Н.О., Гречко Н.Я., Кошова В.М., Суходол В.Х.]. – Київ.: ІСДО, 1994. – 152 с.
2. Змінення хімічного складу злаків як сировини для лікувально-оздоровчого харчування в процесі їх солодощення / А.І. Українець, Н.О. Ємельянова, С.І. Потапенко, Р.М. Мукоїд // Харчова промисловість. – 2005. – №4. – С. 73 – 75.

3. Домарецький В.А. Технологія, екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини. [підручник] / В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський, М.Г. Михайлов. – Вінниця. : Нова книга, 2005. – 408 с.
4. Мелетьєв А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. : за ред. А.Є.Мелетьєва. (Підручник). – Вінниця : Нова Книга, 2007. – 392 с.
5. Химико-технологический контроль производства солода и пива / [Мальцев П.М., Е.И. Великая, М.В. Зафирная, П.В. Колотуша.] – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 447 с.