

## ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА С.-Г. ПРОДУКЦІЇ

УДК 663.43  
©2016

ДОСЛІДЖЕННЯ  
ЗМІНИ СКЛАДУ  
ФЕРМЕНТОВАНОГО СОЛОДУ  
ПРИ СУШІННІ

**Ю.О. ЧУРСІНОВ,  
О.А. ПІВОВАРОВ,**  
доктори технічних наук

**О.С. КОВАЛЬОВА,**  
кандидат технічних наук

Дніпропетровський державний  
аграрно-економічний університет –  
ДВНЗ “Український державний  
хіміко-технологічний університет”,  
Україна  
E-mail: [livre@i.ua](mailto:livre@i.ua)

м. Дніпропетровськ, вул. Ворошилова, 25  
м. Дніпропетровськ, просп. Гагаріна, 8

*Наведено результати досліджень процесу сушіння ферментованого солоду, отриманого за класичною технологією та за спеціальною технологією з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. Визначено зміни складу солоду при його сушінні, досліджено вміст цукрів, амінокислотний склад та наявність меланоїдинів у готовому продукті. Зроблені висновки по динаміці зміни показників.*

**Ключові слова:** солод житній, ферментований солод, термічна обробка, температура сушіння, цукри, амінокислотний склад, меланоїдини, меланоїдиноутворення.

Солод застосовується в багатьох галузях харчової та смакової промисловості: хлібопеченні, пивоварінні, дріжджовому виробництві та інших. Житній солод є однією з основних видів додаткової сировини для виробництва харчових продуктів. У сучасних умовах більш конкурентоспроможним є солод ферментований, який має покращені органолептичні характеристики, зокрема яскраво виражений аромат і темний колір [7].

Ферментований солод являє собою солод десятиденного рощення, висушений за певної температури, не вищої за 100 °С. Сушіння повинно відбуватися при доступі великої кількості повітря, бажано за штучної тяги, до вмісту вологи 6 %. Крім більш високого вмісту ферментів, притаманного звичайному солоду, він має порівняно високу цитолітичну

активність. Для його виготовлення необхідно застосовувати зерновий матеріал з підвищеним вмістом білків, а також використовувати дрібні фракції зерна [2].

Процес сушіння солоду є важливою технологічною операцією, яка відповідає за якість готового продукту [7]. Процес сушіння солоду ставить певні завдання: набуття продуктом відповідних технологічних якостей (забарвлення, смаку, аромату); зниження вологості продукту. Сушіння – не лише складний нестационарний процес тепло- і вологообміну, а і технологічний процес. У сирому солоді під час сушіння відбуваються глибокі фізичні, хімічні і фізіологічні зміни, які залежать від температури і швидкості зневоднення, а також типу солоду [2].

**Метою наших досліджень** було вивчення зміни складу ферментованих со-

## ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА С.-Г. ПРОДУКЦІЇ

Дослідження зміни складу ферментованого солоду при сушінні

лодів класичного та отриманого за спеціальною технологією з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів, при його сушінні, а саме: вмісту простих цукрів, амінокислотного складу та вмісту меланоїдинів.

**Матеріали і методи досліджень.** Зразки ферментованого солоду, отриманого в лабораторних умовах, аналізували за класичною технологією [2] та з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів [1, 3]. Солод аналізували до сушіння, підсушений до різного рівня вологості і готовий солод, висушений за різних температур: 70, 75, 80, 85, 90 °С. Оскільки на стадії ферментації температура в шарі солоду досягає 60–65 °С, то сушіння починали з 70 °С. Крім того, якщо ферментований солод сушити за низьких температур, то він матиме слабкий аромат, у разі підвищення температури сушіння понад 90 °С ферментований солод набуде гіркового смаку.

Амінокислотний склад солоду визначали методом іонообмінної рідинно-колонної хроматографії на автоматичному аналізаторі Т-339 виробництва “Мікротехніка” (Чехія).

### 2. Вміст цукрів та меланоїдинів у ферментованому солоді за різних температур сушіння \*

Умова сушіння	Солод житній ферментований, %СР	
	класичний	з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів
До сушіння	<u>22,47</u> 56	<u>25,17</u> 58
Солод підсушений	90	94
Солод, висушений за різних температур, °С:		
70	<u>23,11</u> 106	<u>24,97</u> 108
75	<u>20,02</u> 125	<u>21,55</u> 130
80	<u>18,05</u> 138	<u>20,22</u> 145
85	<u>15,56</u> 152	<u>17,54</u> 167
90	<u>13,72</u> 175	<u>15,40</u> 181

\* Чисельник – цукри, знаменник – меланоїдини.

### 1. Режим сушіння ферментованого солоду

Час, год	Вологість матеріалу, %	Температура агента сушіння, °С
48–65	48–40	70
	40–30	80
	30–18	90
	18–6	96–98

Вміст цукрів визначали рефрактометричним методом, а вміст меланоїдинів – спектрофотометричним методом на СФ-16 за довжини хвилі 285 нм.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Оптимальний режим сушіння солоду повинен забезпечити максимальне збереження і покращення його хіміко-технологічних показників і здійснюватися за мінімальних енергетичних витратах. Такий режим забезпечується знанням особливостей солоду, що піддається сушінню, зв'язку вологи зі солодом і теорії сушіння (табл. 1).

Продукти розпаду білків і вуглеводів – амінокислоти та цукри – під впливом ви-

## ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА С.-Г. ПРОДУКЦІЇ

Дослідження зміни складу ферментованого солоду при сушінні

соких температур взаємодіють між собою з утворенням меланоїдинів, що забезпечують характерну для солоду органолептику [2, 7]. Тому вкрай важливо контролювати вміст цих речовин у процесі сушіння ферментативного солоду, оскільки меланоїдиноутворення є важливим процесом саме для цього виду солоду (табл. 2).

Вміст цукрів у солоді, який вирощували зі застосуванням активованих водних розчинів, вищий, ніж за класичної технології виробництва ферментованого солоду. Збільшення цукрів відбувається за рахунок підвищення амілолітичної активності в солодовому зерні [4, 5]. Дані табл. 2 підтверджують, що при температурі 70 °С накопичення цукрів продовжується, оскільки ще відбувається ферментативне розкладання крохмалю, а наступне підвищення температури знижує вміст цукрів. І це свідчить про початок процесу меланоїдиноутворення. Цукри витрачаються на утворення меланоїдинів, ця динаміка зберігається по всіх видах досліджуваного солоду.

Одним з основних компонентів, які беруть участь у меланоїдиноутворенні, є амі-

нокислоти, тому необхідним було визначити амінокислотний склад солоду (табл. 3).

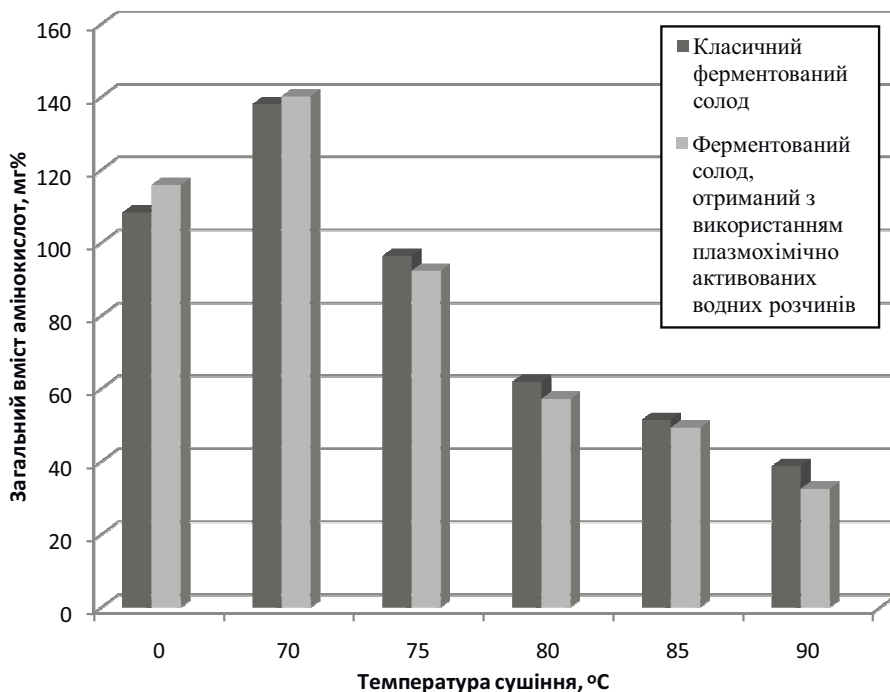
Отримані дані свідчать про те, що характер зміни вмісту амінокислот залежить від зміни температури: чим вона вища, тим більше амінокислот беруть участь в реакції меланоїдиноутворення, а реакційна властивість амінокислот підвищується.

Зразки ферментованого солоду, отримані за спеціальною технологією з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів, мають більш високий вміст розчинного білка, тож можна сподіватися на підвищений вміст амінокислот у солоді [6]. Загальний вміст амінокислот динамічно змінюється і залежить від інтенсивності протікання процесу меланоїдиноутворення (рисунок). Отже, чим вища температура сушіння, тим менша кількість амінокислот залишається в солоді у вільному стані.

Реакція меланоїдиноутворення за термічної обробки солоду – надзвичайно складний біохімічний процес, що супроводжується глибокими окиснювально-відновними перетвореннями.

### 3. Амінокислотний склад солоду під час сушіння, мг%

№	Амінокислота	Вміст солоду до сушіння	Температура сушіння, °С				
			70	75	80	85	90
1	Лізин	0,71	0,62	0,50	0,23	0,15	0,08
2	Гістидин	0,65	1,61	0,92	0,59	0,42	0,38
3	Аргінін	1,07	0,71	0,56	0,45	0,45	0,44
4	Треонін	4,76	4,70	1,05	0,61	0,60	0,60
5	Серин	4,22	3,78	2,88	1,07	0,99	0,94
6	Глютамінова кислота	4,55	3,76	2,91	2,18	1,91	1,07
7	Пролін	32,77	41,95	31,88	16,81	12,53	8,98
8	Гліцин	1,45	2,27	1,87	1,05	0,71	0,63
9	Аланін	14,87	13,84	10,02	9,25	8,12	6,23
10	Валін	10,15	13,81	9,76	5,85	5,51	5,11
11	Метіонін	1,23	1,30	0,91	0,54	0,34	0,21
12	Ізолейцин	7,71	9,87	7,82	4,27	3,77	3,45
13	Лейцин	16,01	18,76	12,35	7,79	6,61	5,25
14	Тирозин	2,76	9,23	8,80	7,11	6,15	5,95
15	Фенілаланін	5,41	11,77	7,12	3,99	3,15	2,86



**Зміна вмісту амінокислот у ферментованому солоді залежно від температури сушіння**

Колір, аромат і смак житнього ферментативного солоду формується в результаті утворення спеціальних фарбуючих і ароматичних речовин – меланоїдинів, які з'являються в процесі сушіння. Останнім етапом досліджень було визначення вмісту меланоїдинів у ферментативному солоді. Із цією метою аналізували зразки солоду до його сушіння, відібрані в процесі сушіння і в готовому солоді (табл. 3).

З погляду на динаміку підвищення вмісту меланоїдинів, як у процесі сушіння, так

і в готовому продукті, особливо інтенсивно накопичуються меланоїдини в солоді, отриманому з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. Такий факт пояснюється тим, що в складі солоду міститься більша кількість амінокислот та цукрів, які є основними реагентами процесу меланоїдиноутворення. Залежно від температури сушіння вміст меланоїдинів у житньому ферментативному солоді підвищився в 1,5–2 рази порівняно з показником у солоді до сушіння.

### **Висновки**

1. Основна маса цукрів житнього ферментованого солоду класичного і солоду, отриманого за спеціальною технологією в процесі сушіння, мали динаміку до зменшення, що свідчить про активне утворення меланоїдинів. Цукри стабільно витрачаються на утворення фарбуючих та ароматичних речовин.

2. Температура сушіння солоду впливає на характер зміни амінокислотного складу ферментованого солоду, як отриманого за класичною технологією, так і за спеціальною. З підвищенням температури сушіння кількість вільних амінокислот у солоді знижується.

## ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА С.-Г. ПРОДУКЦІЇ

Дослідження зміни складу ферментованого солоду при сушінні

3. Дослідження меланоїдинів показало підвищення їх в готовому продукті. Цей показник динамічно збільшувався і при температурі 90 °С був максимальним як у класичному солоді, так і в солоді, отриманому з використанням плазмохімічно активованих розчинів.

4. Використання активованих водних розчинів дозволяє отримати ферментований солод, який в подальшому буде мати підвищений вміст меланоїдинів і, як наслідок, покращені органолептичні властивості.

### Бібліографія

1. Вплив плазмохімічно обробленої води на процес рощення житнього солоду та його якісні показники / *О.А. Півоваров, Г.П. Тищенко, Ю.В. Пономаренко, О.С. Ковальова* // Харчова наука і технологія. – 2013. – № 3(24). – С. 82–86.

2. *Нарцисс Людвиг*. Технологія солодо-ращення / *Людвиг Нарцисс*. – [7-е перераб. изд.]; пер. с нем. Т. 1. Пивоварение. – СПб.: Профессия, 2007. – 583 с.

3. *Півоваров О.А.* Виробництво солоду з використанням активованих під дією нерівноважної плазми водних розчинів / *О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, Ю.О. Чурсінов* // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 194–197.

4. *Півоваров О.А.* Дослідження процесу розщеплення вуглеводів у зерні при пророщуванні з використанням водних розчинів, оброблених контактною нерівноважною плазмою / *О.А. Півоваров, О.С. Ковальова* //

Вопросы химии и химической технологии. – 2012. – № 1. – С. 37–41.

5. *Півоваров О.А.* Пророщування зернового матеріалу з використанням розчинів, активованих під дією контактної нерівноважної плазми / *О.А. Півоваров, О.С. Ковальова* // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 2. – С. 86–90.

6. *Півоваров О.А.* Розщеплення білків у солодовому зерні при використанні водних розчинів, оброблених контактною плазмою / *О.А. Півоваров, О.С. Ковальова* // Вопросы химии и химической технологии. – 2010. – № 6. – С. 110–114.

7. Технологічні особливості сушіння житнього ферментативного солоду / *Ю.О. Чурсінов, О.С. Ковальова, Д.В. Філіпенко, В.В. Петровенко* // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2015. – № 1(89), т. 2. – С. 144–152.

**Рецензент** – доктор технічних наук,  
професор *С.С. Тищенко*