



УДК 663.8

## INTENSIFICATION OF PROCESS OF PREPARATION OF THE WORT FROM A SWEET SORGHUM IN TECHNOLOGY OF NON-ALCOHOLIC DRINKS

### ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ СУСЛА З ЦУКРОВОГО СОРГО В ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

**Karputina M.V./Карпугина М.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доцент***Khargeliia D.D./Харгелия Д.Д.***s.t.s., sen.lecture / к.т.н., ст. преподаватель***Romanova Z.N./Романова З.Н.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доцент**National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska, 68, 01601**Національний університет харчових технологій, Київ, вул. Володимирська, 68, 01601*

**Анотація.** У науковій роботі для виробництва ферментованого безалкогольного напою на основі нетрадиційної сировини – цукрового сорго було запропоновано спосіб приготування сусла з використанням ультразвуку, що сприятиме інтенсифікації даного процесу та дозволить уникнути застосування ферментних препаратів для гідролізу біополімерних сполук соку. В роботі встановлені раціональні режими обробки соку ультразвуком та визначені фізико-хімічні показники сусла.

**Ключеві слова:** сік цукрового сорго, ультразвук, сухі речовини, сусло.

**Вступ.** Характеризуючи технологію виробництва безалкогольних ферментованих напоїв можна зазначити, що в першу чергу вона визначається особливостями сировини, яка в ній використовується. На сьогоднішній день популярними є напої бродіння, виготовлені на основі нетрадиційної, збагаченої біологічно активними речовинами, сировини. Саме до таких ферментованих напоїв відносять безалкогольні напої на основі цукрового сорго [1,2]. Стадія приготування сусла в даній технології передбачає застосування ферментів целюлолітичної та амілолітичної дії для гідролізу геміцелюлоз, целюлози та крохмалю соку цукрового сорго (СЦС). Вміст даних компонентів в соку порівняно невеликий – 1...3% мас., однак ці речовини ускладнюють процес освітлення сусла, його фільтрування та зменшують вміст редуруючих цукрів.

Відомо, що одним з перспективних методів інтенсифікації технологічних процесів гідролізу високомолекулярних сполук в харчових середовищах є ультразвук (УЗ) [3]. Так, Кухаренко А.А. [4] була розглянута можливість інтенсифікації процесу ферментолізу крохмалевмісної сировини за рахунок її попередньої обробки ультразвуком за наступних умов: частоті 22 кГц, середньої щільності енергії 2 кВт/м<sup>2</sup>.

**Основной текст.** В даній дослідній науковій роботі вивчалась можливість інтенсифікації процесу приготування сусла з СЦС із застосуванням ультразвуку в технології безалкогольних напоїв.

**Похідні дані та методи.** В якості об'єкту досліджень у роботі використовували СЦС сорту Фаворит, вирощений на дослідних станціях Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН протягом 2019 р. Вміст цукрів у соку стебел становив 20...22,5%. Аналіз фізико-хімічних



показників сировини та сусла на основі СЦС проводили з використанням сучасних методів досліджень і загальноприйнятих методик хіміко-технологічного контролю пиво-безалкогольного та цукрового виробництва [5,6].

*Обговорення та аналіз результатів.* У проведених нами дослідженнях в якості контролю використовували сусло з СЦС, отримане за розробленою науковцями НУХТ технологією, яка передбачає застосування ферментних препаратів (ФП) Ксилолад та Tegamyl FAL целюлолітичної та амілолітичної дії відповідно [2]. Виготовлення сусла за такою технологією включало наступні етапи: пресування соку зі стебла, його фільтрування, ферментативний гідроліз високомолекулярних сполук (ВМС).

З метою гідролізу геміцелюлоз та целюлози сік нагрівали до  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ , задавали ФП Ксилолад у кількості  $20 \text{ см}^3/\text{т}$  сировини, що відповідало  $0,4 \text{ од}/\text{г}$  активності ксиланози і витримували протягом  $15 \dots 20$  хв. Далі сік підігрівали до температури  $55 \pm 1^\circ\text{C}$  та вносили комплексний ФП амілолітичної дії Tegamyl FAL у кількості  $140 \text{ см}^3/\text{т}$  крохмалю, що відповідає  $5,5 \pm 0,1 \text{ од.}/\text{г}$  АЗ та  $1,6 \pm 0,1 \text{ од.}/\text{г}$  ГЛЗ, за даної температури сік витримували протягом  $30 \dots 35$  хв. Після проведення гідролізу ВМС сусло фільтрували і розводили підготовленою водою до вмісту сухих речовин (СР)  $10 \pm 0,2\%$ . Для забезпечення необхідної кислотності (рН  $4,6 \dots 4,8$ ) СЦС підкислювали  $50\%$ -м розчином лимонної кислоти. Пастеризацію сусла здійснювали за наступних параметрів: температура  $75 \dots 80^\circ\text{C}$ , тривалість процесу  $15 \dots 20$  хв. Вміст загальних цукрів у суслі становив  $9,53 \pm 0,19 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ , у т.ч. редукуючих цукрів  $2,79 \pm 0,07 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ , крохмаль – відсутній.

Для забезпечення процесу гідролізу ВМС соку з використання УЗ у досліджуваній нами технології приготування сусла здійснювали наступним чином: відфільтрований СЦС розбавляли підготовленою водою до вмісту СР  $10 \pm 0,2\%$  та підкислювали  $50\%$ -м розчином лимонної кислоти до рН  $4,6 \dots 4,8$ . Отриманий сік підігрівали до температури  $70 \dots 80^\circ\text{C}$ , обробляли УЗ інтенсивністю  $1,5 \text{ Вт}/\text{см}^2$  при частоті коливань  $22 \text{ кГц}$  тривалістю від  $5$  до  $15$  хв.

Ефективність обробки УЗ дослідних зразків оцінювали за фізико-хімічними показниками. Фізико-хімічні показники розбавленого соку на початку процесу приготування сусла та обробки ультразвуком були наступні: вміст СР  $10,0 \pm 0,2 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ , загальних цукрів –  $8,50 \pm 0,19 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ , редукуючих цукрів –  $1,75 \pm 0,10 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ , крохмалю –  $0,8 \pm 0,1 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ . Загальна кислотність соку цукрового сорго становила  $1,48 \pm 0,05 \text{ см}^3$  розчину NaOH концентрацією  $1 \text{ моль}/\text{дм}^3$  на  $100 \text{ см}^3$ , активна кислотність (рН) –  $5,16 \pm 0,04$ .

Динаміку вмісту редукуючих цукрів та крохмалю у зразках сусла в залежності від температури середовища при обробці УЗ наведено у таблиці 1.

Як свідчать отримані дані максимальне накопичення редукуючих та загальних цукрів, а також повний гідроліз крохмалю спостерігається при обробці УЗ протягом  $10$  хв за температури  $75^\circ\text{C}$ . Збільшення тривалості обробки та підвищення температури до  $80^\circ\text{C}$  суттєвого впливу на дані фізико-хімічні показники не чинять. Такий ефект можливо пояснити тим, що у суслі



відбувається розрив кисневих містків в молекулах поліцукрів під дією ультразвуку і цей процес забезпечує інтенсифікацію гідролізу даних ВМС.

Таблиця 1

**Динаміка вмісту загальних та редукуючих цукрів і крохмалю у зразках сусла в залежності від тривалості процесу та температури середовища при обробці УЗ інтенсивністю 1,5 Вт/см<sup>2</sup> та частоті коливань 22 кГц**

№ зразка	Тривалість обробки УЗ, хв	Показники	Температура, °С		
			70	75	80
1	5	Вміст загальних цукрів, г/100 см <sup>3</sup>	8,60±0,19	8,62±0,19	9,10±0,19
		Вміст редукуючих цукрів, г/100 см <sup>3</sup>	1,95±0,10	2,07±0,10	2,15±0,10
		Вміст крохмалю, г/100 см <sup>3</sup>	0,8±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1
2	10	Вміст загальних цукрів, г/100 см <sup>3</sup>	9,33±0,19	9,50±0,19	9,51±0,19
		Вміст редукуючих цукрів, г/100 см <sup>3</sup>	2,25±0,10	2,80±0,10	2,82±0,10
		Вміст крохмалю, г/100 см <sup>3</sup>	0,3±0,01	0	0
3	15	Вміст загальних цукрів, г/100 см <sup>3</sup>	9,14±0,19	9,52±0,19	9,52±0,19
		Вміст редукуючих цукрів, г/100 см <sup>3</sup>	2,45±0,10	2,83±0,10	2,83±0,10
		Вміст крохмалю, г/100 см <sup>3</sup>	0,2±0,01	0	0

**Закінчення та висновки.** Таким чином, на підставі проведених експериментальних досліджень встановлено раціональні параметри процесу гідролізу високомолекулярних вуглеводів соку цукрового сорго з вмістом СР 10% під дією УЗ інтенсивністю 1,5 Вт/см<sup>2</sup> та частотою коливань 22 кГц у кислому середовищі з рН 4,45±0,04: температура середовища 75 °С, тривалість процесу 10 хв. Такий режим обробки СЦС дозволяє інтенсифікувати процес приготування сусла в технології безалкогольних напоїв при повному виключенні ФП у даному виробництві.

Література:

1. Ефремов Н.Е., Петров Н.Ю. Технология переработки сахарного сорго/ Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2012. – № 4 (28). – С. 1-4.

2. Дослідження мікробіологічних і фізико-хімічних показників сусла в технології ферментованих безалкогольних напоїв на основі натуральної рослинної сировини / Д.Д. Карпутіна, С.М. Тетеріна, М.В. Карпутіна, А.В. Короленко // Наукові праці НУХТ. – 2014. – № 6, Т.20. – С. 49-55.



3. Азарскова А.В. Применение ультразвуковых методов в пищевой инженерии и технологии / Пищевая промышленность. – 2000. – № 9. – 342 с.
4. Кухаренко А.А. Ультразвуковая подготовка растительного сырья в производстве этанола / Аграрная наука. – 2000. – № 3. – С. 30-34.
5. Мелетьев А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: навч. посіб. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 392 с.
6. Методи контролю харчових виробництв: лаборатор. практикум / Н.І. Штангесва, Л.І. Чернявська, Л.П.Рева та ін. – Київ: УДУХТ, 2000. – 240 с.

***Abstract.** In the scientific work for the production of fermented non-alcoholic beverage based on non-traditional raw materials - sweet sorghum was proposed a method of preparation of wort using ultrasound, which will facilitate the intensification of this process and will avoid the use of enzyme preparations for hydrolysis of biopolymer compounds. The paper establishes rational modes of ultrasound juice treatment and determines the physico-chemical parameters of the wort.*

***Key words:** sweet sorghum juice, ultrasound, solids, wort.*

Стаття відправлена: 23.01.2020 г.  
© Карпутіна М.В.