

Ультразвукова обробка в харчових технологіях

Сучасні технології харчових виробництв спрямовані на застосування високоефективних методів обробки сировини та матеріалів з метою підвищення якості готового продукту, зменшення тривалості проходження різних технологічних процесів та операцій, що сприяє зниженню собівартості продукції.

До таких методів, безумовно, відноситься ультразвукова обробка. На теперішній час доведена ефективність та виявлені перспективні напрямлення її застосування в багатьох галузях агропромислового комплексу. Зокрема це – інтенсифікація процесів екстракції біологічно активних, дубильних та інших цінних компонентів рослинної сировини; ультразвукове експрес-емульгування при виробництві майонезів, соусів, пудингів, кремів, а також при введенні різних добавок в комбіновані продукти на основі молока; освітлення соків з використанням бентоніту та інших оклеюючих матеріалів; видалення стійких забруднень на зворотній тарі, які не відмиваються стандартними пляшкомийними машинами; знезараження поверхні курячих яєць та передінкубаційна стимуляція з метою підвищення виведення та резистентності курчат до хвороб; оброблення бурякової стружки та вилучення пектину; дезінтеграція мікроорганізмів та клітинних культур з метою вилучення ферментів та інших біологічно активних речовин; активація та адаптація хлібопекарських дріжджів на хлібозаводах та підвищення їх бродильної активності на спиртових заводах тощо [1,2,3].

При поширенні ультразвукової хвилі навіть невеликої інтенсивності (декілька Ватт на один квадратний сантиметр) в рідині виникає змінний звуковий тиск, амплітуда якого досягає декількох атмосфер. Під дією цього тиску рідина поперемінно зазнає стиснення та розтягнення. Розтягуюче зусилля призводить до утворення в області розрідження бульбашок, наповнених газом та парою. Ці бульбашки отримали назву кавітаційних, а саме явище – кавітація. Як правило, кавітаційні бульбашки не існують довго; вже наступна за розрідженням фаза стиснення призводить до закриття

більшої їх частини, тому кавітаційні бульбашки зникають практично відразу після припинення процесу опромінення рідини ультразвуком. При закритті кавітаційних бульбашок виникає ударна хвиля, яка розвиває величезний тиск. Якщо ударна хвиля зустрічає на своєму шляху перепони, то вона з легкістю руйнує їх поверхню. Оскільки кавітаційних бульбашок багато і процес їх закриття відбувається багато тисяч разів на секунду, то кавітація може призвести до значних руйнувань.

Процес кавітації нагадує кипіння, але він не супроводжується суттєвим нагрівом рідини. При цьому рідина, зокрема вода, на певний час набуває тих властивостей, які притаманні їй за температури близької до температури кипіння. Така вода стає могутнім розчинником солей, швидко вступає в реакцію гідратації біополімерів харчової сировини, інтенсивно екстрагує з неї корисні речовини із скороченням тривалості процесу в 10-100 разів. При цьому спостерігається не лише пришвидшення процесу екстракції в часі, а і збільшення виходу біологічних речовин у порівнянні з традиційними технологіями, наприклад, обліпихового та трояндового масла – на 10-15%, саланідину з паростків картоплі – на 30%, ергостеїна з м'язги сирої капусти – на 45-60% [1].

Досліди по екстрагуванню сухих речовин з сушених плодів горобини в умовах лікєро-горілчаного виробництва довели, що при застосуванні ультразвуку досягнення нормативного показника їх вилучення спостерігається на шосту або сьому добу, що відповідає пришвидшенню процесу екстракції та збільшенню продуктивності в 3-4 рази [1].

Отримання матеріалів надтонкої дисперсності (таких, які складається з часток розміром у декілька мікрометрів та менше), має надзвичайне значення в багатьох технологіях. Існує багато способів подрібнення твердих речовин, однак, більшість з них подрібнюють тверді речовини до розмірів не менше 100 мкм і тільки ультразвукове диспергування забезпечує отримання матеріалів надтонкої дисперсії (1 мкм і менше).

Так, наприклад, застосування ультразвуку в технології молока дозволяє підвищити його харчову цінність шляхом обробки ультразвуком. В молоці жир розподілений в вигляді жирових кульок, оточених білковою оболонкою. Розмір жирових кульок коливається від 1 до 5 мкм, при цьому кількість кульок з розміром більше 2 мкм становить більше 50%. Подрібнення жирових кульок молока до менших, ніж в похідному стані, розмірів, майже на третину підвищує харчову цінність молока. Встановлено, що обробка молока ультразвуком при температурі 55-70⁰С, дозволяє отримати більше ніж 80% від загального числа жирових кульок розміром менше 2 мкм. При цьому спостерігається ще один важливий позитивний ефект – пастеризація молока [1].

Проведені дослідження дозволили встановити, що стерилізуюча дія ультразвуку виявляється на частотах 20 кГц та вище при інтенсивності більше ніж 0,5 Вт/см². А оптимальна інтенсивність ультразвукових коливань, які використовують при очищенні поверхонь, складає 3-5 Вт/см² для водних розчинів і 1-3 Вт/см² для органічних розчинників [1].

В спиртовій галузі ультразвукові коливання використовують не лише для активації фізіологічного стану дріжджів, а й для отримання дріжджових екстрактів та надтонкого диспергування зерна для приготування замісів [2,3].

На сьогоднішній день перспективним є використання суміщення процесів оцукрення та зброджування сусла з крохмалевмісної сировини в технології спирту. У зв'язку з цим метою наших досліджень було вивчення якісних показників сусла та бражки, отриманих за такою технологією при одночасному застосування ультразвукової обробки замісу в якості інтенсифікуючого фактору розрідження крохмалю.

В якості об'єкту досліджень було обрано кукурудзяне борошно крохмалистістю 62,9%, вологістю 13% з тоненою помелу – 1 мм для 100% часток. Для розрідження замісу та оцукрення сусла застосовували концентровані ферментні препарати Термаміл SC та Сан-Супер 240L відповідно, які вносили в середовище в кількості 80 – 100% від нормативної

кількості; зброджування суслу здійснювали осмофільними дріжджами раси ДТ-05.

Обробці ультразвуком протягом 10-15 хв, частотою 44 кГц та інтенсивністю 1,2 Вт/см² піддавали заміс перед внесенням в нього розріджуючого ферменту. Загальне планування експерименту наведено в таблиці 1.

Планування експерименту по впливу ультразвуку на якісні показники
сусла та бражки

Таблиця 1.

Експе- римент, № пор.	Вміст ферментного препарату, % до нормативної кількості		Обробка замісу ультразвуком, хв	Параметри процесів (тривалість та температура)	
	Термаміл SC	Сан-Супер 240L		розрідження	оцукрення
1	100	100	—	2,5 год.; 92 ⁰ С	20 хв.; 55 ⁰ С
2	100	100	—	2,5 год.; 92 ⁰ С	під час бродіння, 36 ⁰ С
3	100	100	15	2,5 год.; 92 ⁰ С	20 хв.; 55 ⁰ С
4	100	100	15	2,5 год.; 92 ⁰ С	під час бродіння, 36 ⁰ С
5	80	100	15	2,5 год.; 92 ⁰ С	20 хв.; 55 ⁰ С
6	80	100	15	2,5 год.; 92 ⁰ С	під час бродіння,

					36 ⁰ С
7	100	80	15	2,5 год.; 92 ⁰ С	20 хв.; 55 ⁰ С
8	100	80	15	2,5 год.; 92 ⁰ С	під час бродиння, 36 ⁰ С

Основини показниками, за якими оцінювали вплив ультразвуку на якість процесів розрідження замісу та оцукрення сусла були: вміст розчинних зброджувальних вуглеводів в суслі; незброджених цукрів та нерозчинного крохмалю в бражці, вміст спирту в бражних дистилятах (Табл. 2). Проаналізувавши отримані експериментальні дані можна зробити висновок, що в результаті обробки ультразвуком замісу перед розрідженням протягом 15 хв вміст розчинних зброджувальних цукрів в неоцукреному суслі збільшується на 14-16% у порівнянні з контролем (сусло, не оброблене ультразвуком – експерименти №1 та 2). При цьому можливо також знизити витрату розріджуючого ферментного препарату до 80 % від нормованого значення. Про це свідчать результати експериментів № 5 та 6: згідно отриманих даних вміст розчинних зброджувальних цукрів в неоцукреному суслі в цих експериментах знаходить практично на рівні контролю.

Фізико-хімічні показники сусла та бражки

Таблиця 2.

Експеримент, № пор.	Вміст розчинних зброджувальних вуглеводів в суслі, г/100 мл	Вміст незброджених цукрів в бражці, г/100 мл	Вміст крохмалю в бражці, г/100 мл	Вміст спирту в бражних дистилятах, % об.
1	12,08	0,35	0,07	9,28

2	11,88	0,35	0,06	9,05
3	13,82	0,14	0,02	10,01
4	13,90	0,27	0,05	10,50
5	11,64	0,21	0,02	9,83
6	11,75	0,25	0,03	9,45
7	13,77	0,30	0,04	9,92
8	13,64	0,28	0,05	9,86

Аналіз фізико- хімічних показників бражок підтвердив доцільність застосування ультразвукового оброблення в технології низькотемпературного розварювання із суміщенням процесів оцукрення та зброджування сусла. Так, як свідчать дані експериментів №№3–8 вміст незброджених цукрів та нерозчинного крохмалю в бражках, отриманих в результаті оброблення замісу ультразвуком, приблизно в 1,2-1,5 рази менший ніж в контрольних зразках; при цьому також можливо знизити витрату оцукрюючого ферментного препарату на 20% не знижуючи якісних показників бражки (експерименти №№ 7-8). Вміст спирту в бражних дистилятах, отриманих в результаті оброблення замісу ультразвуком в середньому на 10% більший, ніж в контрольних зразках.

Отже, можна зазначити, що застосування ультразвукового оброблення в процесі підготовки сировини до низькотемпературного розварювання в технології спирту є доцільним та перспективним, як і в більшості технологій агропромислового комплексу.

Використана література

1. Хмелев В.Н., Попова О.В. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и

домашнем хозяйстве: научная монография/ Алт. гос. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. - Барнаул: изд. АлтГТУ, 1997. - 160 с.

2. Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н. Ультразвуковая обработка засевных дрожжей в технологии спирта // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2007. – № 3. – С. 26-29.

3. Акопян В.Б. Ультразвук в производстве пищевых продуктов // Производство спирта и ликероводочных изделий. –2004. – № 2. –С. 54-69.