

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ОЛЕНЄВ МИКОЛА ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 663.813.086.4:634.86

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВИНОГРАДНОГО СОКУ З
ЗАСТОСУВАННЯМ РІВНОМІРНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ
НАДВИСОКОЇ ЧАСТОТИ**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих і
охолоджених харчових продуктів

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент,
Д'яконова Анджела Костянтинівна,
Одеська національна академія харчових
технологій, кафедра технології
консервування, доцент кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Малежик Іван Федорович,
Національний університет
харчових технологій,
кафедра процесів і апаратів
харчових виробництв та
технології консервування,
професор кафедри

кандидат технічних наук,
Мазуренко Ігор Костянтинович,
Державний науково-дослідницький і
проектно-конструкторський інститут
«Консервпромкомплекс»,
заступник директора з наукової роботи

Захист відбудеться 16 квітня 2009 р. о 13:30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д
41.088.01 Одеської національної академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, м.
Одеса, 65039 в аудиторії А-234.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

Автореферат розісланий 16 березня 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
д.т.н., професор

К.Г. Іоргачова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розширення асортименту випускаємої продукції, розробка нових видів обладнання, яке дозволяє удосконалити існуючі і розробити нові технології виробництва харчових продуктів, відносяться до найважливіших напрямків розвитку консервної промисловості.

Підвищення якості соків вимагає удосконалення технологічних процесів переробки сировинних ресурсів за рахунок використання сучасного обладнання, що дозволить інтенсифікувати технологічні процеси і значно скоротити втрати біологічно цінних речовин.

Особливої уваги заслуговують методи обробки харчових продуктів в електромагнітному полі надвисокої частоти, використання яких дозволяє скоротити тривалість технологічного циклу переробки сировини, знизити енерговитрати і підвищити якість готової продукції. Для підвищення якості і попередження псування плодкових та ягідних соків в процесі зберігання широко використовується короткотермінова теплова обробка.

При виробництві продуктів із соковитої рослинної сировини постійно проводиться пошук нових технологічних рішень, які дозволять знизити температуру і тривалість теплової обробки, забезпечити промислову стерильність і подовжити тер-мін зберігання готової продукції.

В практиці виробництва соків накопичено певний досвід використання мікрохвильової енергії для короткотривалої теплової обробки. До переваг методу обробки харчових продуктів електромагнітним полем (ЕМП) надвисокочастотної (НВЧ) обробки слід віднести енергоекономічність і швидке нагрівання продукту. Незважаючи на значну перевагу використання мікрохвильового нагрівання, порівняно з іншими видами теплової обробки, цей метод не знайшов широкого використання у харчовій промисловості. Проведений аналіз такої ситуації показав, що основною причиною є недосконалість устаткування для проведення мікрохвильової обробки харчових продуктів. Відоме устаткування, які використовуються для мікрохвильової обробки, є резонансними і мають локально-нерівномірну структуру ЕМП НВЧ, що не забезпечує рівномірне

нагрівання продукту по всьому об'єму. В місцях перегріву відбувається зниження якості продукції, а в місцях недогріву – відсутня гарантія мікробіальної безпеки і стійкості продукту в процесі зберігання.

Проблема, яка пов'язана з удосконаленням існуючих технологій виробництва виноградного соку, підвищенням ефективності процесу пастеризації за рахунок використання мікрохвильової системи з рівномірним ЕМП НВЧ, скороченням тривалості теплової обробки, підвищенням якості готової продукції, збереженням її біологічної цінності і запобіганням псування в процесі зберігання, є актуальною.

Застосування нової мікрохвильової нерезонансної камери для пастеризації виноградного соку дозволяє забезпечити швидке рівномірне нагрівання продукту в ЕМП НВЧ, його мікробіальну стабільність, підвищити якість і зберегти біологічну цінність сировини.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідних робіт Одеської національної академії харчових технологій «Створення технологічних процесів для харчової і зернопереробної галузей агропромислового комплексу» і законом України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки на період до 2006 року», що передбачає розвиток новітніх і енергозберігаючих технологій в аг-рарному комплексі та кафедри технології консервування «Нові технології, процеси і способи у виробництві консервованих продуктів».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є покращення якості виноградного соку, скорочення тривалості технологічного циклу і енерговитрат за рахунок застосування нового НВЧ-обладнання з рівномірним електромагнітним полем.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз відомих способів теплової обробки виноградного соку;
- дослідити процес пастеризації виноградного соку у рівномірному електромагнітному полі НВЧ;
- вивчити вплив різних способів теплової обробки на виживання мікроорганізмів;
- вивчити вплив різних технологічних факторів на мікробіологічну стабільність виноградного соку в процесі зберігання;
- розробити математичну модель і визначити режими мікрохвильової пастеризації виноградного соку у камері нерезонансного типу;
- дослідити якість продукції виробленої з використанням НВЧ-обробки в рівномірному ЕМП;
- вивчити вплив НВЧ-обробки в рівномірному ЕМП на якість виноградного соку в процесі зберігання;
- розробити нормативну документацію, виробити дослідну партію й розрахувати

економічну ефективність запропонованої технології.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва виноградного соку.

Предмет дослідження – процес пастеризації виноградного соку з застосуванням рівномірного ЕМП НВЧ.

Методи дослідження – фізичні, хімічні, мікробіологічні й органолептичні методи аналізу якості сировини і готової продукції; методи планування експериментів і математичної обробки експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів. Обґрунтовано доцільність використання рівномірного електромагнітного поля НВЧ для пастеризації виноградного соку, що дозволяє зменшити втрати біологічно цінних речовин, поліпшити якість готової продукції і скоротити тривалість технологічного циклу:

- встановлено вплив рівномірного електромагнітного поля на виживання мікроорганізмів;
- теоретично обґрунтовано режим пастеризації виноградного соку з використанням нової НВЧ-установки нерезонансного типу;
- встановлено вплив різних технологічних факторів на процес мікрохвильової обробки виноградного соку;
- встановлена залежність зміни біологічної цінності виноградного соку від режимів НВЧ-обробки;
- визначено вплив рівномірного ЕМП НВЧ на якість виноградного соку в процесі зберігання.

Практичне значення отриманих результатів. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень процесу пастеризації з використанням нерезонансної камери НВЧ, удосконалено технологію виробництва виноградного соку в рівномірному за об'ємом полі НВЧ.

Розроблено проекти нормативної документації на виробництво виноградного соку із застосуванням мікрохвильової обробки у рівномірному ЕМП НВЧ.

Новизна технічних рішень підтверджена патентом України на винахід.

Проведено апробацію розробленої технології в промислових умовах на підприємстві ЗАТ «Одесавинпром». Очікуваний економічний ефект від впровадження у виробництво розробленої технології складає 231 тис. грн. на рік.

Результати роботи можуть бути рекомендовані до впровадження на консервних підприємствах та інших, а також у курсах лекцій наступних дисциплін: „Актуальні проблеми галузі”, „НТП і прогнозування розвитку технологій зберігання, консервування та переробки плодів і овочів”.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок полягає в проведенні аналітичної й експериментальної роботи в лабораторних і виробничих умовах, в аналізі й узагальненні

результатів досліджень та їх підготовці до опублікування, удосконаленні технології виробництва виноградного соку з використанням нерезонансної камери НВЧ-обробки, розробці нормативної документації, підготовці заявки на винахід.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися й обговорювалися на наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ 2005-2008 р.р., на I-й Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології – 2005» (Одеса, 2005 р.), на II-й Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології – 2006» (Одеса, 2006 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано: 8 наукових праць, з яких 6 статей у фахових виданнях, 1 патент України на винахід та тези 1 доповіді на науковій конференції.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку літературних джерел, що включає 165 найменувань (16 стор.) і 6 додатків (20 стор.). Робота викладена на 119 сторінках, що включають 21 рисунок (8 стор.) і 13 таблиць (10 стор.).

Основний зміст роботи

У вступі обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, сформульовані мета і завдання досліджень, показані наукова новизна і практичне значення отриманих результатів, приведені дані про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, структуру й обсяг дисертації.

У першому розділі «Аналіз існуючих способів підвищення стійкості виноградного соку у процесі зберігання» проаналізовані існуючі технології і способи теплової обробки плодкових та ягідних соків. Приведено відомі мікробіологічні і біохімічні види псування, а також існуючі способи запобігання псуванню продуктів у процесі зберігання. Відзначається, що при традиційних способах теплової пастеризації соків, а також при мікрохвильовій обробці продуктів з використанням резонансних камер, сік нагрівається до 90°C, що робить їх високоенерговитратними і призводить до зниження вмісту біологічно цінних речовин (БЦР) у процесі виробництва. Визначено проблеми, які пов'язані з використанням НВЧ-обробки в харчовій промисловості. Це дало можливість сформулювати мету і завдання досліджень.

В другому розділі «Об'єкти і методи досліджень» викладено відомості про об'єкти і методи досліджень. Наведено програму теоретичних та експериментальних досліджень, що відбиває основні напрямки досліджень і взаємозв'язок етапів рішення поставлених завдань (рис.1).

У роботі використані як стандартні, так і оригінальні методи досліджень, у тому числі біохімічні, хімічні, спектральні, мікробіологічні і технологічні. Результати багаторазових

експериментальних досліджень оброблені за допомогою методів математичної статистики.

У розділі описано шляхи вирішення наукової задачі, зв'язані із застосуванням надвисокочастотної обробки для пастеризації виноградного соку, конструктивні особливості та переваги пристрою мікрохвильової нерезонансної камери, її електрофізичні властивості і відмінності від існуючих мікрохвильових систем резонансного типу.

У третьому розділі «Розробка способу застосування надвисокочастотної обробки у технологічному процесі виробництва виноградного соку» проведені дослідження можливостей нерезонансної мікрохвильової камери. Досліджено процес мікрохвильової обробки продукту переробки винограду й розроблено метод розрахунку коефіцієнту вибіркового нагріву рідкого харчового середовища і мікроорганізмів, що знаходяться в виноградному соку. Проведено дослідження виживання мікроорганізмів в процесі НВЧ-обробки виноградного соку в нерезонансній камері. На основі отриманих даних розроблено метод визначення впливу НВЧ-обробки на виживання мікроорганізмів. Метод заснований на різній швидкості нагріву мікроорганізмів і рідкого середовища, в якому вони знаходяться, внаслідок їх різної електропровідності σ , діелектричного проникнення ϵ , густини ρ і питомої теплоємності C .

Коефіцієнт вибіркової нагрівання K_T є відношенням очікуваного додаткового підвищення температури клітин мікроорганізмів ΔT_k до температури середовища ΔT_c і має вигляд

$$K_T = \frac{\Delta T_k}{\Delta T_c} = \frac{\sigma_k / (C_k \cdot \rho_k \cdot \epsilon_k^2)}{\sigma_c / (C_c \cdot \rho_c \cdot \epsilon_c^2)} \quad (1)$$

Клітини мікроорганізмів, які підлягають знищенню в процесі НВЧ-обробки, мають діелектричну проникність в 1,25 рази нижчу, ніж проникність середовища, в якому вони знаходяться, а питому електропровідність - у 1,5 рази вищу. В цих умовах K_T дорівнює 2,5, що створює передумови для знищення мікроорганізмів у складі харчового середовища при більш низьких температурах пастеризації і забезпечує необхідну промислову стерильність продукту, що обробляється.

Для дослідження виживання клітин мікроорганізмів у рівномірному ЕМП НВЧ використали виноградний сік. Продукти, що пройшли обробку в нерезонансній камері, аналізували за мікробіологічними, біохімічними і фізико-хімічними показниками. Мікрохвильову обробку соку проводили при температурах 60 °C, 65 °C, 70 °C, 75 °C, 80 °C, 90 °C (зразки № 1 – 6). Контролем були зразки соку самопливу без теплової обробки – контроль № 1 і пастеризовані у безперервно діючому промисловому пастеризаторі – контроль № 2. Виноградний сік фасували при

температурі 60 °С і пастеризували за діючим в промисловості режимом 90 °С .

Дослідні зразки продукції аналізували на наявність такої мікрофлори як – плісєневі гриби, дріжджі, молочнокислі, оцтовокислі, слизоутворюючі бактерії (табл.1).

Таблиця 1

Мікробіологічна характеристика виноградного соку

Зразки соку	Кількість мікроорганізмів у 1 смі соку			
	загальна кількість, КУО	плісєневі гриби	молочнокислі бактерії	слизоутворюючі бактерії
Контрольний № 1 (сік самоплив, без термічної обробки)	200	1200	0	3
Контрольний № 2 (сік пастеризований за традиційною технологією)	0	0	0	0
НВЧ-пастеризація				
№ 1 (Т = 60°C)	3	1	0	2
№ 2 (Т = 65°C)	2	0	0	0
№ 3 (Т = 70°C)	0	0	0	0
№ 4 (Т = 75°C)	0	0	0	0
№ 5 (Т = 80°C)	0	0	0	0
№ 6 (Т = 90°C)	0	0	0	0

Наведені дані свідчать про високу ефективність впливу рівномірного ЕМП НВЧ на клітини мікроорганізмів, порівняно з традиційним видом теплової обробки в безперервно діючому пастеризаторі. Результати мікробіологічного аналізу виноградного соку після мікрохвильової обробки в рівномірному ЕМП НВЧ представлені на рис. 2.

Встановлено, що мікрохвильова обробка виноградного соку забезпечує його мікробіальну стабільність в деяких зразках вже при температурі пастеризації 70 °С. Мікрохвильовий вплив на виноградний сік в розробленій НВЧ-камері нового типу дозволяє знищити мікроорганізми, забезпечити мікробіальну стабільність виробляємої продукції і значно скоротити тривалість теплової обробки.

У четвертому розділі «Розробка технології виробництва виноградного соку із застосуванням електромагнітного поля надвисокої частоти» проведено дослідження впливу різних

технологічних факторів на процес мікробіальної стабільності виноградного соку, встановлено режими мікрохвильової пастеризації продукції в камері нерезонансного типу. Проведено визначення технологічних параметрів обробки виноградного соку в ЕМП НВЧ, тобто температури обробки та часу експозиції, які дозволяють знищити мікроорганізми і максимально зберегти БЦР. Вивчено вплив температури, тривалості обробки, потужності ЕМП на якісні показники виноградного соку. Результати мікрохвильової пастеризації є функцією таких параметрів, як температура, тривалість і потужність генератора НВЧ, які характеризують процес пастеризації продукції, що виробляють. Проведено дослідження впливу кожного з вищезгаданих параметрів на стерилізуючий ефект A_{ϕ} при виробництві виноградного соку. Встановлено параметри пастеризації, які відповідають критерію $A_{\phi} > A_n$, при якому значення фактичної летальності (A_{ϕ}) перевищує теоретично встановлену летальність (A_n). Характеристика процесу пастеризації виноградного соку представлені на рис. 3.

Аналіз стерилізуючого ефекту розробленого режиму пастеризації виноградного соку в умовах 20 %-го зменшення або 20 %-го збільшення терміну експозиції при мікрохвильовій обробці дослідного продукту показав, що таке відхилення в тривалості НВЧ-обробки впливає на зміну стерилізуючого ефекту несуттєво з погляду виконання вимог перевищення фактичної летальності над теоретичною.

Незважаючи на те, що стерилізуючий ефект при зміні терміну обробки продукту в рівномірному ЕМП НВЧ має незначні зміни, відбувається деяке зниження рівня запасу показника летальності. Особливо це помітно при зменшенні терміну технологічної обробки.

На підставі теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що для

виноградного соку доцільно застосовувати режим $\frac{5 - 7 - 5}{80^{\circ}\text{C}}$, тому що даний режим задовольняє критерій ефективності пастеризації з більшим запасом летальності ($A_n < A_{\phi}$).

На підставі експериментальних даних було встановлено, що тривалість теплової обробки продукції в рівномірному ЕМП НВЧ в порівнянні з тепловою обробкою за традиційною технологією, скорочується при виробництві виноградного соку на 45 %.

У п'ятому розділі «Дослідження якості виноградного соку, виробленого із застосуванням рівномірного електромагнітного поля надвисокої частоти» проведена оцінка якості готової продукції після НВЧ-пастеризації у порівнянні зі зразками продукції, виробленими за традиційною технологією, і в процесі зберігання.

Для проведення досліджень зі свіжого винограду одержали сік, за традиційною рецептурою і технологією, пастеризацію якого проводили трьома способами – традиційним тепловим, з використанням безперервнодіючих пастеризаторів, і в мікрохвильових камерах резонансного і нерезонансного типу (рис. 4).

Висока кислотність виноградного соку, рН якого складає 3,8, затримує розвиток анаеробних термофільних і мезофільних спороутворюючих мікроорганізмів, які викликають псування соку з середньою кислотністю, в діапазоні рН 5...4,5.

Найбільш стійкими до теплової обробки є спори плісневих грибів, які потрапляють у виноградний сік з сировини. Спори плісневих грибів зазвичай гинуть при традиційній тепловій обробці соку в пастеризаторі впродовж 5 хв при температурі 79...80 °С. Спороутворюючі дріжджі, вміст яких в виноградному соку складає майже 90 %, по відношенню до загальної кількості мікроорганізмів в продукті, в більшості випадків гинуть при тепловій обробці протягом 1...2 хв при температурі 62...65 °С. Результати дослідження якості виноградного соку, що пройшов НВЧ-обробку при різних температурах, за біохімічними показниками свідчать про те, що при ефективному знищенні мікроорганізмів, які викликають мікробіологічне псування виноградного соку, пастеризація з використанням мікрохвильової обробки, порівняно з використанням пастеризаторів, дозволяє краще зберегти біологічно цінні компоненти винограду (табл. 2).

Встановлено, що мікрохвильова обробка виноградного соку, внаслідок впливу електромагнітного поля на клітини мікроорганізмів, призводить до їхньої загибелі,

Таблиця 2

Дослідні зразки	Показники				
	Сухі розчинні речовини, %	рН	Загальна кислотність, %	Аскорбінова кислота, мг/100 г	Поліфеноли, мг/100 г
Контроль № 1 (пастеризатор)	17,8	3,8	0,60	2,10	310
Контроль № 2 (резонансна камера T = 90 °C)	18,0	3,8	0,55	2,35	324
НВЧ-обробка в нерезонансній камері					
№ 1 (T = 60 °C)	18,0	3,8	0,50	3,84	396
№ 2 (T = 65 °C)	18,0	3,8	0,53	3,60	385
№ 3 (T = 70 °C)	18,0	3,8	0,53	3,20	371
№ 4 (T = 75 °C)	18,0	3,8	0,55	3,20	358
№ 5 (T = 80 °C)	18,0	3,8	0,61	2,56	350
№ 6 (T = 90 °C)	18,0	3,8	0,63	2,40	344

Біохімічна характеристика виноградного соку після пастеризації

починаючи з температури 70 °C. Таким чином мікрохвильова дія на продукцію в камері нового типу дозволяє зберегти і навіть декілька поліпшити смакові властивості соку при одночасному забезпеченні їх промислової стерильності. При цьому не тільки збільшується швидкість загибелі клітин мікроорганізмів в процесі пастеризації в рівномірному ЕМП НВЧ, але і краще зберігаються БЦР виноградного соку. Вміст сухих розчинних речовин, рН і загальна кислотність у дослідних зразках соку знаходяться на рівні контрольних, вироблених з використанням пастеризатора (контроль № 1) і резонансної камери (контроль № 2). Аналіз контрольних і дослідних зразків соку за показниками, які визначають біологічну цінність продуктів, показав, що при використанні традиційного пастеризатора, втрати поліфенольних речовин складають 33 %, при НВЧ–пастеризації в резонансній камері – 30 %, при НВЧ – пастеризації в нерезонансній камері – 23 %. (рис. 5) Втрати вітаміну С складають, відповідно, 67 %, 63 % і 49 % (рис. 6).

Отримані дані свідчать про те, що використання рівномірного електромагнітного поля надвисокої частоти дозволяє проводити пастеризацію соку при більш низьких температурах і краще зберегти біологічну цінність соку.

Дегустація виноградного соку, пастеризованого в потоці рівномірного ЕМП НВЧ, показала, що виноградний сік, у порівнянні з контрольними зразками, краще зберігає біологічну цінність винограду, колір, смак і аромат. Також був проведений порівняльний аналіз біологічної цінності виноградного соку виробленого за традиційною технологією і за запропонованою з використанням пастеризації в рівномірному ЕМП НВЧ. Результати аналізу свідчать про підвищення біологічної цінності виноградного соку за розробленою технологією, так вміст вітаміну С вище на 52 %, а поліфенольні речовини – на 20 %. Результати дослідження якості виноградного соку, пастеризованого у безперервнодіючому пастеризаторі та мікрохвильовій камері нерезонансного типу, представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Характеристика виноградного соку пастеризованого в НВЧ-камері з рівномірним електромагнітним полем

Найменування показників	Характеристика	
	Контроль	Дослід
Зовнішній вигляд	Прозорий	
Смак, запах і колір	Натуральні. Властиві сорту винограду	

Масова частка сухих розчинних речовин, %	18,00	18,00
Масова частка титрованих кислот (по винній кислоті), %	0,60	0,55
Масова частка пектинових речовин, %	0,28	0,47
Масова частка зольних елементів, %	0,45	0,45
рН	3,80	3,80
Вітамін С, мг/100 г	2,10	2,56
Поліфеноли, мг/100 г	310	350
Відносна в'язкість, Па·с	1,20	1,20

Проведено дослідження зміни якості виноградного соку, який пройшов обробку в рівномірному ЕМП НВЧ, протягом 12 місяців зберігання. Через 3, 6 і 12 місяців зберігання виноградний сік досліджували за якісними показниками, відповідно до вимог стандарту. На зберігання в якості контролю були закладені зразки, які були вироблені за традиційною технологією і пройшли теплову обробку в пастеризаторах. Отримані дані по зміні якості продукції в процесі зберігання представлені в табл. 4.

Таблиця 4

**Характеристик якості
виноградного соку в процесі зберігання**

Показники	Характеристика				
	Конт роль	Після виготовлення	Термін зберігання		
			3 місяці	6 місяців	12 місяців
Зовнішній вигляд	Прозорий				
Смак, запах і колір	Натуральні. Властиві сорту винограду				
Масова частка сухих розчинних речовин, %	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Масова частка титрованих кислот (по винній кислоті), %	0,60	0,55	0,55	0,55	0,55
Масова частка пектинових речовин, %	0,28	0,47	0,47	0,45	0,42
Масова частка зольних елементів, %	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
рН	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8

Вітамін С, мг/100 м	2,1	3,2	2,8	2,5	2,2
Поліфеноли, мг/100м	310	350	344	341	340
Відносна в'язкість, Па.с	1,20	1,20	1,20	1,15	1,05

Результати аналізу готової продукції після зберігання свідчать про надійну мікробіальну стабільність виноградного соку. Встановлено, що мікрохвильова обробка виноградного соку в рівномірному електромагнітному полі НВЧ, позитивно впливає на фізико-хімічні показники які відповідають за стабільність, а також благотворно позначаються на органолептичних показниках.

Дослідні зразки відрізняються від контрольних більш високим вмістом вітаміну С та поліфенольних речовин. Отримані дані, що характеризують рівень якості виноградного соку пастеризованого в нерезонансній мікрохвильовій камері при об'ємній рівномірній дії ЕМП НВЧ, свідчать про те, що розроблений режим пастеризації повністю забезпечує промислову стерильність продукту, а якість його по біологічній цінності перевершує зразки, вироблені з використанням традиційної теплової пастеризації.

Розроблено проект нормативної документації, вироблено дослідну партію продукції з використанням НВЧ-обробки у рівномірному ЕМП. Виробнича перевірка в промислових умовах показала, що розроблений режим пастеризації гарантує мікробіальну стабільність продукту, і відповідає вимогам промислової стерильності. Впровадження у виробництво розробленої технології дозволяє отримати додатковий прибуток 231 тис. грн. на рік.

ВИСНОВКИ

1. На підставі експериментальних досліджень і теоретичних узагальнень показано доцільність використання нового типу НВЧ-обладнання з рівномірним електромагнітним полем, що дозволяє покращити якість виноградного соку, скоротити технологічний цикл виробництва та енерговитрати.

2. Розроблено і впроваджено новий спосіб мікрохвильової пастеризації виноградного соку із застосуванням НВЧ-установки нерезонансного типу, який дозволяє зменшити втрати біологічно цінних речовин за рахунок зниження температури пастеризації, забезпечує мікробіологічну стабільність продукції в процесі зберігання.

3. Встановлено, що при використанні мікрохвильових камер резонансного типу втрати вітаміну С скорочуються на 4 %, поліфенольних речовин – на 3 %, у порівнянні з тепловою обробкою в пастеризаторах, але не завжди забезпечується промислова стерильність продуктів у зв'язку з недогрівом виноградного соку у вузлах «стоячої» електромагнітної хвилі.

4. Встановлено, що використання нової камери нерезонансного типу з рівномірним

надвисокочастотним нагріванням у електромагнітному полі по всьому об'єму продукту дозволяє забезпечити промислову стерильність при більш низьких температурах пастеризації. Промислова стерильність виноградного соку досягається при температурі 70 °С. Дослідні зразки за мікробіологічними показниками не відрізняються від контрольних, пастеризованих у пастеризаторах за традиційною технологією при температурі 85...90 °С.

5. Встановлено, що тривалість пастеризації в рівномірному електромагнітному полі надвисокої частоти, у порівнянні з тепловою обробкою в пастеризаторах, скорочується при виробництві виноградного соку – на 45 %

6. Визначено технологічні параметри НВЧ-обробки виноградного соку в рівномірному електромагнітному полі. Встановлено, що необхідні технологічні параметри пастеризації в рівномірному електромагнітному полі надвисокої частоти є: температура пастеризації виноградного соку – 80 °С; тривалість процесу пастеризації 17 хвилин при потужності генератора 400 Вт.

7. Встановлено, що втрати аскорбінової кислоти при використанні мікрохвильової пастеризації в рівномірному електромагнітному полі надвисокої частоти скорочуються на 18 %, поліфенольних речовин – на 10 %, в порівнянні з традиційною пастеризацією.

8. Виконано комплекс науково-практичних робіт, пов'язаних з виробництвом дослідних партій виноградного соку з використанням НВЧ-пастеризації в рівномірному електромагнітному полі. Розроблено проект нормативної документації на виноградний сік, зроблено розрахунок економічної ефективності від впровадження запропонованих технологій у виробництво. Економічний ефект від виробництва виноградного соку за удосконаленою технологією складає 231 тис. грн. на рік.

Список наукових праць, опублікованих за темою дисертації

1. Безусов А.Т. Показники вибіркової термоелектродинамічної обробки середовищ неоднорідного складу у нерезонансній мікрохвильовій камері / А.Т.Безусов, Б.О.Дем'янчук, М.В.Оленев // Наук. пр. ОНАХТ. – Одеса, 2006 – Вип. 26. – С. 200–203.

Автором досліджені проблеми та шляхи забезпечення вибіркової пастеризації продукції за допомогою ЕМП НВЧ.

2. Гулиев Ш.Р. Улучшение качества виноградных вин и соков путем их обработки в электромагнитном равномерном поле сверхвысокой частоты / Ш.Р. Гулиев, Б.А. Демьянчук, Н.В. Оленев // Виноградарство и виноделие . – Ялта, 2006. – № 1–2. - С. 41–43.

Автором розглянуті результати експериментальних досліджень обробки виноградних вин

і соків ЕМП НВЧ.

3. Дем'янчук Б.О. Модифікована модель процесу мікрохвильової стабілізації напоїв / Б.О. Дем'янчук, М.В. Оленев // Холодильна техніка і технологія.– Одеса, 2004. – № 6. – С. 65–68.

Автором розроблена модель, яка враховує протистоячі чинники, що впливають на кінцевий результат процесу мікрохвильової стабілізації напоїв.

4. Д'яконова А.К. Нерезонансні мікрохвильові камери для стабілізації властивостей продукції на потоці / А.К. Д'яконова, М.В. Оленев // Зб. наук. пр. Одеського ордену Леніна інституту Сухопутних військ. – Одеса, 2004. – № 9. – С. 46–49.

Автором запропоновані варіанти нерезонансних мікрохвильових камер для пастеризації рідинної продукції.

5. Д'яконова А.К. Експериментальні дослідження мікрохвильової обробки виноматеріалів / А.К. Д'яконова, Б.О. Дем'янчук, М.В. Оленев // Наукові праці ОНАХТ.– Одеса, 2006. – Вип. 29. – С. 151–154.

Автором досліджені показники якості виноматеріалів після НВЧ-обробки у нерезонансній камері.

6. Дем'янчук Б.А. Итоги и перспективы развития технологии микроволнового нагрева диэлектрических материалов / Б.А. Дем'янчук, Н.В. Оленев // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – Одесса, 2003. – № 4. – С. 57-60.

Автором проведено патентний пошук, складено опис винаходу, формула винаходу і заявки на патент України.

7. ПАТ. 76346. Україна, МПК С12Н1/16. Спосіб мікрохвильової стабілізації напоїв / Б.О. Дем'янчук, Ш.Р. Гулієв, М.В. Оленев - № 20041109096 заявл. 05.11.2004; Опубл.17.07.2006, Бюл. № 7.

Автором проаналізовано недоліки традиційних способів мікрохвильового нагріву діелектричних матеріалів і можливості альтернативних рішень проблеми.

8. Д'яконова А.К. Экспериментальные исследования микроволновой обработки виноматериалов / А.К. Д'яконова, Н.В. Оленев // Тез. доп. міжн. наук.–пр. конф. "Харчові технології – 2005." - ОНАХТ. – Одеса, 2005.– С. 79.

Автором досліджені мікробіологічні характеристики виноматеріалів, після НВЧ–обробки у нерезонансній камері.

АНОТАЦІЯ

Оленев М.В. Удосконалення технології виробництва виноградного соку з застосуванням рівномірного електромагнітного поля надвисокої частоти. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів, Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2008.

Дисертація присвячена удосконаленню технології виробництва виноградного соку за рахунок застосування мікрохвильової обробки напоїв в камері нерезонансного типу. Проведено аналіз існуючих способів теплової і мікрохвильової обробки продукції в резонансній мікрохвильовій камері. Показано переваги і недоліки традиційного нагрівання продукції в пастеризаторі і резонансних камерах НВЧ. Встановлено, що застосування резонансних камер в харчовій промисловості не знайшло широкого використання через недосконалість устаткування.

Теоретично й експериментально досліджено процес пастеризації виноградного соку у рівномірному електромагнітному полі НВЧ. Розроблено режими пастеризації продукції з обчисленням фактичної летальності найбільш термостійких мікроорганізмів.

Розроблено математичну модель і визначено параметри процесу мікрохвильової пастеризації продукції, яка забезпечує мікробіальну стабільність і підвищення якості готової продукції. Проведений мікробіологічний і біохімічний аналіз контрольних і дослідних зразків продукції після пастеризації за визначеними технологічними параметрами засвідчив промислову стерильність і скорочення втрат БЦР. Зроблено розрахунок економії енергоресурсів при НВЧ-обробці при застосуванні нерезонансної камери, який складає 231 тис. грн. на рік.

Ключові слова: мікрохвильова обробка, пастеризація, рівномірне електромагнітне поле надвисокої частоти, технологічні режими.

АННОТАЦИЯ

Оленев Н.В. Усовершенствование технологии производства виноградного сока с применением равномерного электромагнитного поля сверхвысокой частоты. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных и охлажденных пищевых продуктов. Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одеса, 2008.

Диссертация посвящена совершенствованию технологии производства виноградного сока за счет применения нового способа микроволновой обработки напитков с целью их микробіальной стабилизации. Проведен анализ существующих способов тепловой и микроволновой обработки продукции. Показаны преимущества и недостатки традиционного нагрева продукции в электромагнитном поле СВЧ резонансной камеры, который не нашел широкого применения в пищевой промышленности из-за несовершенства оборудования. Изучено влияние СВЧ-обработки на биологические объекты и определены пути решения проблемы,

связанные с применением микроволновой обработки для пастеризации виноградных соков.

Теоретически и экспериментально исследован процесс пастеризации виноградного сока в равномерном электромагнитном поле СВЧ. Клетки микроорганизмов отличаются от среды, в которой они находятся, удельной электропроводностью, диэлектрической проницаемостью, удельной теплоемкостью и массовой плотностью, что приводит к их гибели при микроволновой обработке в равномерном ЭМП начиная с температуры 70 °С.

Установлено, что при избирательности микроволнового нагрева сока и микроорганизмов в новой нерезонансной камере время экспозиции продукта при его обработке в равномерном электромагнитном поле может быть сокращено в 4...5 раз, по сравнению с продолжительностью традиционной обработки. Необходимая средняя температура воздействия на обрабатываемый продукт уменьшается при этом в 1,3 раза, а скорость разрушения БЦВ уменьшается примерно в 5...6 раз.

Разработаны режимы пастеризации продукции и установлена фактическая летальность для наиболее термостойких микроорганизмов.

Разработана математическая модель и определены параметры технологического процесса микроволновой пастеризации продукции, которая обеспечивает микробиальную стабильность и повышение качества готовой продукции. Результаты проведенного микробиологического и биохимического анализа контрольных и опытных образцов продукции после пастеризации по установленным технологическим режимам свидетельствует о том, что разработанные режимы пастеризации обеспечивают промышленную стерильность и сокращают потери БЦВ. Проведен расчет экономии энергоресурсов при использовании СВЧ – обработки виноградного сока в нерезонансной камере.

В процессе микроволновой обработки виноградного сока в камере нерезонансного типа, содержание сухих растворимых веществ, рН и общая кислотность сохраняется на уровне контрольных образцов, выработанных по традиционной технологии. Потери аскорбиновой кислоты при использовании микроволновой пастеризации сокращаются на 18 %, полифенольных веществ – на 10 %, по сравнению с традиционной пастеризацией.

Разработан способ микроволновой обработки продукции с использованием СВЧ-пастеризации в равномерном по объему поле нагрева.

Произведен расчет экономии энергоресурсов при СВЧ-обработке виноградного сока в нерезонансной камере, который составляет 231 тыс. грн. в год.

Ключевые слова: микроволновая обработка, пастеризация, равномерное электромагнитное поле сверхвысокой частоты, технологические режимы.

Olenev N.W. Development of production engineering of grape juice using regular microwave frequency electromagnetic field. – Manuscript.

Thesis for a competition of technics candidate's degree on the subject: 05.18.13 – The Tehnology of Canned Refrigerated Foods. Odessa National Academy of Food Technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa 2008.

The thesis is dedicated to the development of production engineering of grape juice due to the application of new technique of beverage microwave treatment for their microbial stabilization. Analysis of the existing techniques of thermal and microwave treatment was carried out. Advantages and disadvantages of traditional heating of products in microwave frequency electromagnetic field, which is not widely adopted in food industry because of the equipment imperfection, are shown.

Process of grape juice pasteurization treatment in regular microwave electromagnetic field was theoretically and experimentally analyzed. Products pasteurization standards, which carry out calculations of the required and actual lethality of most thermoduric microorganisms, are developed.

Mathematical model is developed and process optimization of products microwave pasteurization is carried out in order to ensure the highest speed of bacterial destruction while the level of useful bioactive substance destruction is not over assigned. Process quality of products microwave treatment is defined and comparative analysis of its quality rating is carried out according to the results of microbiological and biochemical analysis of tested and engineering product samples after pasteurization.

The technique of bulk microwave treatment of products and guidelines on its application in microwave pasteurization in the regular by volume field of heating is offered.

Calculation of energy saving due to the microwave treatment in the new chamber, which amounts to 231 thousand hryvnia per annum, is carried out.

Key words: microwave treatment, pasteurization, regular microwave electromagnetic field, beverage industry processing methods.

ОНАХТ, 65039, м. Одеса – 39, вул. Канатна, 112