

ПАХОМОВА¹ К.Ю., аспірант, СТОЯНОВА² Л.О., канд. техн. наук,
 ВЕРХІВКЕР Я.Г.³, д-р техн. наук, професор

¹Національного університету харчових технологій, м. Київ

²Одеський інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій,

³Одеська національна академія харчових технологій

ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ У КОНСЕРВУВАННІ ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Гідродинамічна обробка використовується для гомогенізації, змішування, відсаджування завислих часток з колоїдного розчину, активації води, отримання стабільних водно-олійних емульсій. Обробка на гідродинамічних установках ТЕК-5 та ТЕК-30 ягід полуниці, журавлини, чорниці та чорної смородини дала можливість отримати гомогенну тонкоподрібнену масу. Аналіз змін хімічних показників показав, що в процесі гідродинамічної (кавітаційної) обробки відбувається часткове оцукрювання клітковини, гідроліз пектину та збільшення рівня поліфенолів. За рахунок явищ гідромеханіки: тертя, турбуленції та кавітації відбувається нагрів продукту. Враховуючи це було розроблено режими пастеризації заявлених продуктів на установці ТЕК-30.

Ключові слова: гідродинамічна обробка, кавітаційна установка, розмір часток, полі феноли, стерилізуючий ефект.

Hydrodynamic processing is used for homogenization, mixing, branch of the weighed particles for colloidal solution, activation of water, reception stable water-oil emulsion. Processing on hydrodynamic installations ТЕК-5 and ТЕК-30 berries of a strawberry, a cranberry, a blueberry and black currants has given the chance to receive homogeneous thin crushing substratum. The analysis of change of chemical indicators has shown that in the course of hydrodynamic (cavitation) processing there is turn to sugar same part cellulose, a hydrolysis of pectin and increase in level of polyphenols. At the expense of the hydromechanics phenomena: friction, turbulence and cavitation there is a product heating. Considering it modes of pasteurization have been developed for the declared products in installation ТЕК-30.

Keywords: hydrodynamic treatment, kavitaciynna setting, size of particles, to poli phenols, steralizing an effect.

На сучасному етапі розвитку харчової промисловості актуальним є виготовлення продуктів з підвищеною поживною цінністю за умови мінімізації втрат сировини та її біологічно-активних речовин (БАР), а також підвищення засвоюваності корисних речовин за рахунок вивільнення їх під час спеціальної обробки. Не менш актуальним є зниження матеріалоємності та енергоємності технологій. Проведений огляд інформаційних джерел показав, що саме такою може стати технологія гідродинамічної обробки сировини. Під час обробки сировини на гідродинамічній установці відбувається ефект кавітації – утворення в рідині пустот (кавітаційних бульбашок або каверн), заповнених газом, паром або їх сумішшю. Це явище виникає внаслідок швидкого (10^{-4} - 10^{-6} с) місцевого пониження тиску в рідині при збільшенні її швидкості. Гідродинамічна кавітація може виникнути в будь якій рідині, що рухається турбулентно. Рідина випаровується через низький тиск, утворюючи пустоти. Так утворюються каверни діаметром від 100 нм до 3 мм, які вибухають під дією високого тиску навколо них [1].

В останнє десятиліття вчені розробили та впровадили у виробництво багато технологій з використанням цього способу: для гомогенізації, змішування, відсаджування завислих часток з колоїдного розчину, наприклад, у молочі [2].

У м'ясній промисловості стало можливим відмовитись від вологоутримуючих та кольоростабілізуючих добавок.

Одним з прикладів використання гідродинаміч-

ної (кавітаційної) обробки є активація води (посилення її розчинюючої дії без нагрівання). Таку технологію, що розроблена вченими та спеціалістами академічної організації Російської академії природничих наук ООО «Астор-С», успішно використовують на Вологодському м'ясокомбінаті. При виробництві м'ясних, молочних, хлібних і багатьох інших харчових продуктів додаються різні хімічні та біологічні компоненти з метою покращання властивостей готової продукції з рослинної та тваринної сировини та збільшення об'ємів виробництва. Як правило, сировина поступає на підприємство у замороженому або висушеному стані. Тобто сировина при висушуванні чи дефростації втрачає частину природної вологи. Для покращання умов відновлення продукту та зв'язування в готовому продукті води, яка входить до рецептури використовують водозв'язуючі добавки – гідроколоїди. За рахунок гідродинамічної (кавітаційної) обробки вода стає сильним розчинником, здатна утворювати стійкі сполуки з білками та іншими природними високомолекулярними компонентами сировини, залишаючись при цьому абсолютно холодною, що дає змогу уникнути багатьох небажаних явищ, які виникають при обробці продукту киплячою водою.

Технологію кавітаційної обробки води та компонентів на установці «Сиринкс 4000» на протязі останніх років успішно використовують на Вологодському хлібокомбінаті, що дозволило відмовитись від висококоштовних і не завжди безпечних для людини емульгаторів при отриманні стабільних водно-олійних емульсій, скоротити витрату жирів на операціях змащення хлібопекарного інвентарю, замішування тіста.

У хліба, випеченого за такою технологією підвищуються органолептичні властивості, пористість м'якушу, збільшується питомий об'єм формових і подових виробів, подовжується тривалість збереження свіжості, знижується кришливість та мікробіологічне псування хлібу. При цьому масова частка жиру в готовому продукті зберігається на тому ж рівні, що й при використанні традиційних технологій, а об'єм виробництва готової продукції зростає [3].

Дослідні роботи українських вчених з «Інженерного центру Трансзвук» довели ефективність гідродинамічних технологій для гомогенізації майонезів, маргаринів, фруктових пюре та соків. Насос-диспергатор ТСВТ успішно використовують на багатьох підприємствах. Протягом 2003-2005 років проводились також дослідження щодо ефективності використання кавітаційної обробки для знезараження судових баластних вод. Отримані раніше дані щодо руйнування в процесі кавітаційної обробки баластних вод дрібних морських істот, планктону і мікроорганізмів, а при обробці вина – вегетативних клітин дріжд-

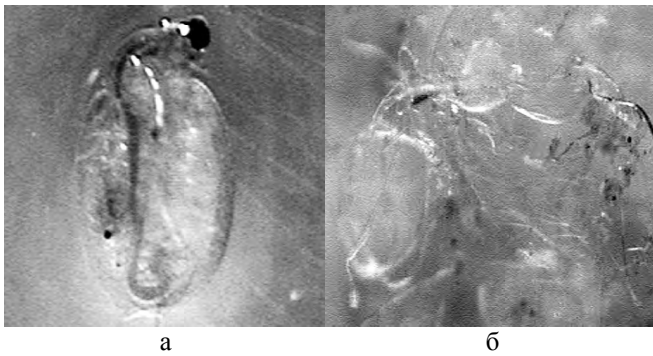


Рис. 1. Вплив кавітації на *Ceriodaphnia affinis*: а – до обробки, б – після обробки

жив [4]. Вплив кавітації на деякі морські організми можна побачити на рисунку 1 і 2.

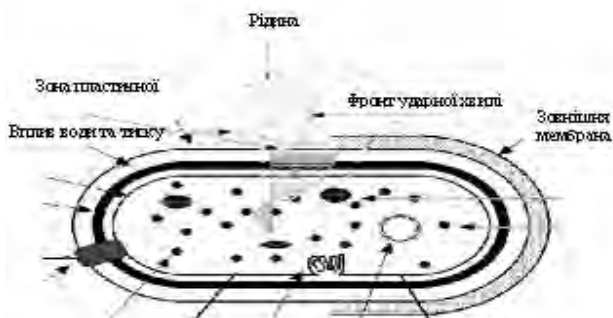


Рис. 2. Механізм руйнування мікробної клітини

Отримані результати показали, що ця технологія є достатньо ефективною і може бути використана, в тому числі, для знезараження комунальних стічних вод. В 2010 році ми приймали участь в запуску насосно-диспергатора, розробленого Аксентьевим О.М. («Інженерний центр Трансзвук»), на Залозецькому спиртовому заводі. Результатом використання нового обладнання стало збільшення виходу спирту за рахунок гідролізу під час кавітаційної обробки більшої кількості крохмалю зерна кукурудзи. Дослідження в цій області проводить також Осіпенко С.Б. (НВП «Текмаш»). Ним було спроектовано та виготовлено гідродинамічну установку. Обробка на гідродинамічній установці сої забезпечила отримання гомогенної маси, яка не розшаровувалась під час зберігання. При цьому підвищувалась засвоюваність білка сої.

Мета роботи — використовувати гідродинамічні установки для виготовлення консервованої продукції з рослинної сировини (ягоди, фрукти, овочі). Як відомо, основним джерелом вуглеводів, біологічно активних речовин, антиоксидантів, природних сорбентів (целюлоза, лігнін, пектин), мінеральних речовин та ін. є фрукти, овочі та ягоди. Значна частина всіх цих компонентів знаходиться в шкірочці плодів, ягід та овочів, що при традиційних технологіях переробки найчастіше виводяться у відходи,

а використовувані температурні режими консервування не дозволяють зберегти в повній мірі БАР, які залишились після обробки. Ще одним вагомим фактором, що говорить не на користь існуючих технологій є їх енергоємність.

Саме для вирішення всіх цих питань було розпочато роботу по вивченню впливу гідродинамічної обробки на рослинну сировину (в даному випадку на ягоди). Дослідження проводились на гідродинамічних установках, розроблених Осіпенко С.Б. (НВП «Текмаш»).

В процесі обробки на гідродинамічних установках (пілотна модель ТЕК-5 та напівпромислова ТЕК-30, фото яких показані на рисунку 3) ягід чорниці, чорної смородини, журавлини та полуниці була отримана гомогенна тонкоподрібнена ягідна маса. Якість

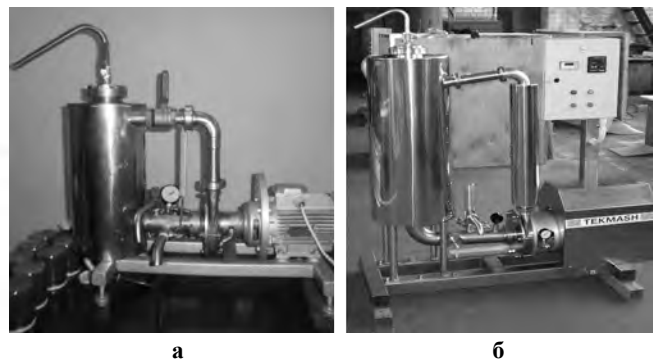


Рис. 3. Гідродинамічні установки ТЕК-5 (а) та ТЕК-30 (б)

подрібнення продукту залежить від структури оброблюваної сировини та параметрів роботи гідродинамічної установки (тиск в кавітаторі, тривалість обробки). Відбір проб відбувався через 2 хвилини після початку роботи установки та при досягненні продуктом температур 50, 70 та 88 °С. Залежність динаміки подрібнення від параметрів обробки різних ягід наведена на рисунках 4, 5, 6, 7, а також в таблиці 1.

Таблиця 1

Ступінь подрібнення сировини

№з/п	Сировина	Час обробки	Розмір часток, %			Марка установки	Тиск в кавітаторі, бар
			d>300 нм	d>150 нм	d<150 нм		
1	Полуниця	2 хв.	23	57	20	ТЕК-С-5	2,2
2		8 хв.	9	57	34		
3		23 хв.	6	39	55		
4		45 хв.	5	30	65		
5	Журавлина	2 хв.	17	37	46		
6		8 хв.	12	21	67		
7		22 хв.	8	19	73		
8		41 хв.	3	11	86		
9	Чорниця	2 хв.	13	29	58	ТЕК-С-30	3,0
10		22 хв.	6	14	80		
11		34 хв.	4	10	86		
12		61 хв.	2	5	93		
13	Чорна смородина	2 хв.	18	39	43	ТЕК-С-5	2,2
14		8 хв.	11	19	70		
15		22 хв.	7	15	78		
16		45 хв.	5	13	82		

Дослідження змін хімічного складу сировини показали, що під час обробки відбувається часткове оцукрювання клітковини, що в свою чергу призводить

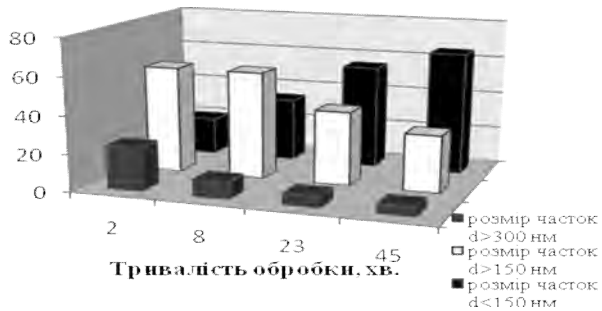


Рис. 4. Динаміка подрібнення полуниці

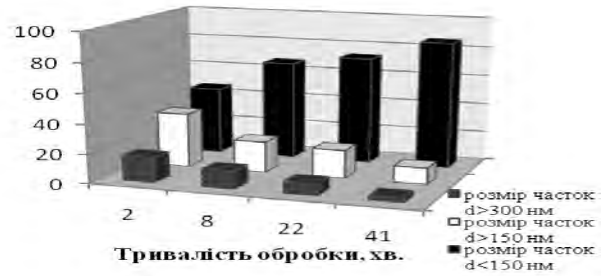


Рис. 5. Динаміка подрібнення журавлини

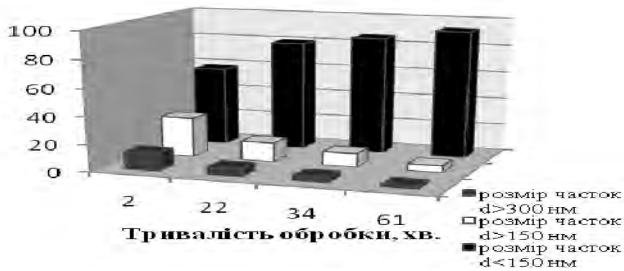


Рис. 6. Динаміка подрібнення чорниці



Рис. 7. Динаміка подрібнення чорної смородини

до збільшення кількості розчинних сухих речовин та моно- і дисахаридів в продукті.

Під час кавітаційної обробки сировини відбувається гідроліз протопектину і перехід його у більш фізіологічно засвоювану водорозчинну форму. Дослідження, проведені нами на кафедрі харчових технологій ОПСДО НУХТ раніше, виявили, що одночасно з тонким подрібненням яблук відбувається гідроліз від 50 до 90 відсотків протопектину (в залежності від тиску в кавітаторі), слив – до 50 відсотків. Що стосується ягід – результати досліджень підтверджують таку ж динаміку. Отримані дані ще перевіряються.

яснити утворенням вторинних продуктів перетворення поліфенолів з більш високою оптичною щільністю. Зміни рівня поліфенолів наведено в таблиці 2, а динаміку їх зміни можна прослідкувати по рисунку 8.

Одночасно з подрібненням відбувається нагрів оброблюваного продукту за рахунок явищ гідромеханіки: тертя, турбуленції та кавітації. Нами було розроблено режими пастеризації гомогенізованих ягід у кавітаційній установці ТЕК-30 згідно з вимогами СОУ 01.1-37-681:2007 [7]. Враховуючи те, що рН заявлених продуктів не перевищує 3,5, летальність, що вимагається для таких консервів, має складати 100 умовних хвилин (тест-мікроорганізм *Bys.nivea*) при базовій температурі 80 °С, z=8 [6]. Криву летальності та прогріву чорниці на установці НТЦ «Текмаш» марки ТЕК-30 показано на рисунку 9. Розрахунок летального ефекту ми починали з 60 °С, але, оскільки до 75 °С значення коефіцієнтів летальності дуже малі, розрахунок режиму починали саме від 75 °С. Отже з графіку видно, що нагрів продукту від 75 °С до 88 °С відбувається протягом 8 хвилин (установка працює безперервно), далі продукт витримується при 88 °С протягом 8 хвилин (установка працює в осцилюючому режимі: 1 хвилину включена, 1 хвилину виключена). Саме осцилюючим режимом при витримці продукту і пояснюється форма кривої. За цей час набирається $F_T^z = \frac{8^\circ\text{C}}{80^\circ\text{C}} = 122,535 \text{ ум.хв}$ летальності, що цілком

Таблиця 2

Зміни рівня поліфенолів

Сировина		Поліфеноли
Полуниця	свіжа	244,7
	50 °С	247,6
	70 °С	240,3
	88 °С	246,1
Журавлина	свіжа	218,4
	50 °С	224,3
	70 °С	212,6
	88 °С	212,6
Чорниця	свіжа	339
	50 °С	357
	70 °С	373
	88 °С	364
Чорна смородина	свіжа	387,6
	50 °С	388,2
	70 °С	392,7
	88 °С	407,8

Особливо хотілося б звернути увагу на зміни поліфенолів. масову частку поліфенолів у продуктах визначали згідно з ДСТУ 4373, який передбачає проведення реакції комплексоутворення поліфенолів з реактивом Фоліна-Деніса з утворенням забарвлених речовин з послідуочим визначенням оптичної густини [5]. Під час даної обробки їх рівень або залишається незмінним, або дещо підвищується, що можна по-

задовольняє нормативним вимогам. Мікробіологічні дослідження підтвердили промислову стерильність продукту після такої обробки. Після досягнення продуктом потрібного значення летальності, він подається на фасування. Під час фасування продукту протягом 5-6 хвилин, температура знижувалась не більше ніж на 1 °С. Оскільки під час фасування в продукт може потрапити якась кількість мікрофлори з повітря цеху та з внутрішньої поверхні тари, необхідно додатково пастеризувати продукт до досягнення стерилізуючого ефекту не менше $A_T^z = \frac{8^\circ\text{C}}{80^\circ\text{C}} = 50 \text{ ум.хв}$ для цього передбачено витримку продукту в герметично

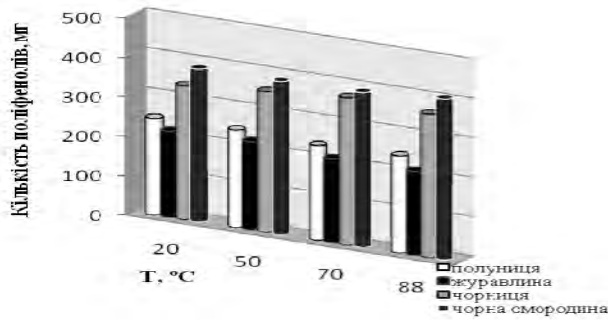


Рис. 8. Динаміка зміни кількості поліфенолів у продукті

закупореній тарі в термокамері протягом 10 хвилин при температурі $86 \pm 0,5$ °C. За цей час при таких значеннях температури набирається ще $F_T^Z = 8^\circ\text{C}$
 $F_T^Z = 80^\circ\text{C} = 60 - 65 \text{ ум.хв}$, що забезпечує промислову стерильність продукту.

Отже, з огляду на отримані дані, можна зробити висновки, що:

1. Гідродинамічна обробка набирає все більшого поширення в харчовій промисловості.
2. Використання гідродинамічних установок для

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Cavitation>
 2. <http://www.arisdyn.com/vp/cavitation.htm>
 3. <http://instapedia.com/m/Cavitation>
 4. <http://www.arisdyn.com/vp/cavitation.htm>
 5. ДСТУ 4373:2005. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту полі фенолів [Текст]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006.
 6. Бабарин, В.П. Справочник по стерилизации консервов [Текст] / В.П. Бабарин, Н.Н. Мазохина-Поршнякова, В.И. Рогачев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
 7. СОУ 01.1-37-681:2007. Система технологічної документації. Порядок розроблення, погодження та затвердження режимів стерилізації і пастеризації консервів та консервованих напівфабрикатів [Текст]. – Київ: Мінагрополітики України
- УДК 663.3 : 634.51

ГАЙДАЙ І.В., аспірант, ЛИТОВЧЕНКО О.М., д-р. техн. наук, професор

Уманський національний університет садівництва Міністерства аграрної політики України

ДОМАРЕЦЬКИЙ В.А., д-р. техн. наук, професор

Національний університет харчових технологій, м. Київ

МЕЛЬНИК І.В., канд. техн. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій

ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРАКТІВ І СОКУ З ДЕРЕНУ В ТЕХНОЛОГІЇ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ АЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Проаналізовано можливість використання нетрадиційної рослинної сировини у використанні в плодово-ягідному виноробстві. Досліджено вплив екстрагентів та ферментних препаратів на вихід соку з дерену; розроблені термін і температура попередньої обробки м'язги для підвищення виходу соку та збільшення концентрації фенольних сполук в ньому.

Ключові слова: плодово-ягідні вина, екстракти рослинної сировини, антиоксидантна активність, обробка плодів дерену, вихід соку, барвні речовини, підспиртовування м'язги.

Possibility of utilization of nonconventional vegetable raw materials in utilization in a fruit-berry wine-making. Influence of extractants and fermental preparations on outputting of juice from cornelian cherry was investigated; term and temperature of preliminary processing of pulp for increase of outputting of juice and for increase of concentration of phenolic compounds in it were developed.

Keywords: fruit-berry wines, extracts of vegetable raw materials, antioxidant activity, processing of cornelian cherry, outputting of juice, colorants substances, alcoholizing of pulp.

Вивчення тенденцій розвитку виноробного сектору економіки країн світу дало можливість виявити зміни складу і структури асортименту вин, що виробляються, в сторону підвищення їх адекватності фізіологічним потребам людини. При цьому реальний попит на вина поряд з економічними і соціально-психологічними факторами обумовлений їх харчовою

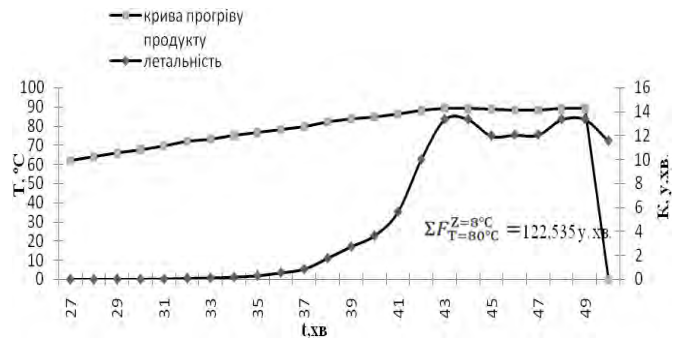


Рис. 9. Крива летальності та прогріву чорниці

виробництва фруктових та ягідних пюре дає змогу отримати гомогенний продукт без втрат сировини та біологічно-активних сполук.

3. Підвищується засвоюваність деяких нутрієнтів переробленого продукту (пектину, клітковини) за рахунок переводу їх у більш доступну біологічну форму.

4. Досягається мікробіологічна стабільність продукту.

Поступила 10.2011

цінністю та лікувально-профілактичними властивостями. Благодійний ефект вина пов'язаний з його специфічним складом. В першу чергу це залежить від вмісту в ньому нативних поліфенольних сполук, які володіють високою біологічною активністю та реакційною здатністю [1].

В дослідженнях впливу вина на здоров'я людини в основному розглядаються три його властивості – антиокислювальна, антимуутагенна, антиканцерогенна.

Отже, вино може проявляти терапевтичну дію на організм людини при умові його виробництва з якісної сировини та відповідної технології.

Відомо, що фенольні речовини, як і вітаміни, відіграють домінуючу роль в обміні речовин рослин і у визначенні органолептичних і біотехнологічних якостей плодів та ягід.

Джерелом біологічно активних фенольних речовин поряд з традиційними плодами і ягодами є малопоширені, які володіють імуномодельючими, радіозахисними, антиоксидантними та іншими цілющими властивостями [2].