

Зміна ступеня етерифікації пектинових речовин у журавлиновому поре найкраща у зразках із використанням альbedo апельсину. Оптимальна кількість ферментного препарату подрібненого альbedo складає 3,5 %, що дає змогу знизити ступінь етерифікації до 52 % пектину журавлиного поре.

Аналіз експериментальних даних активності ПМЕ у досліджуваній рослинній сировині, їхнє співвідношення і зміна в процесі варіювання технологічних режимів дозволяє створити такий ряд: шкірочка хурми > листя люцерни > шкірочка гарбуза > альbedo апельсину та обрати їх, як джерела природної пектинметилестерази.

Дослідження активності пектолітичного комплексу ферментів рослинної сировини дозволяють розробити біотехнологічні прийоми для одержання НМП із потрібним ступенем етерифікації безпосередньо на консервному підприємстві без жорстких традиційних технологічних режимів.

#### Література

1. Дьяконова, А.К. Структурообразователи в производстве консервированных продуктов [Текст] / А.К. Дьяконова, А.Т. Безусов // Монография. – Одесса: Из-во «Optimum». – 2006. – 249 с.
2. Коваленко А.В. Технология препарата пектинметилэстеразы томатов: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.20 / А.В. Коваленко. – Одесса, 1997. – 149 с. – Библиогр. : с. 132–149.
3. Голубев, В.Н. Пектин: химия, технология, применение [Текст] / В.Н. Голубев, Н.П. Шелухина. – М., 1995. — 317 с.
4. Пектин Производство и применение [Текст] / Н.С. Карпович, Л.В. Донченко, В.В. Нелина и др. – К.: Урожай, 1989. – 88 с.
5. ГОСТ 29059-91 Продукты переработки плодов и овощей. Определения прозрачности соков и экстрактов и содержания в них пектина. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – С.14.
6. Арасимович, В.В. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллолоз и пектолитических ферментов в плодах [Текст] / В.В. Арасимович, С.В. Балтага, Н.П. Пономарева. – Кишинев.: Ред. – издат. отдел АН МССР, 1970. – С. 71.
7. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений [Текст] / Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 223 – 225.
8. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений [Текст] / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, И.К. Мурри. – М.: Воагропромиздат, 1987. – 430 с.

УДК 664.859.4:66-963

## ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

<sup>1</sup>Пахомова К.Ю., аспірантка, <sup>2</sup>Верхівкер Я.Г., д-р техн. наук, професор,  
<sup>3</sup>Дашковський Ю.О., канд. техн. наук, <sup>4</sup>Стоянова Л.Ю., канд. техн. наук  
<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій, м. Київ  
<sup>2</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса  
<sup>3</sup>Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ

<sup>4</sup>Одеський інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій

*У статті наведено результати досліджень щодо впливу гідродинамічної обробки рослинної сировини (ягід чорниці та чорної смородини) на зміни кількісного та якісного складу сполук поліфенольного комплексу та вітаміну С. Проведено порівняльний аналіз утрат сировини та її БАП при виготовленні гомогенізованого продукту на установках типу ТЕК-СМ та за класичною схемою.*

*The results of studies on the influence of hydrodynamic processing of plant material (blueberries and black currants) on quantitative and qualitative changes of polyphenolic compounds complex and vitamin C were presented. Was conducted a comparative analysis of the costs of raw materials and its biologically active substances in the manufacture homogenized product in devices such as TEK-CM and the classical scheme.*

Ключові слова: гідродинамічна обробка, антирадикальний вплив, антиоксиданти, поліфеноли, вітамін С.

Погіршення екологічного стану навколишнього середовища викликає погіршення здоров'я населення в цілому. Одним із основних факторів екологічного стану, що призводить до негативних змін в організмі людини, є вільні радикали, пошук захисту від яких – актуальна проблема сьогодення. Як

відомо, отримати всі необхідні біокомпоненти для нормального функціонування організму, оздоровлення та профілактики захворювань можна з рослинної сировини. У сезон досягання фруктово-овочевих та ягідних культур надходження необхідних біокомпонентів у організм людини забезпечується за рахунок споживання свіжої сировини. Щодо міжсезоння – актуальними залишаються консервовані рослинні продукти з необхідним вмістом БАР. Тож ще одним завданням для виробників є пошук нових видів обробки, що дають змогу виробляти необхідні консерви з мінімальними втратами сировини та її БАР.

Основними компонентами антиоксидантного комплексу рослинної сировини є поліфенольні сполуки та вітамін С.

Метою досліджень було вивчення впливу гідродинамічної обробки на кількісні та якісні зміни поліфенолів та вітаміну С при виготовленні гомогенізованого продукту на установках типу ТЕК-СМ.

Установки типу ТЕК-СМ – це гідродинамічні кавітаційні установки статичного типу періодичної дії, розроблені НВПІ «Інститут «ТЕКМАШ» (Херсон). Принцип роботи установки полягає в багаторазовому пропусканні продукту через гідродинамічний модуль (уявляє собою послідовно встановлений конфузор, проточну робочу камеру і дифузор) із високою швидкістю та під тиском. У камері встановлено кавітатор, який утворює локальне звуження потоку. Внаслідок зменшення тиску та зростання місцевих швидкостей потоку за обтічним непорушним тілом відбувається процес утворення (розвитку і руйнування (схлопування)) кавітаційних бульбашок. Внаслідок такої обробки продукт подрібнюється та нагрівається до необхідної температури [1, 2].

На першому етапі роботи досліджувались зміни сполук поліфенольного комплексу за умов гідродинамічної (кавітаційної) обробки сировини. Поліфенольні сполуки рослинних продуктів проявляють широкий спектр біологічного впливу на організм людини: пробіотичний, протизапальний, кардіопротекторний, антиканцерогенний, імуномодулювальний, антимікробний ефекти. Тому при виробництві консервованої продукції із рослинної сировини одним з важливих показників, що вказує на якість та корисність консервів, є кількісний та якісний склад поліфенольних сполук.

Поліфенолів найбільше знаходиться в органах рослини, що активно функціонують – листі, квітках, паростках, а також у покривних тканинах, що виконують захисні функції (наприклад, в шкірці картоплі водорозчинних поліфенолів у 8,6 разів більше ніж у м'якоті) [3]. За даними Хомич Г.П., вичавки після вилучення соку з дикорослої сировини (бузина чорна, чорноплідна горобина, чорниця) містять у своєму складі достатню кількість антоціанових речовин, оксикоричних кислот, флавонів та їхніх похідних [4].

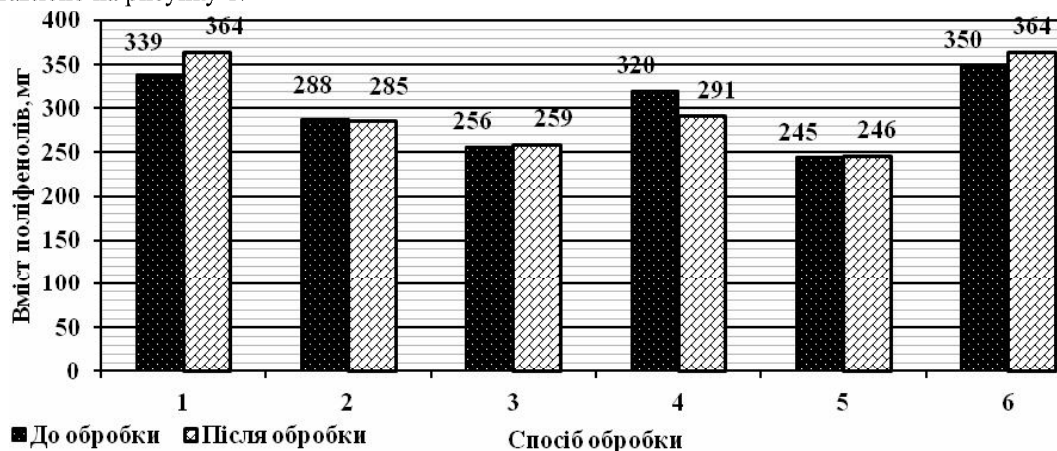
Переробка сировини на установках типу ТЕК-СМ дає змогу звести кількість відходів сировини до мінімуму. Дані щодо кількості та виду відходів при переробці сировини за класичною схемою та на установках типу ТЕК-СМ наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1 - Кількість та склад відходів різних видів сировини за різних видів обробки**

Вид сировини	Вид обробки	Кількість відходів, %	Вид відходів
Полуниця садова	на ТЕК-СМ	2,6	Чашолистки, некондиційна сировина, листочки, гілочки
	за класичною схемою	14	Чашолистки, некондиційна сировина, листочки, гілочки, кісточки, нерозварені частинки м'якоті
Смородина червона	на ТЕК-СМ	5,6	Гілочки, листочки, некондиційна сировина
	за класичною схемою	20	Гілочки, листочки, некондиційна сировина, шкірка, кісточки
Чорниця	на ТЕК-СМ	2	Гілочки, листочки, некондиційна сировина
	за класичною схемою	12	Гілочки, некондиційна сировина, шкірка, кісточки
Смородина чорна	на ТЕК-СМ	4	Гілочки, листочки, некондиційна сировина
	за класичною схемою	34	Гілочки, некондиційна сировина, шкірка, кісточки

Як видно з таблиці, при виготовленні фруктів гомогенізованих за класичною технологією відходи складають від 12 до 34 % залежно від виду та якості сировини. Вивчення фракційного складу відходів показали, що основну їхню масу складає шкірочка та кісточка переробленої сировини. При використанні установок типу ТЕК-СМ переробляються всі компоненти сировини (у відходи потрапляють лише гілочки, листочки, чашолистки, некондиційна сировина).

Отже, переробка ягід на установках типу ТЕК-СМ дає змогу отримувати продукт, що за хімічним складом дуже подібний до нативної сировини. Це підтверджується порівняльним аналізом хімічного складу переробленої сировини та готового продукту. Дані щодо вмісту поліфенолів у сировині та в гомогенізованому продукті, виготовленому за класичною технологією та на установках типу ТЕК-СМ, представлено на рисунку 1.



1 – чорниці гомогенізованої, обробленої на установці ТЕК-СМ-30; 2 – чорниці гомогенізованої, виготовленої за класичною схемою; 3 – чорної смородини гомогенізованої, обробленої на установці ТЕК-СМ-30; 4 – чорної смородини гомогенізованої, виготовленої за класичною схемою; 5 – полуниці гомогенізованої, обробленої на установці ТЕК-СМ-5; 6 – полуниці гомогенізованої, виготовленої за класичною схемою

**Рис. 1 - Зміна вмісту поліфенолів залежно від способу обробки сировини**

Як видно з рисунку, при переробці сировини на установках типу ТЕК-СМ вміст поліфенолів або залишається незмінним, або дещо підвищується: при переробці чорниці на установці ТЕК-СМ-30 кількість поліфенолів у чорниці гомогенізованій збільшується на 7 % порівняно зі вмістом у вихідній сировині (для порівняння: при класичній схемі виготовлення гомогенізованої чорниці кількість поліфенолів зменшується на 1 %); чорної смородини на гідродинамічній установці – збільшується на 1 % (при класичній схемі – зменшується на 9 %); полуниці на установці ТЕК-СМ-5 збільшується на 1 % (при класичній схемі – зменшується на 4 %). Оскільки визначення вмісту поліфенолів проводилось одразу після виготовлення продукту, отримані результати показують, яким чином впливає обраний вид обробки на хімічний склад сировини. Зменшення кількості поліфенольних сполук у продукті при виготовленні його за класичною технологією пояснюється швидким ферментативним окисленням флавоноїдів при подрібненні сировини у звичайному середовищі, що містить до 21 % кисню. На вміст поліфенолів негативно впливає тривала дія підвищених температур. Зі збільшенням часу прогрівання та температури зростають втрати активних мономерних форм поліфенолів та ступінь конденсації полімерів. У межах температур 45-110 °C існує лінійна залежність між кількістю зруйнованих антоціанів і збільшенням температури реакції. Крім того, за температур вище 80 °C відбувається інтенсивне накопичення продукту деградації цукрів – оксиметил-фурфуролу, що також каталізує розклад антоціанів. [5, 6].

Збереженість або навіть підвищення кількості поліфенольних сполук при обробці сировини на установках типу ТЕК-СМ можна пояснити, можливо, утворенням вторинних продуктів перетворення поліфенолів із більш високою оптичною щільністю. Крім того, відомо, що поліфенольні сполуки володіють низькою біодоступністю, через їхню низьку розчинність як у воді, так і в ліпідах, а також внаслідок складності будови молекули, яка має у своєму складі кілька ароматичних кілець, що зумовлює низьку абсорбцію цих сполук при пероральному введенні та складність транспорту до клітин шляхом простої дифузії. Проблема біодоступності вирішується за рахунок комплексоутворення рослинних поліфенолів із фосфоліпідами з утворенням ліпосом (самовільно утворюються в сумішах фосфоліпідів з водою) [7, 8]. Оскільки, як відомо, кавітаційна обробка сприяє активації води, в оброблюваному продукті прискорюються процеси утворення ліпосом, а, отже – збільшується біодоступність поліфенольних сполук.

Крім того, кавітаційна обробка сприяє руйнуванню зв'язків у складних молекулах поліфенольних сполук, які містять в своєму складі два і більше бензольних кілець, а також утворенням нових, що підтверджується дослідженнями поліфенольного складу ягід чорниці та чорниці гомогенізованої, виготовленої на установці ТЕК-СМ-30 (таблиця 2).

Вміст сухих речовин в ягодах чорниці складає 14,98 %, в чорниці гомогенізованій – 14,5 %. Різниця в кількісних значеннях поліфенольного складу сировини та готового продукту можна пояснити тим, що

для проведення аналізу були відібрані зразки з різних партій. Порівняння отриманих значень та визначення змін можливе при розрахунку відносних відсотків.

**Таблиця 2 - Вміст ідентифікованих поліфенолів у ягодах чорниці та чорниці гомогенізованій**

	Речовина	Вміст			
		Ягоди		Чорниця гомогенізована	
		мкг/г	%	мкг/г	%
	катехін	9,9	2,8	7,2	0,1
	хлорогенова кислота	144,1	41,4	53,9	26,6
	кавова кислота	не виявлено	не виявлено	5,0	2,5
	рутин	194,0	55,7	131,3	64,7
	кверцетин	не виявлено	не виявлено	5,4	2,7
	<b>Усього</b>	<b>348,0</b>	<b>100</b>	<b>202,8</b>	<b>100</b>
Антоціани	дельфінідин-галактозид	501,2	10,0	268	9,0
	дельфінідин-глюкозид	507,2	10,1	297,3	9,9
	ціанідин-галактозид	553,7	11,1	304,1	10,2
	дельфінідин-арабінозид	418,4	8,4	205,1	6,9
	ціанідин-глюкозид та петунідин-галактозид	627,5	12,5	317,2	10,6
	ціанідин-арабінозид	157,2	3,1	304,1	10,2
	петунідин-глюкозид	746,7	14,9	343,0	11,5
	пеонідин-галактозид	104,2	2,1	53,6	1,8
	петунідин-арабінозид	91,0	1,8	56,0	1,9
	пеонідин-глюкозид	280,9	5,6	176,8	5,9
	мальвідин-галактозид	581,3	11,6	363,3	12,1
	мальвідин-глюкозид та пеонідин-арабінозид	313,1	6,3	187,4	6,3
	мальвідин-арабінозид	124,4	2,5	114,5	3,8
		<b>Сума антоціанів</b>	<b>5006,8</b>	<b>100</b>	<b>2990,4</b>

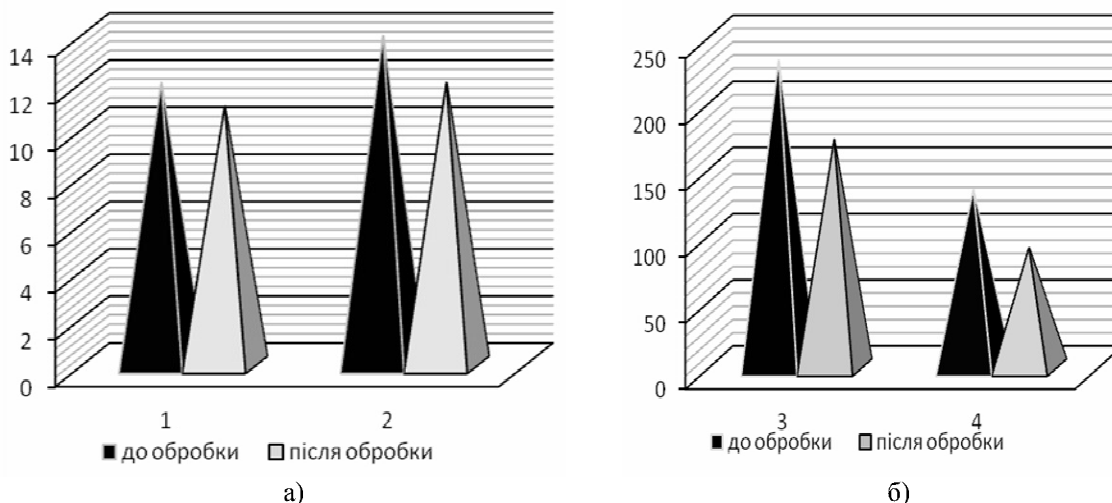
Як видно з таблиці, у процесі обробки сировини на установці ТЕК-СМ-30 утворюється 2,5 % кавової кислоти, 2,7 % кверцетину, збільшується кількість рутину, що володіють сильними відновлювальними властивостями. Зміни, що відбуваються в антоціановому комплексі (антоціанідини та їхні глікозидні форми є сильними антиоксидантами), незначні, тому отриманий продукт не втрачає антиканцерогенних та антиоксидантних властивостей нативної сировини [9,10].

Відновлювальний потенціал харчового продукту визначається не лише вмістом сполук поліфенольного комплексу, а сукупністю хімічних показників системи. Із досліджень Хомич Г.П. відомо, що одним із факторів, який впливає на стабільність антоціанів, є вміст аскорбінової кислоти, що належить до сполук, які володіють антиокислювальними властивостями. Тому вивчення можливості збереження цього компонента в готовому продукті в умовах заявленого способу обробки було другим етапом при вивченні антиоксидантних властивостей продукту [11, 12].

У процесі виготовлення фруктово-ягідних гомогенізованих пюре значні втрати вітаміну С відбуваються при подрібненні сировини внаслідок ферментативного та неферментативного (киснем повітря) окислення. Крім того, аскорбінова кислота добре розчиняється у воді і дуже нестійка під час теплової обробки (швидке руйнування відбувається при температурі вище 100 °С, особливо при збільшенні часу обробки [13]).

Як показали дослідження, руйнування вітаміну С при виготовленні пюре гомогенізованого на установках типу ТЕК-СМ відбувається, але в меншому ступені, ніж із використанням класичної схеми переробки, що видно з рисунка 2.

Для порівняння даних, зображених на рисунку 2, були обчислені відносні відсотки, які показали, що при переробці чорниці та чорної смородини на гідродинамічній установці ТЕК-СМ-30 та за класичною технологією збереглося відповідно 92 і 86 % та 74 і 67 % вітаміну С. Більшу збереженість даного показника при переробці сировини на досліджуваній установці можна пояснити тим, що весь процес переробки проводиться в одному апараті, що виключає можливість контакту продукту з киснем повітря і відповідно - окислення продукту.



- 1 – виготовлення чорниці гомогенізованої на установці ТЕК-СМ-30;  
 2 – виготовлення чорниці гомогенізованої за класичною схемою;  
 3 – виготовлення чорної смородини гомогенізованої на установці ТЕК-СМ-30;  
 4 – виготовлення чорної смородини гомогенізованої за класичною схемою

**Рис. 2 - Зміни вмісту вітаміну С залежно від способу обробки в а) –чорниці та б) – чорній смородині**

Проаналізувавши отримані в ході проведеної роботи дані, можна зробити висновок, що переробка рослинних продуктів, багатих біологічно-активними речовинами на гідродинамічних установках типу ТЕК-СМ сприяє збереженню цих речовин у готовому продукті. За рахунок кавітаційних процесів, що відбуваються в установках частина деяких нутрієнтів переходить у більш доступну біологічну форму, що підвищує фізіологічну активність готового продукту. Крім того, запропонована технологія обробки забезпечує переробку всіх частин сировини, що зводить кількість відходів та втрат до мінімуму.

Перспективою досліджень у даному напрямку може стати вивчення впливу гідродинамічної обробки на інші компоненти сировини, що несуть біологічну цінність та можливість створення багатокомпонентних продуктів гомогенної структури з покращеним складом БАР.

### Література

1. Пахомова Е.Ю. Исследование процесса стерилизации продукта в гидродинамическом аппарате периодического действия / Е.Ю. Пахомова, Ю.А. Дашковский // Актуальные научные вопросы: реальность и перспективы: сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции. Часть 1. – Тамбов. 2012. – С. 126-127
2. Пахомова К.Ю. Застосування гідродинамічної обробки у консервуванні продуктів рослинного походження / К.Ю. Пахомова, Л.О. Стоянова, Я.Г. Верхівкер // Харчова наука і технологія. Одеса: – 2011. – № 4(17). – С. 60-63
3. [Електронний ресурс] // Режим доступу: [tweetbot.ru/biohimiya-plodov/1627-fenolnye-soedineniya-chast-1.html](http://tweetbot.ru/biohimiya-plodov/1627-fenolnye-soedineniya-chast-1.html)
4. Хомич Г.П. Отримання екстрактів з вичавок дикорослої сировини і використання їх у безалкогольній промисловості / Г.П. Хомич // [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://archive.nbuv.gov.ua>
5. Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов. / Ю.Г. Скорикова – М.: «Пищевая промышленность», 1973. – 230 с.
6. Козенко С.И. Полифенолы плодоовощного сырья и их влияние на качество продукции (обзор) / С.И. Козенко, Н.Н. Березовская. – М.: ЦНИИТЭИпищепрома, 1974. – 39 с.
7. Загайко А.Л. Біодоступність і антиоксидантна активність поліфенолів з насіння винограду у вільному вигляді та у складі фітосом / Загайко А.Л., Филімоненко В.П., Красільнікова О.А., Вороніна Л.М., Сенюк І.В. // [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://archive.nbuv.gov.ua>
8. Ю.Ю. Пласконіс Вивчення динаміки вивільнення суми флавоноїдів у кавітованій настоянці із листя шовковиці та її порівняльний аналіз із некавітованою настоянкою / Пласконіс Ю.Ю., Соколова Л.В. // Фармацевтичний журнал. – Київ, – 2010. – № 5. – С. 86-88
9. Яшин А.Я. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах / А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова // Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 28-30.

10. Hon D-X. Potential mechanism of cancer chemoprevention by anthocyanins /D-X. Hon // Curr. Mol. Med. – 2003. – № 3. – P. 149-159.
11. Хомич Г.П. Плоди дикорослої сировини – джерело біологічно-активних речовин для харчових продуктів / Г.П. Хомич / [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://archive.nbu.gov.ua>.
12. Лозова Т. М. Дослідження вмісту біологічно-активних речовин у нетрадиційних природних добавках з анти радикальною дією для борошняних кондитерських виробів / Т.М. Лозова / [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://archive.nbu.gov.ua>.
13. Ростовський, В.С. Теоретичні основи технології громадського харчування : загальна частина : навч. посіб. для вищ. навч. закл. – К.: Кондор, 2006. – 197 с.

УДК 664.002.35 : 573.6

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА С ПЕКТИНМЕТИЛЭСТЕРАЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Безусов А.Т., д-р техн. наук, профессор, Пилипенко И.В., канд. техн. наук, доцент,  
Среднишкая З.Ю., ст. науч. сотр.

Одесская национальная академия пищевых технологий

*Разработка эффективного способа извлечения ферментного препарата с пектинметилэстеразной активностью из отходов картофелеперерабатывающих производств*

*The extracting and concentrating method for obtaining enzyme preparation with pectinmethylesterases activity from waste potatoes production*

Ключевые слова: пектинметилэстераза, ферментный препарат, отходы картофелеперерабатывающих производств.

Аналитический обзор ситуации, которая сложилась в области использования ферментных препаратов в современной пищевой промышленности, позволил оценить, насколько острой является необходимость промышленного получения ферментных препаратов растительного происхождения. Согласно аналитическому обзору литературных данных потенциальными перспективными сырьевыми источниками получения растительных пектинметилэстераз могут быть клубни картофеля, отходы картофелеперерабатывающих предприятий.

Химический состав всего клубня и отдельных его частей может сильно изменяться в зависимости от почвенно-климатических условий, сорта, степени созревания, длительности и условий хранения и ряда других факторов. Химический состав неоднороден даже в клубнях из одного куста и в отдельных слоях одного и того же клубня. Результаты анализа химического состава клубней по слоям толщиной около 3 мм приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав клубней картофеля по слоям (в % от сырой массы)

Вещество	Слой картофеля от периферии к центру						
	1	2	3	4	5	6	7
Вода	77,40	70,40	69,70	70,40	71,80	72,90	76,30
Общие сухие вещества	22,60	29,60	30,30	29,60	28,20	27,10	23,70
Крахмал	14,10	23,70	24,70	23,90	23,00	21,30	18,10
Белок (Nx6,25)	2,04	1,48	1,41	1,48	1,04	1,80	2,00
Растворимый азот	0,10	0,07	0,08	0,08	0,11	0,18	0,16

Исходя из приведенных в табл. 1 данных, можно сделать вывод, что максимальное количество белка содержится во внутренней сердцевине клубня, кожице и перидерме. Свообразной границей между анатомическими частями картофеля служит камбиальное кольцо. Из полученных результатов, очевидно, что это же кольцо является и условным разграничителем анатомических частей клубня с максимальным содержанием белков (кожица и перидерма) и минимальным (внешняя сердцевина).