

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ  
У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

УДК 634.414-026.8

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СОЛОДКИХ СОУСІВ  
З ВИКОРИСТАННЯМ ТОПІНАМБУРУ ТА ХЕНОМЕЛЕСУ  
DEVELOPMENT OF SWEET SAUCES TECHNOLOGY  
WITH THE USE OF JERUSALEM ARTICHOKE AND CHAENOMELES**

**Левченко Ю. В., здобувач, Хомич Г. П., д-р техн. наук, професор, Олійник Н. В., канд. техн. наук, доцент  
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава  
Levchenko Yu. V., Homich G. P., Oleinik N. V.  
HEE within Ukoopspilka «Poltava University of Economics and Trade», Poltava, Ukraine**

Copyright © 2016 by author and the journal "Scientific Works".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



*Автор в роботі аналізує важливість розробки харчових продуктів з підвищеною біологічною цінністю для харчування населення. Перспективними є розробки з використання сировини місцевого походження з високим вмістом біологічно—активних компонентів. Топінамбур є цінною сировиною, яка містить інулін і дуже популярний серед населення. Хеномелес містить мінеральні і пектинові речовини, фенольні сполуки, які володіють широким спектром біологічної активності. Основною проблемою при обробці топінамбура є його потемніння яке викликане дією внутрішньоклітинних ферментів. Проведені дослідження активності ферменту поліфенолоксидази і встановлено, що під час подрібнення ферментна активність збільшується вдвічі, а при тепловій обробці відбувається лише часткове знешкодження поліфенолоксидази. Її активність знижується на 41 %. Досліджений вплив на активність ферменту поліфенолоксидази активної кислотності середовища. Найкращі результати були отримані при використанні бланшованого топінамбуру і соку хеномелесу (6% від маси топінамбуру). Активність поліфенолоксидази зменшувалась на 72,3 %. Встановлені раціональні співвідношення між компонентами (пюре топінамбуру і пюре хеномелесу) у готовому соусі — 60 % і 40 % відповідно.*

*Визначені структурно—механічні показники розробленого продукту — ефективна в'язкість в часі при постійній температурі і доведена можливість заміни крохмалю на природні компоненти — пюре з топінамбуру та хеномелесу.*

*Досліджені органолептичні та фізико—хімічні показники в готових соусах. Розроблений соус «Топіхем» на основі пюре з топінамбуру та хеномелесу характеризується високими органолептичними, фізико—хімічними і структурно—механічними показниками і має високий вміст пектинових речовин та L—аскорбінової кислоти.*

*The author analyses the importance of the development of the food products of enhanced biological value in the population alimentation. The perspective was grounded of the use of the homegrown vegetable stock as a resource of biologically active components in the food products technology. It was shown that the Jerusalem artichoke is a valuable raw material quite popular among the population as an inulin resource. Chaenomeles contains the mineral and pectin substances, phenol compounds which have a wide specter of biological activity. The main problem when processing the Jerusalem artichoke is its darkening caused by the endocellular enzymes. The research was conducted of the activeness of polyphenol oxidase enzyme and it was found that during chopping the Jerusalem artichoke the enzyme activeness becomes twice as much. It was found that the heat processing of the Jerusalem artichokes causes only partial deactivation of polyphenol oxidase and reduces the activeness by 41 %. The influence was researched of the active environment acidity on the activeness of polyphenol oxidase. The best results were received when processing the precooked material with the chaenomeles juice (6 % of the material mass). The activeness of polyphenol oxidase is reduced by 72,3 %. The rational correlations were determined between the components (mashed Jerusalem artichoke and mashed chaenomeles) in the ready sauce — 60 % and 40 % accordingly. When determining the viscosity of the sauces received — main characteristics of the quality of structured systems the typical dependences were obtained of the effective viscosity in time upon the shear rate at 20 °C. Using the results of the structural and mechanical features the practicability was proven of the starch substitution by the natural components — mashed Jerusalem artichoke and mashed chaenomeles. It was shown that the sauce "Topikhehn" is characterized by the high organoleptic, physico—chemical and structurally—mechanical indexes, is rich in biologically—active substances.*

**Ключові слова:** хеномелес, топінамбур, пюре, поліфенолоксидаза, солодкий соус, структуроутворювачі,

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ  
У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

в'язкість.

**Key words:** henomeles, artichoke, mashed potatoes, polifenoloksydaza, sweet sauce, strukturoutvo-microtron viscosity.

**Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.** Сучасне навколишнє середовище агресивне до людини, яка практично постійно знаходиться під тиском мутагенів: радіаційного, побутового, промислового, харчового та фармакологічного походження. Саме це викликає необхідність виробництва продуктів харчування, які володіють антиоксидантними властивостями. Підвищити якість готової продукції, створити харчові продукти з високим вмістом корисних для організму речовин можна, за умови використання нових рецептурних компонентів.

Потреба у дієтичних продуктах з високим вмістом інуліну і фруктанів, що засвоюються організмом людини без участі інсуліну, викликана зростаючим рівнем небезпечних ендокринообмінних захворювань (цукровий діабет, атеросклероз тощо) та вкрай обмеженим асортиментом таких оздоровчих продуктів на вітчизняному ринку.

Цінною сировиною в цьому відношенні є топінамбур, який користується стабільно високим попитом у населення України, зумовленим його споживними властивостями, що базуються на енергетичній, біологічній, фізіологічній, лікувально—профілактичній, органолептичній цінності та якості. Топінамбур є доступною сировиною, але основною його проблемою є потемніння в процесі переробки.

Хеномелес — це джерело мінеральних та пектинових речовин, фенольних сполук, які володіють широким спектром біологічної дії. Високий вміст органічних кислот дозволяє використовувати плоди хеномелесу для купажування з іншою плодовою або овочевою сировиною, яка має недостатню кислотність, низьку вітамінність та потребує утворення певної структури для покращення якості кінцевого продукту.

Серед продуктів харчування у щоденному раціоні людини важливе місце займають соуси. Однак, соуси, що пропонуються споживачу, характеризуються високим вмістом структуроутворювачів, цукру, води, що негативно впливає на їх біологічну цінність.

Композиційне поєднання топінамбуру та хеномелесу при виробництві соусів дозволить підвищити кислотність готового продукту, мінімізувати вміст структуроутворювача та збагатити готовий продукт життєво необхідними біологічно активними речовинами, що підкреслює актуальність проблеми.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Досвід вітчизняних і зарубіжних підприємств свідчить, що рослинна сировина недостатньо використовується у технології солодких соусів, а до складу рецептур все частіше вводять ароматизатори, барвники, штучні структуроутворювачі та консерванти [1, 2].

Попередніми дослідженнями встановлено, що хеномелес містить 14,60 % сухих речовин, значний вміст органічних кислот 5,36 %, пектинових речовин — 1,62 %. Крім того, він багатий біологічно—активними речовинами: вміст аскорбінової кислоти — 248 мг/100 г, фенольних речовин — 860 мг/100 г, каротину — 4,99 мг/100 г [3].

Найчастіше фруктову сировину переробляють на сік і пюре. Досліджували технології виробництва соку та пюре з хеномелесу. Встановлено, що раціональним способом отримання соку в умовах ресторанного господарства є прямий віджим. Отриманий сік має високий вміст органічних кислот, досить низький рівень рН, що дає змогу рекомендувати його як джерело органічних кислот у виробництві харчових продуктів [3]. Аналіз хімічного складу пюре з хеномелесу підтверджує його харчову і біологічну цінність, а наявність у пюре значної кількості пектинових речовин та органічних кислот створює необхідні умови для структуроутворення, тому його доцільно використовувати у технології продуктів харчування з певною структурою. Однак, через кислий та терпкий смак, пюре з хеномелесу потрібно купажувати з слабокислою сировиною, з менш вираженим смаком та ароматом [4]. Використовували пюре з хеномелесу для виготовлення фруктових соусів в поєднанні з яблучним пюре [5].

Визначення технологічних показників топінамбура свідчить, що він містить пектинові речовини (1,65 %), є цінним джерелом вітамінів, фенольних речовин, що підкреслює його антиоксидантні та імуномодельючі властивості. Топінамбур — це джерело вуглеводів, зокрема інуліну, який легко засвоюється організмом, гідроліз цієї речовини призводить до утворення фруктози, яка рекомендується у лікувально—профілактичному харчуванні.

**Формулювання цілей статті.** Мета роботи — дослідити можливість використання топінамбуру та хеномелесу в технології солодких соусів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

— вивчити вплив соків та екстрактів з хеномелесу на процес потемніння топінамбуру при виробництві пюре;

— розробити нові види солодких соусів і визначити їх органолептичні, фізико—хімічні та структурно—механічні властивості.

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Головною проблемою при переробці топінамбуру є його потемніння, викликане дією нативних ферментів сировини, зокрема поліфенолоксидази, яка каталізує окиснення моно— та ортодіфенолів до хінонів і при подальшому окисненні перетворюється у пігменти коричневого кольору. Така особливість хімічного складу топінамбуру обмежує його використання у закладах ресторанного господарства і негативно впливає на якість готової продукції. Для попередження ферментативного потемніння необхідно провести інактивацію поліфенолоксидази.

Перебіг ферментативної реакції на початковому етапі не виявляється візуально, хоча через певний проміжок часу очищена сировина починає темніти. Для дослідження протікання ферментативної реакції визначали активність поліфенолоксидази. Встановили що при подрібненні активність ферментів збільшується у 2 рази і становить 15,60 ум. од. акт. Таке стрімке зростання потемніння пояснюється руйнуванням цілісності клітин, впливом кисню повітря і зростанням активності ферментів сировини.

Відомо, що теплова обробка — найбільш популярний метод у виробництві продуктів харчування для запобігання потемнінню. Однак, необхідний час та температура залежать, головним чином, від активної кислотності середовища. Зниження рН призводить до зменшення ферментної активності і поліфенолоксидаза інактивується при величинах рН нижче 3.

На початковому етапі досліджень вивчали вплив бланшування бульб топінамбуру на активність ферменту поліфенолоксидази. Бланшування бульб топінамбуру проводили у воді при температурі 100 °С протягом 10 хв. Результати досліджень наведені на рис. 1.

Проведені дослідження підтверджують, що попередня теплова обробка бульб топінамбуру (бланшування у воді) викликає часткову інактивацію ферменту поліфенолоксидази, активність його зменшується на 41 % у порівнянні зі свіжим зразком і становить 6 ум. од. акт. Це тільки на певний час запобігає потемнінню сировини в процесі переробки і свідчить про те, що використання бланшування у воді недостатньо для повної інактивації ферменту поліфенолоксидази.



**Рис. 1 — Активність поліфенолоксидази у свіжому та бланшованому топінамбурі**

Рациональні умови екстрагування: температура екстрагування 50 °С, тривалість 80 хв, гідромодуль 1:4, екстрагент — вода.

Паралельно обробляли свіжий і попередньо бланшований топінамбур. Результати досліджень наведені на рис. 2.

Отримані результати (рис. 2) підтверджують, що бланшований топінамбур з наступною витримкою в органічних розчинниках показує кращі результати, ніж обробка свіжої сировини. При обробці соком попередньо бланшованої сировини активність поліфенолоксидази зменшилась на 72,3 %, у водному екстракті з вичавок хеномелесу на 52,7 %, в 1-відсотковому розчині лимонної кислоти на 52,3 % у порівнянні з контрольним зразком. Найкращі результати були досягнуті при обробці бланшованого топінамбуру у соку хеномелесу або у водних екстрактах з вичавок хеномелесу. За зовнішніми ознаками оброблені зразки мали світло—білий колір без сірих відтінків.

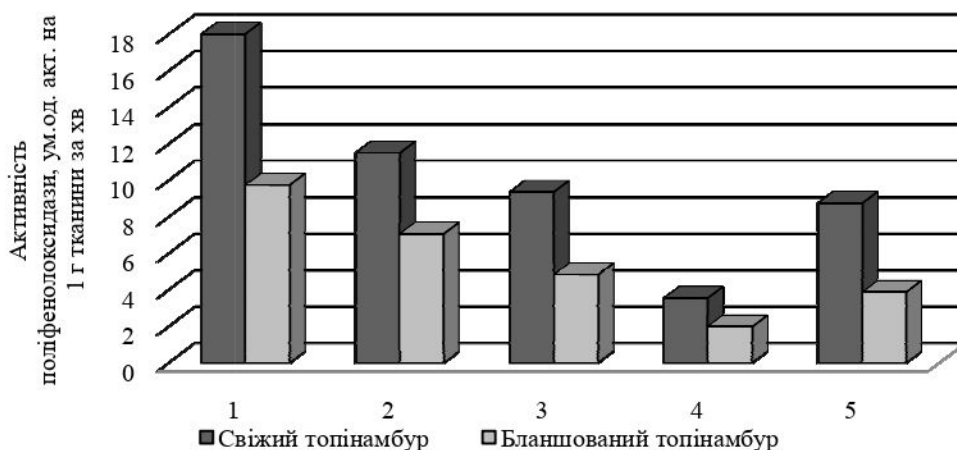
Враховуючи, що сік хеномелесу має високу кислотність, на наступному етапі досліджень визначали вплив внесеного соку на органолептичну оцінку готового пюре. Сік хеномелесу додавали у кількості 2, 4, 6, 8 та 10 % від маси топінамбуру. Витриманий з соком хеномелесу топінамбур протирали. За кольором найкращі зразки були при використанні 6, 8, 10 % соку, але найвищу дегустаційну оцінку отримав зразок, де бульби топінамбуру були оброблені соком хеномелесу у кількості 6 % від маси топінамбуру, він мав світло—жовтий відтінок, виражений аромат хеномелесу, гармонійний смак.

Для дослідження впливу на активність ферменту поліфенолоксидази активної кислотності середовища бульби топінамбуру попередньо обробляли у воді, 1-відсотковому розчині лимонної кислоти, соці хеномелесу та водному екстракті з вичавок хеномелесу.

Попередньо проведеними дослідженнями встановлено, що продукти хеномелесу (сік, пюре, водні екстракти з вичавок хеномелесу) мають досить високу кислотність і відповідно можуть використовуватися в якості інгібітора ферментів [3, 4].

Сік з хеномелесу отримували способом прямого віджиму плодів. Екстракт — способом екстрагування вичавок хеномелесу, що залишилися після віджиму соку.

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ



1 — контроль; 2 — обробка у воді; 3 — обробка 1-відсотковим розчином лимонної кислоти; 4 — обробка у соку хеномелесу; 5 — обробка водним екстрактом з вичавок хеномелесу

**Рис. 2** — Зміна активності поліфенолоксидази в зразках топінамбур у залежності від виду обробки на повітрі протягом 20 хв

Отримані пюре з хеномелесу та топінамбур використовували для розробки нових видів солодких соусів. Однак, при розробці рецептур солодких соусів, досліджували вплив різних факторів на структуроутворення та органолептичні і фізико—хімічні показники якості готових продуктів.

Для визначення рецептурних співвідношень складових пюре у готовому продукті проводили комбінуння різних співвідношень пюре і досліджували їх в'язкість та аналізували органолептичні показники. Комбінуння пюре з топінамбур та пюре з хеномелесу проводили у наступних співвідношеннях (у %) — 80:20; 60:40; 40:60; 20:80 відповідно. За контрольний зразок обрали яблучний соус приготований за традиційною технологією з використанням в якості структуроутворювача крохмалю [6].

Найкращим зразком, за результатами дегустаційної оцінки, обрано соус з масовою часткою пюре топінамбур 60 %. В отриманому соусі найбільш гармонійне поєднання смаку та аромату, але за консистенцією соус густіший за контрольний зразок.

Однією з найважливіших умов, які висувуються до соусів, є створення необхідної, стабільної у часі консистенції, яку отримують переважно за рахунок внесення загусників. Враховуючи високий вміст пектинових речовин у вихідних пюре, досліджували їх композиційне поєднання як природних загусників. Основною характеристикою якості структурованих систем є в'язкість і в отриманих зразках визначали саме цей показник. Для підтвердження структурно—механічних показників отриманого зразку отримали типові залежності ефективної в'язкості в часі при постійній температурі, градієнтах швидкості зсуву  $2,50 \dots 52,20 \text{ c}^{-1}$  для контрольного зразка та створених композицій, які наведені на рис. 3.

Отримані залежності ефективної в'язкості композицій від швидкості зсуву при різному співвідношенні пюре мають нелінійний характер (рис. 3). Зміна ефективної в'язкості від градієнту швидкості спостерігається у всьому діапазоні вимірювання — від  $2,5$  до  $52,2 \text{ c}^{-1}$ . Зі збільшенням швидкості зсуву в'язкість зменшується. Найінтенсивніше зниження в'язкості досягається при швидкості зсуву до  $18 \text{ c}^{-1}$ . При подальшому збільшенні швидкості зсуву темп зниження ефективної в'язкості зменшується. В'язкість соусів за швидкості зсуву  $18 \text{ c}^{-1}$  знаходиться в межах  $2,50 \dots 4,62 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , отже, частка внесеного пюре з хеномелесу впливає на в'язкість отриманих соусів і стабільність їх структури.

Аналіз проведених досліджень показав, що зразки 3 і 4 мають високу в'язкість і за структурою їх не можна віднести до групи соусів. Найближчими до контролю за структурно—механічними властивостями є зразки 1 і 2, але в'язкість їх вища, ніж у контрольному зразку і за консистенцією вони більше подібні до топінгів. Тому наступним етапом було дослідження доцільності використання штучних структуроутворювачів, у даному випадку крохмалю.

Для проведення експериментальних досліджень за органолептичними і структурно—механічними властивостями обрали соус із 60 % пюре з топінамбур і 40 % пюре з хеномелесу. Контрольним зразком був соус яблучний з крохмалем.

В досліджуваних зразках зменшували вміст крохмалю на 25 %, 50 %, 75 %, 100 % від заданої кількості

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

в рецептурі. Структурно—механічні показники визначали при температурі 20 °С. Результати наведені на рис. 4.

Результати досліджень (рис. 4) показують, що зразок 5, який не містить крохмалю за структурно—механічними показниками (динамічна в'язкість) перевищує контрольний зразок, що є підставою для відмови від використання структуроутворювача. Заміна крохмалю на природні компоненти — пюре з топінамбуру та хеномелесу — дозволяє отримати соус без зміни структурно—механічних властивостей.

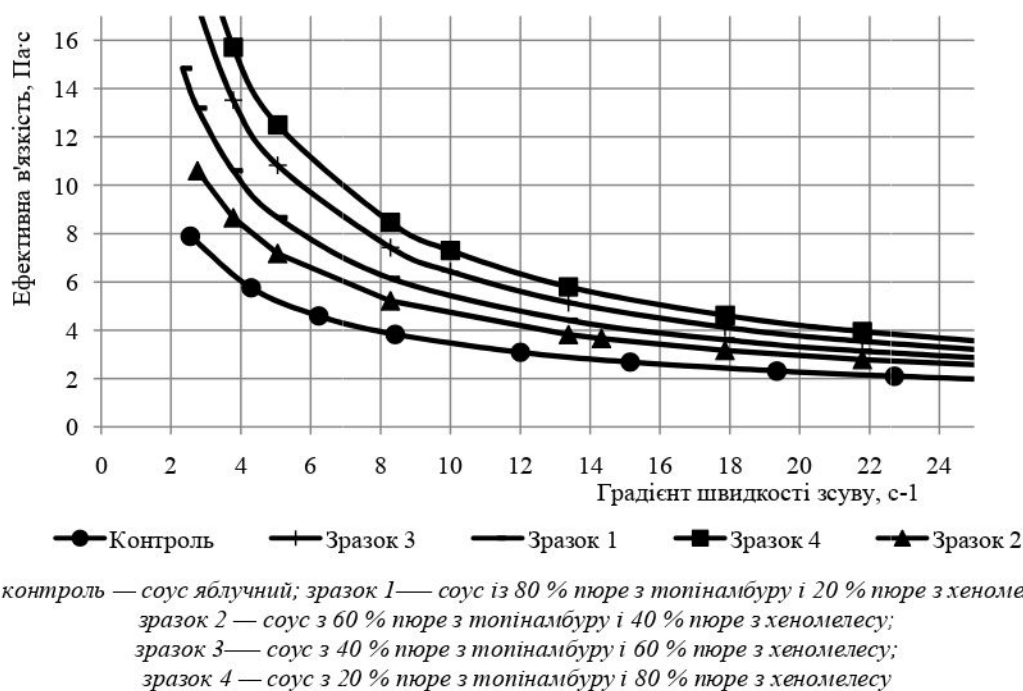


Рис. 3 — Залежність ефективної в'язкості соусу в залежності від швидкості зсуву при температурі 20 °С

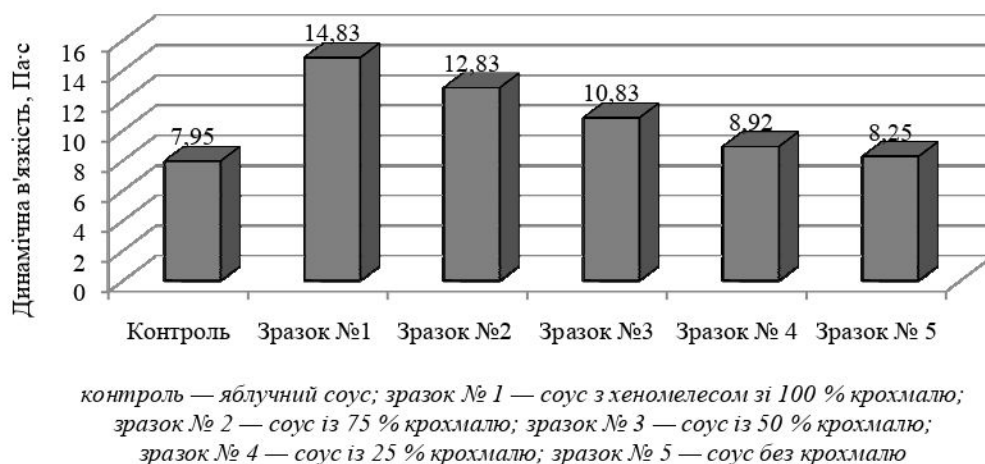


Рис. 4 — Зміна динамічної в'язкості соусів від вмісту структуроутворювача

В готових соусах визначали органолептичні та фізико—хімічні показники. За органолептичними показниками соус «Топіхен» на основі пюре з топінамбуру та хеномелесу мав привабливий світло—жовтий колір, оригінальний кисло—солодкий смак, приємний аромат хеномелесу. Фізико—хімічні показники соусів, наведені в табл. 1.

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

За результатами фізико—хімічних показників (табл. 1) новий соус має високий вміст пектинових речовин та підвищений вміст *L*-аскорбінової кислоти.

**Таблиця 1 — Фізико—хімічні показники соусів**

( $n=3$ ;  $p \leq 0,05$ )

Сировина	Масова частка, %			Вміст <i>L</i> -аскорбінової кислоти, мг/100 г
	сухих речовин	титрованих кислот <sup>*)</sup>	пектинових речовин	
Соус «Яблучний» (контроль)	48,00	0,13	0,42	13,45
Соус «Топіхен»	55,00	1,80	0,89	61,18

<sup>\*)</sup> в перерахунку на яблучну кислоту

**Висновки.** Таким чином, проведені дослідження підтверджують, що використання хеномелесу та топінамбуру дозволяє отримати продукт з високими органолептичними, фізико—хімічними та структурно—механічними показниками, збагачений біологічно—активними речовинами. Показано доцільність використання хеномелесу в технології соусів як джерела органічних кислот і природного структуроутворювача.

Перспективою подальших досліджень є купажування пюре з хеномелесу з іншими видами слабокислої сировини і апробація розробленої рецептури соусу у виробничих умовах

### Література

1. Tomasz Tarko The use of fruit extracts for production of beverages with high antioxidative activity [Text] / Tomasz Tarko, Aleksandra Duda-Chodak, Dorota Semik, Michał Nycz // *Potravinarstvo: Scientific Journal for Food Industry*. – 2015. – Vol. 9, Issue 1. – P. 280–283. doi: 10.5219/480
2. Рязанова, О. А. Применение биологически активных веществ добавок к пище в коррекции питания населения [Текст] / О. А. Рязанова, О. О. Пирогова // *Пищ. пром-сть*. – 2011. – № 2. – С. 8-10.
3. Хомич, Г. П. Дослідження хімічного складу плодів хеномелесу і використання його в соковому виробництві [Текст] / Г. П. Хомич, Н. І. Ткач, Ю. В. Левченко // *Зб. наук. праць ДонДУЕТ*. – 2014. – Вип. 1 (61). – С. 98–104.
4. Хомич, Г. П. Дослідження якості пюре з хеномелесу та його вплив на структуроутворюючі властивості фруктових соусів [Текст] / Г. П. Хомич, В. М. Васюта, Ю. В. Левченко // *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С. З. Гжицького*. – 2016. – Т. 18, № 1 (65), Ч. 4. – С. 137 – 143.
5. Хомич, Г. П. Використання хеномелесу в технології виробництва солодких соусів [Текст] / Г. П. Хомич, Ю. В. Левченко // *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С. З. Гжицького*. – 2015. – Т. 15, № 1 (55), Ч. 3. – С. 166-175.
6. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания [Текст]: сборник. – М.: Экономика, 1982. – 720 с.

### References

1. Tomasz Tarko, Aleksandra Duda-Chodak, Dorota Semik, Michał Nycz. (2015). The use of fruit extracts for production of beverages with high antioxidative activity. *Potravinarstvo: Scientific Journal for Food Industry*. 9 (1), 280–283. doi: 10.5219/480
2. Rjazanova, O. A., Pirogova, O. O. (2011). Primenenie biologicheskii aktivnykh veshchestv dobavok k pishhe v korrektsii pitaniia nasele-nija. *Pishh. prom-st'*. 2, 8–10.
3. Khomych, H. P., Tkach, N. I., Levchenko, Yu. V. (2014). Doslidzhennya khimichnoho skladu plodiv khenomelesu i vykorystannya yoho v sokovomu vyrobnytstvi. *Zb. nauk. prats' DonDUET*. 1 (61), 98–104.
4. Khomych, H. P., Vasyuta, V. M., Levchenko, Yu. V. (2016). Doslidzhennya yakosti pyure z khenomelesu ta yoho vplyv na strukturoutvoryuyuchi vlastyvoli fruktovykh sousiv. *Naukovyy visnyk LNUVMB im. S. Z. Hzhys'koho*, 1/65, (18/4), 137–143.
5. Khomych, H. P., Levchenko, Yu. V. (2015). Vykorystannya khenomlesu v tekhnolohiyi vyrobnytstva solodkykh sousiv. *Naukovyy visnyk LNUVMB im. S. Z. Hzhys'koho*. 1/55, (18/3), 166–175.
6. Sbornik receptur bljud i kulinarnykh izdelij dlja predpriyatij obshhestvennogo pitaniia (1982). Moskva, Jekonomika, 720.