

УДК 606:582.28:664

**Галина ДУБОВА**

кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій, Полтавський державний аграрний університет, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, Україна, 36003; докторант кафедри трансляційної медичної біоінженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», просп. Берестейський, 37, м. Київ, Україна, 03056 (hdubova16@gmail.com)

**ORCID:** 0000-0002-8652-6710

**SCOPUS:** 57190977520

**Олександр БЕСАРАБ**

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри трансляційної медичної біоінженерії, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», просп. Берестейський, 37, м. Київ, Україна, 03056 (besarab@ill.kpi.ua)

**ORCID:** 0000-0002-2087-6953

**SCOPUS:** 56338279200

**Тетяна ГАРНИК**

доктор медичних наук, професор, професор кафедри фізичного виховання, спорту та здоров'я людини, Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського, вул. Джона Маккейна, 33, м. Київ, Україна, 01042; професор кафедри біобезпеки та здоров'я людини, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», просп. Берестейський, 37, м. Київ, Україна, 03056 (phitotherapy.chasopys@gmail.com)

**ORCID:** 0000-0002-5280-0363

**SCOPUS:** 6508229538

**Ніна БУДНИК**

кандидат технічних наук, доцент, завідувачка кафедри харчових технологій, Полтавський державний аграрний університет, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, Україна, 36003 (nina.budnyk@pdau.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0003-2176-0650

**SCOPUS:** 57218843711

**Віктор ЮХНО**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри харчових технологій, Полтавський державний аграрний університет, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, Україна, 36003 (viktor.iukhno@pdau.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0002-3628-1305

**SCOPUS:** 58095778000

**Олександр ГАЛКІН**

доктор біологічних наук, професор, декан факультету біомедичної інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», просп. Берестейський, 37, м. Київ, Україна, 03056 (tmb@ill.kpi.ua)

**ORCID:** 0000-0002-5309-6099

**SCOPUS:** 57194474663

**Бібліографічний опис статті:** Дубова Г., Бесараб О., Гарник Т., Будник Н., Юхно В., Галкін О. (2025). Розроблення лікувально-профілактичних напоїв на основі соку сирової картоплі (*Solanum tuberosum*). *Фітотерапія. Часопис*, 1, 129–141, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-1-129>

**РОЗРОБЛЕННЯ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ НАПОЇВ НА ОСНОВІ СОКУ СИРОЇ КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM*)**

**Актуальність.** У статті на основі джерел літератури наведені дані щодо лікувально-профілактичних властивостей соку сирової картоплі. Систематичне застосування соку сирової картоплі обмежене негативними органолептичними характеристиками. В основі механізму потемніння картопляного соку та специфічного аромату лежать ферментативні реакції. За результатами власних попередніх досліджень і узагальнень встановлено, що купажування картопляного соку з деякими рослинними компонентами дає позитивний результат – підібрані рослинні джерела, які запобігають потемнінню та покращують аромат напоїв на основі картопляного соку. Підбір компонентів для купажування має бути заснований на зміні рН середовища, зв'язуванні поліфенолів картопляного соку або неконкурентному інгібуванні ліпоксигенази картоплі. Питання

розробки ефективних прийомів впливу на органолептичну привабливість напоїв на основі соку сирії картоплі для масового споживання є важливим завданням для створення нутрицевтиків або засобів лікувально-профілактичного призначення.

**Мета дослідження** – аналіз новітніх наукових досягнень цілющих властивостей соку сирії картоплі та висвітлення перспектив виготовлення напоїв на його основі з покращеними характеристиками для використання як лікувально-профілактичного засобу.

**Матеріал і методи.** Проведено аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, відомостей інтернет-видань щодо цілющих властивостей соку сирії картоплі, компонентів для купажування напоїв на його основі. Приготування картопляного соку здійснювали за нормативними документами, які регламентують виробництво плодівих соків.

**Результати дослідження.** Визначено перспективні джерела для купажування із соком сирії картоплі, які володіють профілактичними властивостями та мають вплив на перебіг ферментативних реакцій. Викладено практичні результати виготовлення напоїв на основі соку сирії картоплі з покращеними споживчими властивостями й подовженим терміном зберігання. Розкрито механізми стабілізації кольору й аромату напоїв. Оскільки компоненти рослинного походження мають додаткові корисні властивості, зброджування картопляного соку надає можливості для подовження термінів зберігання, сироватка та комбуча демонструють тривалий ефект покращання органолептичних властивостей купажованих напоїв, важливим є подальше дослідження напоїв на основі картопляного соку.

**Висновки.** Результати аналізу літератури дали змогу стверджувати, що купажування соку сирії картоплі з рослинними екстрактами, плазмою, сироваткою, комбучею має потенційно збільшувати корисні властивості напоїв. Перспективними є такі джерела, які мають вплив на ферментативні реакції соку із сирії картоплі й перешкоджають потемнінню та погіршенню аромату. На перебіг ферментативних реакцій компонентів соку впливає зміна рН середовища, зв'язування поліфенолів картоплі білками сироватки, неконкурентне інгібування картопляних ліпоксигеназ плазмою кавуна і томатів.

**Ключові слова:** сік сирії картоплі, лікувально-профілактичні властивості, аромат, колір, купажування, напої.

## **Halyna DUBOVA**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Food Technologies, Poltava State Agrarian University, str. Skovorody, 1/3, Poltava, Ukraine, 36003; Doctoral student of the Department of Translational Medical Bioengineering, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (hdubova16@gmail.com)*

**ORCID:** 0000-0002-8652-6710

**SCOPUS:** 57190977520

## **Oleksandr BESARAB**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Translational Medical Bioengineering, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (besarab@iit.kpi.ua)*

**ORCID:** 0000-0002-2087-6953

**SCOPUS:** 56338279200

## **Tatyana HARNYK**

*Doctor of Medicine, Professor, Professor of the Department of Physical Education, Sports and Human Health, V.I. Vernadsky Taurida National University, John McCain str., 33, Kyiv, Ukraine, 01042; Professor at the Department of Biosafety and Human Health, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03057 (phitotherapy chasopys@gmail.com)*

**ORCID:** 0000-0002-5280-0363

**SCOPUS:** 6508229538

## **Nina BUDNYK**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technologies, Poltava State Agrarian University, str. Skovorody, 1/3, Poltava, Ukraine, 36003 (nina.budnyk@pdau.edu.ua)*

**ORCID:** 0000-0003-2176-0650

**SCOPUS:** 57218843711

## **Viktor YUKHNO**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Food Technologies, Poltava State Agrarian University, str. Skovorody, 1/3, Poltava, Ukraine, 36003 (viktor.iukhno@pdau.edu.ua)*

**ORCID:** 0000-0002-3628-1305

**SCOPUS:** 58095778000

## **Alexander GALKIN**

*Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Translational Medical Bioengineering, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Beresteyskyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (alexgft@gmail.com)*

**ORCID:** 0000-0002-5309-6099

**SCOPUS:** 57194474663

**To cite this article:** Dubova H., Besarab O., Harnyk T., Budnyk N., Yukhno V., Galkin A. (2025). Rozroblennia likuvalno-profilaktychnykh napoiv na osnovi soku syroi kartopli (*Solanum tuberosum*) [Development of medical and preventive drinks based on raw potato juice (*Solanum tuberosum*)]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 1, 129–141, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-1-129>

## DEVELOPMENT OF MEDICAL AND PREVENTIVE DRINKS BASED ON RAW POTATO JUICE (*SOLANUM TUBEROSUM*)

**Actuality.** The article, based on literature sources, provides data on the therapeutic and prophylactic properties of raw potato juice. The systematic use of raw potato juice is limited by negative organoleptic characteristics. The mechanism of darkening of potato juice and its specific aroma are based on enzymatic reactions. Based on the results of our own preliminary studies and generalizations, it has been established that blending potato juice with some plant components gives a positive result - selected plant sources that prevent darkening and improve the aroma of drinks based on potato juice. The selection of components for blending should be based on changes in the pH of the medium, binding of potato juice polyphenols, or non-competitive inhibition of potato lipoxygenases. The development of effective methods for influencing the organoleptic attractiveness of drinks based on raw potato juice for mass consumption is an important task in the creation of nutraceuticals or therapeutic and prophylactic products.

The purpose of the research is to analyze the latest scientific achievements of the healing properties of raw potato juice and highlight the prospects of making drinks based on it with improved characteristics for use as a therapeutic and preventive agent.

**Materials and methods.** An analysis of domestic and foreign literature, information from online publications on the healing properties of raw potato juice, components for blending drinks based on it was conducted. Preparation of potato juice was carried out according to regulatory documents regulating the production of fruit juices.

**Research results.** Prospective sources of mixing with raw potato juice, which have preventive properties and affect the course of enzymatic reactions, have been identified. The practical results of the production of beverages based on raw potato juice with improved consumer properties and increased shelf life are presented. The mechanisms of stabilizing the color and aroma of beverages have been revealed. Considering that components of plant origin have additional beneficial properties, fermentation of potato juice allows to extend the shelf life, whey and kombucha demonstrate a long-lasting effect of improving the organoleptic properties of blended drinks, further research on drinks based on potato juice is relevant and important.

**Conclusions.** The results of the literature review allowed us to state that mixing raw potato juice with plant extracts, plasma, whey and kombucha should potentially increase the beneficial properties of the drinks. Sources that affect the enzymatic reactions of raw potato juice, prevent darkening and deterioration of the aroma are promising. The course of enzymatic reactions of the components of the juice is influenced by a change in pH of the environment, binding of potato polyphenols by serum proteins, non-competitive inhibition of potato lipoxygenases by watermelon and tomato plasma.

**Key words:** raw potato juice, therapeutic and preventive properties, aroma, color, blending, drinks.

### Вступ

**Актуальність.** Картопля є важливою основною культурою в усьому світі. Сік сирої картоплі є цінним лікувальним концентратом, вирізняється своїм мінеральним складом, має потужний протизапальний ефект, допомагає під час головного болю. Картопляний сік називають соком життя, він містить вітаміни С, РР, Н, групи В, мінеральні елементи, антиоксиданти, амінокислоти, серед яких незамінні, крохмаль, фруктози та жирні кислоти, клітковина. Залежно від сорту картоплі в соку можуть міститися антоціани (червоні та фіолетові сорти) та зеаксантини (білі та жовті сорти). Хімічний склад клітинного картопляного соку (у % до маси сухих речовин) такий: крохмаль – 10, розчинних вуглеводів – 20, мінеральних речовин – 14,5, сирого протеїну – 38,5 та інших речовин – 17. У клітинному соку картоплі містяться розчинні цукри: глюкоза, фруктоза і сахароза. У свіжій картоплі вміст цукрів невеликий (від 1,5 до 1,7 % до маси картоплі). Калорійність картопляного соку – 77 ккал на 100 г (U.S. Department of Agriculture).

Наведено інформацію про вміст фітонутрієнтів у бульбах картоплі з основним акцентом на антиоксидантах, перевагах для фізіології людини та потенційному застосуванні в медицині (Hellmann et. al., 2021). Картопляний сік має такі функціональні властивості (Hellmann et. al., 2021; Kowalczewski et. al., 2021; Kowalczewski et. al., 2022):

- позитивний ефект у лікуванні захворювань нирок через високий вміст вітаміну С і калію, який має сечогінну дію;
- протизапальна, спазмолітична дія (Barbosa-Filho, 2006);
- рекомендований за гіпертонії, під час головного болю, адже він вміщує ацетилхолін, який має гіпотензивну дію;
- поліпшує діяльність внутрішніх органів, очищує організм, знімає втому і нервові напруження, заспокоює;
- позбавляє від печії, відрижки, метеоризму, здуття живота, виліковує гастрит із підвищеною кислотністю, виразкову хворобу шлунка, хвороби печінки й кишечника;

- цілюще діє в разі хвороб щитоподібної залози, зокрема зобу;
- згубно діє на молоді ракові клітини;
- корисний на початковій стадії діабету, оскільки має цукрознижувальну дію;
- забезпечує нормальну роботу серцево-судинної системи завдяки калію і цинку.

Доведено, що картопляний сік ефективний у лікуванні гастритів із підвищеною секрецією, допомагає в разі спастичних запорів, позитивно впливає на стан пацієнтів із диспепсичними розладами ШКТ, виступає інгібітором картопляної протеїнази II для зниження ваги, попереджає дерматит, індукований протеазою (Chrubasik, Boyko, et. al., 2006; Vlachojannis et. al., 2010). Ефективність використання картопляного соку за наявності диспепсичних розладів ШКТ доведено як в експериментах *in vivo* (Kowalczewski et. al., 2019; Vlachojannis et. al., 2010), так і в клінічних дослідженнях (Chrubasik S., Chrubasik C., et. al., 2006, Chrubasik S., Boyko, et. al., 2006). Показано, що як вміст, так і профіль поліфенольних сполук, антиоксидантної активності залежать від сорту картоплі, з якого отримано сік (Samaniego, 2020; Chun, 2005). Картопляний сік у вигляді порошку вологістю 12%, висушений розпиленням, допомагає в разі запальних захворювань шлунково-кишкового тракту, в лікуванні та профілактиці ураження слизової оболонки шлунково-кишкового тракту (Kujawska, 2018).

Невеликі експерименти в космічних польотах показали, що бульби можуть формуватися і проростати в невагомості. Це лише перші кроки до повного використання рослин для підтримки життя людини в космосі (Singh, Kaur, 2009). Під час переробки картоплі на крохмальних заводах цукри повністю переходять у сокові води і зазвичай втрачаються. Клітинний сік картоплі з вмістом 6% сухих речовин майже зовсім не використовується (Дубініна, 2009). Водний розчин, який залишився після промислового виробництва картопляного крохмалю, тобто картопляний сік, містить приблизно 1,5% розчинного білка. Стабілізацію кольору картопляного соку було вирішено в патенті на корисну модель (Дубова зі співав., 2021) за допомогою соку або розчину рослинної сировини, яка має властивості до запобігання ферментативному потемнінню картопляного соку, а саме листя хрину або порошку меленої куркуми (чи його водного розчину). Продовженням цих досліджень є патент на винахід (Дубова, 2023), у якому запобігання потемнінню свіжого картопляного соку відбувається за допомогою рослинної сировини, яка містить інгібітори ферментативного потемніння картопляного соку: коріння хрону, або плодів тїл грибів гливи (*Pleurotus ostreatus*), або

гірчичного порошку.

Картопляний сік у народній медицині отримав широке застосування, але щоденне виготовлення разових порцій має певні незручності. Промислове виробництво напоїв на основі картопляного соку дає змогу зробити його регулярне споживання зручним і корисним. Питання розробки напоїв із соком сирової картоплі та посиленням лікувально-профілактичним ефектом, органолептичною привабливістю, подовженням терміном зберігання для масового споживання є важливим завданням.

**Мета дослідження** – аналіз новітніх наукових досягнень цілющих властивостей соку сирової картоплі та висвітлення перспектив виготовлення напоїв на його основі з покращеними характеристиками для використання як лікувально-профілактичного засобу.

**Матеріали та методи дослідження.** Проведено пошук у сучасних електронних і друкованих джерелах інформації, пошукових наукових базах із використанням методів аналізу й узагальнення отриманих даних.

*Приготування картопляного соку* здійснювали за нормативними документами, які регламентують виробництво плодівих соків (ДСТУ 4069:2002, ДСТУ 7525:2014, ДСанПіН 2.2.4-171-10, ДСТУ 7159:2010). Оскільки картопляний сік є новим видом харчової продукції, як аналог були розглянуті технології виробництва овочевих соків (Сирохман, Завгородня, 2009; Лапицька, 2021; Біленька, Буланша, 2012; Гуменюк, 2018). Найближчим прототипом технології є спосіб отримання картопляного соку, описаний у патенті «Метод виробництва картопляного соку для застосування в харчових технологіях» (Kössler, Fuchs, 2008).

Приготування соку картоплі з покращеними органолептичними властивостями здійснювали двома способами:

*Спосіб 1:* картоплю промивали, чистили від шкірки, ополіскували, нарізали на шматки. У блендері або подібному пристрої шматочки картоплі тонко подрібнювали, відпресовували сік, а решту мезги заливали кип'яченою водою, після настоювання дифузійний сік об'єднували з відпресованим.

*Спосіб 2:* картоплю промивали, чистили від шкірки, ополіскували, нарізали на шматки. У блендері або подібному пристрої шматочки картоплі тонко подрібнювали з підготовленою білою частиною оболонки кавуна (прошарок між шкіркою та червоною м'якоттю), відпресовували сік, а решту мезги заливали кип'яченою водою, після настоювання дифузійний сік об'єднували з відпресованим.



*Рецептурні співвідношення* картоплі, води й додаткових компонентів для напоїв викладені в ТУ У 10.8-02070921-001:2023 «Продукти функціональні харчові на основі рослинної та грибною сировини».

*Приготування плодової плазми.* Шматочки кавуна, томатів заморозували за температури  $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ , розморожували, відокремлювали клітинний сік (плазму) фільтруванням. Кавунова або томатна плазма – прозора рідина з легким рожевим забарвленням, може містити завислі дрібні шматочки плодової м'якоти.

*Рослинний екстракт* отримували з ферментованого листа липи та вишні, як описано в роботах Dubova et al., 2022, Дубова зі співавт., 2022.

*Приготування напоїв.* Картопляний сік, отриманий за способом 1, поєднували з плазмою кавуна або томатів, рослинними екстрактами, сироваткою, комбучею, лактоферментованим соком капусти.

Картопляний сік перемішували з додатковими компонентами. Суміш картопляного соку із сироваткою, комбучею, лактоферментованим соком капусти залишали на вторинну ферментацію (3 доби за кімнатної температури). Після завершення перемішування або вторинної ферментації напої фільтрували й фасували в підготовлену тару.

*Заморожений картопляний сік.* Зразки картопляного соку, виготовленого за способом 1 і способом 2, розміщували в ємності місткістю 10 мл, заморозували в камері холодильника за температури  $-18^\circ\text{C}$  протягом 24 год. Після завершення заморозування виймали з ємностей і використовували для досліджень (рис. 1а). До зразків картопляного соку додавали макове молочко в кількості 10, 20, 30, 40% і заморозували у формі для морозива (рис. 1б).



**Рис. 1.** Зразки замороженого соку сирої картоплі (а – без добавок, б – з маковим молочком)

*Макове молочко* готували з насіння маку, яке промивали, заливали водою у співвідношенні 1 : 20, ретельно подрібнювали в блендері.

*Коефіцієнт світлопропускання* зразків вимірювали на фотоколориметрі КФК-2 за довжини хвилі 670 нм.

*Зберігали* дослідні зразки картопляного соку в холодильнику протягом 24–96 годин за температури  $+4 \pm 1^\circ\text{C}$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.**  
*Функціональні властивості напоїв.* Організм людини, який складається на 60% із води, постійно потребує відповідного насичення рідиною, особливо за несприятливих кліматичних умов, стресових ситуацій, надмірних фізичних навантажень тощо. Серед інших методів гідратації споживачу надається можливість використовувати функціональні напої. Функціональні продукти, до яких належать і напої, можна охарактеризувати як продукти, що призначені для систематичного вживання у їжу в складі звичних раціонів людей різних вікових груп, здатні попереджати виникнення захворювань і покращувати стан здоров'я завдяки своїм функціональним нутрієнтам (Volodina, 2017). Напої є одним із найкращих видів функціональних продуктів (Lemzyakova et al., 2015).

Проведені дослідження стосовно можливості рекомендацій для промислового виробництва соку картоплі, який використовується у виробництві функціональних продуктів харчування або біологічно активних добавок (Kowalczewski et. al, 2021). Картопляний сік може бути використаний для збагачення безглютенового хліба (Gumul et al., 2020). Виготовлення напоїв із картопляним соком у промислових умовах є перспективним напрямом. Унаслідок особливостей хімічного складу, а саме через невеликий вміст цукрів, картопляний сік не піддається зброджуванню в чистому вигляді. Описані спроби зброджувати картопляний сік з яблуками і морквою (Гулій зі співавт., 2023), але після завершення процесу готовий продукт мав негативні смакові характеристики. За власними дослідженнями, з погляду органолептичних показників найкращими компонентами для зброджування стали лактоферментований сік капусти, комбуча або сироватка.

*Комбуча* має знеболювальні і протизапальні властивості. Суттєвою її властивістю є здатність виводити з організму людини шкідливу сечову кислоту, яка утворюється в процесі обміну речовин. Напій рекомендують вживати в разі застудних захворювань, катару верхніх дихальних шляхів, гострих форм ангіни, хронічного тонзиліту (Coelho et. al., 2020). Комбучу вживають для лікування різноманітних внутрішніх хвороб, зокрема шлунково-кишкових, захворювання печінки і жовчного міхура, коліту, для зняття головного болю та регулювання артеріального тиску й рівня холестерину в крові. Як антибіотичний засіб напій здатен пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів (Karr, Sumner, 2019; Martínez Leal et. al., 2018).

*Сироватка* має перспективні застосування, пов'язані з потенційною користю для здоров'я,

починаючи від антибактеріальних ефектів, когнітивним розвитком немовлят і закінчуючи здоров'ям кишечника людини. Одним із найхарактерніших компонентів у кислій сироватці є молочна кислота (Rocha-Mendoza et al., 2021). Молочна кислота має додаткові біологічно активні властивості в організмі, пов'язані зі стимуляцією міграції ендотеліальних клітин [Beckert et al., 2006], інгібуванням апоптозу зародкових клітин у яєчках людини ([Erkkilä et al., 2002), полегшенням когнітивних порушень (Holloway et al., 2007), а також покращанням церебрального енергетичного метаболізму в людей із черепно-мозковою травмою (Bouzat et al., 2014).

*Лактоферментований сік капусти.* Лактоферментований капустяний сік має численні переваги для здоров'я споживачів: зміцнює імунну систему, покращує травлення, оздоровлює травну систему завдяки позитивному впливу молочнокислих бактерій, зокрема пробіотиків, допомагає регулювати вагу через зниження апетиту до цукру, солодких напоїв, хліба та макаронних виробів. Також він має седативну дію на нервову систему, тому рекомендований за наявності захворювання на синдром дефіциту уваги та дитячого аутизму (Theeshan et al., 2004; Chu et al., 2002). У капустяному соку з ферментованої білокачанної капусти ідентифіковані різноманітні біологічно активні сполуки. Лактоферментований капустяний сік є цінною їжею з функціональними властивостями завдяки залученим мікроорганізмам, змінам складу, які відбуваються під час бродіння і, що найважливіше, впливу цих продуктів та їх активних інгредієнтів на здоров'я людини (Mañea et al., 2009).

Картопляний сік із сирих плодів містить ферменти і багатий на ліпоксигенази. Ліпоксигеназа (приблизно 10% від загального білка), дефензин (5%) і крохмальфосфорилаза L-1 (4%), а також аннексин, гліоксалаза I, енолаза, каталаза і UDP-пірофосфорилаза наявні в соку сирової картоплі. Властивості ліпоксигеназ сирової картоплі використовують для виробництва високоякісної продукції із хлібопекарського борошна. Ліпоксигенази картоплі активуються поліфенолами й беруть участь у розпаді каротиноїдів (Singh, 2022). Ліпоксигеназа, яку виділяли з бульб картоплі (*Solanum tuberosum* L.), названа 5-ліпоксигеназою (5-ЛЮ), оскільки гідропероксидна група приєднується до 5-го вуглецевого атому арахідонової кислоти. 5-ЛЮ відрізняється від раніше охарактеризованих соєвих ліпоксигеназ характеристиками рН реакції оксигенації. Фермент мав оптимум рН 5,5–6,0 і був неактивним за рН 9,0 (Farmaki, 2006).

Плазму томатів або кавунів було вибрано завдяки попередньому аналізу активності їх ліпоксигеназ, що

є одним з основних аспектів в утворенні аромату цих плодів (Дубова зі співавт., 2022). В утворенні аромату томатів і кавуна беруть участь 9-, 13-ліпоксигенази з оптимумом дії рН вище за ліпоксигеназу картоплі (від 7,0 до 9,0). У середовищі картопляного соку з рН наближеним до 7,0 ліпоксигенази кавунової або томатної плазми активні, тоді як дія власних 5-ЛЮ гальмується. Імовірно, є ще фактори, які впливають на ферментативні зміни аромату напою з картопляним соком і плодовою плазмою, але вони передують у стадії наших подальших досліджень.

*Плазма томатів, кавуна.* Побічні продукти томатів містять велику різноманітність біологічно активних речовин (Viuda-Martos et al., 2014). Кавун є багатим джерелом цитруліну, амінокислоти, яка метаболізується в аргінін – умовно незамінну амінокислоту для людини. Аргінін – азотистий субстрат, що використовується в синтезі оксиду азоту та відіграє важливу роль у серцево-судинних та імунних функціях. Результати досліджень демонструють, що концентрація аргініну в плазмі може бути збільшена через приймання цитруліну з кавуна (Collins et al., 2007).

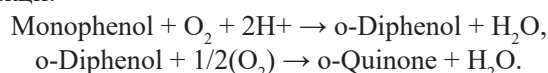
Зміна кольору й аромату в картопляному соку взаємопов'язані між собою, оскільки є частиною загальних ферментативних перетворень. Оболонка кавуна була розглянута як активний біосорбент (Gupta, Gogate, 2016). Використання білої частини оболонки кавуна за подрібнення й настоювання з водою позитивно вплинуло на колір і аромат напою. Пояснення щодо механізму взаємодії між складовими картопляного соку та білою оболонкою кавуна перебувають у стадії наших подальших досліджень.

Розчинні білки бульб картоплі загалом поділяють на три групи: пататини, інгібітори протеази та інші білки. Багаті пататином картопляні препарати є найбільш перспективними для виготовлення харчових емульсій. Це один із найбільш повноцінних рослинних білків, що вживаються в їжу, за поживною цінністю наближається до білків курячого м'яса. Були зроблені дослідження щодо потенційної можливості виділеного й очищеного пататину як природного активного компонента з ефектом проти ожиріння (Wu et al., 2021). Картопляний білок має високий вміст незамінних амінокислот, зокрема, з гідрофобними функціональними групами, з розгалуженим (ізолейцин, лейцин і валін) і ароматичним (фенілаланін і тирозин) бічними ланцюгами. Доступно мало соку. Слід зазначити, що гідролізований картопляний білок не використовувався як харчовий інгредієнт, імовірно, через гіркий смак (Farmaki, 2006). Це свідчить про те, що смакові властивості інгредієнтів сирової картоплі потребують корекції навіть у разі вилучення й концентрування.

У картоплі присутні калістегіні – полігідроксильовані нортропанові алкалоїди. Даних про токсичність калістегінів для людини не надходило (Singh, Kaur, 2009). Однак використання соку із сирі картоплі має певні обмеження через присутність речовин, які вважаються антипоживними речовинами, як-от глікоалкалоїди, лектини та інгібітори протеїназ. Останнім часом глікоалкалоїди їжі розглядають як джерело боротьби з раковими захворюваннями (Friedman, 2015). Вміст соланіну та чаконіну в картоплі становить  $0,04 \pm 0,01\%$  (значення може відрізнятися у різних сортів), а легке отруєння виникає, якщо з'їсти 20 мг соланіну. Соланін у бульбах картоплі на 50–80% сконцентрований у лушпинні та в тонкому шарі безпосередньо під ним, а отже, може бути у великій мірі видалений під час очищення. Баклажани, зелені помідори, які також містять соланін і їх не вживають у сирому вигляді, піддають ферментації, після якої алкалоїди руйнуються внаслідок руйнування зв'язку між цукрами й агліконом соланіном. Сіль також руйнує соланін, із цієї причини зелені помідори, баклажани перед приготуванням вимочують у розсолі. За розробленими рецептурами в кожний напій вносили 5 г солі на 100 г напою. Ферментація картопляного напою з комбучею також є важливим аспектом у руйнуванні соланіну (Дубова, Поєдинок, Климченко, 2023).

Поєднання макового молочка з картопляним соком у заморожених зразках надає органолептичні переваги для споживачів. Насіння маку в різних формах має величезний потенціал для використання як функціональний харчовий інгредієнт і нутрицевтик. Лікувальне та функціональне застосування насіння маку обговорювалося в багатьох дослідженнях, у т. ч. розглядалися деякі аспекти використання насіння маку в харчовій промисловості (Muhammad et al., 2021).

Сік сирі картоплі має властивість до ферментативного потемніння. Реакція обумовлена окисненням тирозину картоплі киснем повітря. Ферментативне потемніння може бути обумовлено дією ферментів фенолази, фенолоксідази, поліфенолоксідази, катехолази, крезолази і тирозинази. Загальною структурною одиницею цих ферментів є двоядерний мідний активний центр, що каталізує наведені нижче реакції:



Існує кілька способів усунення ферментативного потемніння – дегідратація, заморожування, теплова обробка, а також пакування мінімально оброблених продуктів у регульоване середовище, глазурування тканин (особливо заморожених) цукровим сиропом або покриття їх їстівною плівкою для обмеження доступу кисню. Найбільш часто вживаним способом запобігання потемніння є хімічна обробка внесенням реагентів, які пригнічують або дезактивують фермент утворенням комплексів з природними субстратами, які відновлюють хінони до о-дифенолу та/або зв'язують хінони, що запобігає утворенню темнозбарвленого меланіну (Damodaran, Parkin, Fennema, 2007). Усі вищенаведені способи, крім заморожування, чинять істотний вплив на корисні властивості картопляного соку, знижуючи їх.

Для порівняння ефективності запобігання процесу ферментативного потемніння картопляного соку вимірювали коефіцієнт світлопропускання зразків (табл. 1). Додатки, які гальмують ферментативне потемніння, вносили під час подрібнення картоплі та у свіжовіджати́й сік з метою досягнення кращого ефекту.

Контрольний зразок картопляного соку без використання добавок має коефіцієнт світлопропускання приблизно втричі більший, ніж у зразках з інгібіто-

Таблиця 1

Коефіцієнт світлопропускання зразків картопляного соку з різним впливом на процеси забарвлення

| Спосіб запобігання ферментативному потемнінню | Зразки картопляного соку без добавок | Коефіцієнт світлопропускання картопляного соку за способом внесення добавок |                                       | Додаткові характеристики зразків картопляного соку |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                               |                                      | Внесення добавок під час подрібнення                                        | Внесення добавок у свіжовіджати́й сік |                                                    |
| Контроль (після 24 год)                       | $1,7 \pm 0,05$                       | –                                                                           | –                                     | Присмак та аромат сирі картоплі                    |
| Заморожування                                 | $0,8 \pm 0,04$                       | –                                                                           | –                                     | Відсутні                                           |
| Плазма плодова (томатів, кавунова)            | –                                    | $0,57 \pm 0,03$                                                             | $0,55 \pm 0,03$                       | Присмак та аромат плодової плазми                  |
| Біла частина оболонки кавуна                  | –                                    | $0,50 \pm 0,02$                                                             | $0,61 \pm 0,03$                       | Відсутній присмак, аромат кавуна                   |
| Лактоферментований сік                        | –                                    | $0,55 \pm 0,02$                                                             | $0,55 \pm 0,02$                       | Присмак та аромат збро́дженого соку                |



рами ферментативного потемніння. Як видно з наведених в таблиці даних, застосування білої частини оболонки кавуна дає змогу запобігти потемнінню ефективніше порівняно з плодовою плазмою або лактоферментованим соком, коефіцієнт світлопропускання має найменші значення – 0,50. Крім того, внесення білої оболонки під час подрібнення картоплі приводить до кращого ефекту, ніж коли біла оболонка вноситься в картопляний сік після подрібнення. Для плодової плазми та лактоферментованого соку істотна різниця для внесення в картопляний сік відсутня. Заморожування є ефективним засобом запобігання потемнінню, коефіцієнт світлопропускання менший від контрольного в середньому вдвічі. Зразки картопляного соку, які піддавались вторинній ферментації з комбучею та сироваткою, також мали ефект запобігання потемнінню незалежно від технології внесення.

У контрольному зразку картопляного соку після 10 діб зберігання (рис. 2а) відчувався аромат і при-

смак сирих плодів, загальний смак був прісний та мав негативні характеристики. Відсутність зміни кольору в купажах «картопляний сік – плодова плазма» (рис. 2б, 2в), «картопляний сік – рослинний екстракт» (рис. 2г), «сироватка – картопляний сік» (рис. 2д), «картопляний сік – лактоферментований сік» (рис. 2е), «картопляний сік з білою м'якоттю кавуна» (рис. 2ж), «картопляний сік – комбуча» (рис. 2к) протягом зберігання 10 діб вказує на те, що ферментативні реакції потемніння картопляного соку гальмуються.

Аромат зразків у кожному купажі відповідав аромату використаних компонентів – кавуна, томатів, рослинних екстрактів, сироватки, лактоферментованого соку, комбучі і не мав картопляного присмаку або відтінку.

Ідея купажування картопляного соку була ефективно реалізована з виноградним соком у пропорції 10 та 30% (Basílio et. al., 2022). У дослідженнях було виявлено підвищений вміст біологічно активних сполук та низькі рівні небажаних амінів, що свідчило про безпеку споживання купажованих напоїв



**Рис. 2 Напої із соком сирі картоплі (після зберігання протягом десяти діб): а – контрольний зразок, б – сік із плазмою кавуна; в – сік картоплі з плазмою томатів, г – сік картоплі з рослинним екстрактом, д – сік картоплі із сироваткою; е – сік картоплі з лактоферментованим соком, ж – сік картоплі з білою м'якоттю кавуна, к – сік картоплі з комбучею**



із соком сирого картоплі у складі. Органолептичні характеристики виноградного соку та купажованих напоїв були однаковими. Інноваційні продукти, як-от змішані соки, можуть задовольнити харчові потреби людей, які дотримуються обмежувальних дієт, як у флекситаріанстві та веганстві.

Таким чином, напої на основі картопляного соку можуть бути рекомендовані як додаткове джерело амінокислот, мінералів, вітамінів, біологічно активних сполук, рекомендовані для профілактики шлунково-кишкових захворювань, лікування гіпертонічної хвороби, за наявності хвороб щитоподібної залози, на початковій стадії діабету, онкологічних захворюваннях, для нормалізації роботи серцево-судинної системи. Напої рекомендують споживати по 0,5 склянки (100 г) за 30 хвилин до їди. Під час лікування картопляним соком дотримуються дієти. Курс застосування становить 1–2 місяці. У разі потреби курс можна повторювати декілька разів на рік. Перед застосуванням рекомендована консультація лікаря. Не рекомендовано для людей, схильних до алергії на білок картоплі. Як профілактичний засіб запропоновано споживання замороженого соку картоплі.

## Висновки

Результати аналізу літератури дали змогу стверджувати, що картопляний сік має лікувально-профілактичні властивості. Купажування соку сирого картоплі з рослинними екстрактами, плазмою, сироваткою, комбучею має потенційно збільшувати корисні властивості напоїв. Перспективними є такі джерела, що мають вплив на ферментативні реакції соку із сирого картоплі й перешкоджають його потемнінню та погіршенню аромату. На перебіг ферментативних реакцій компонентів соку впливають зміна рН середовища, зв'язування поліфенолів картоплі білками сироватки, неконкурентне інгібування картопляних ліпоксигеназ плазмою кавуна і томатів.

*Робота підтримана грантом Міністерства освіти і науки України «Розроблення методів підвищення біологічної активності харчових продуктів для спеціальних медичних цілей» у рамках держзамовлення на науково-технічні (експериментальні) розробки та науково-технічну продукцію в 2022–2023 рр. (№ ДР 0122U200933).*

## ЛІТЕРАТУРА

- Barbosa-Filho J.M., Piuvezam M.R., Moura M.D., Silva M.S., Lima K.V. B., da-Cunha E.V.L., Takemura O.S. Anti-inflammatory activity of alkaloids: A twenty-century review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2006. Vol. 16. P. 109–139. DOI: 10.1590/S0102-695X2006000100020.
- Basílio L.S., Vanz Borges C., Minatel I.O., Vargas P.F., Tecchio M.A., Vianello F., Lima G.P. New beverage based on grapes and purple-fleshed sweet potatoes: Use of non-standard tubers. *Food Bioscience [Internet]*. 2022. Jun; Vol. 47. P. 101626. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101626>.
- Beckert S., Farrahi F., Aslam R.S., Scheuenstuhl H., Königsrainer A., Hussain M.Z., and Hunt T.K. Lactate stimulates endothelial cell migration. *Wound Repair Regen*. 2006. Vol. 14. P. 321–324. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2006.00127.x>.
- Bouzat P., Sala N., Suys T., Zerlauth J.B., Marques-Vidal P., Feihl F., Bloch J., Messerer M., Levivier M., Meuli R., Magistretti P.J., and Oddo M. Cerebral metabolic effects of exogenous lactate supplementation on the injured human brain. *Intensive Care Med*. 2014. Vol. 40. P. 412–421. URL: <https://doi.org/10.1007/s00134-013-3203-6>.
- Chrubasik S., Boyko T., Filippov Y., Torda T. Further evidence on the effectiveness of potato juice in dyspeptic complaints. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy & Phytopharmacology*. 2006. Vol. 13, № 8, P. 596–598. DOI: 10.1016/j.phymed.2005.10.009.
- Chrubasik S., Chrubasik C., Torda T., & Madisch A. Efficacy and tolerability of potato juice in dyspeptic patients: A pilot study. *Phytomedicine*. 2006. Vol. 13, № 1–2. P. 11–15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2005.03.005>.
- Chu Y.F., Sun J., Wu X., Liu R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. Vol. 50. P. 6910–6916. DOI: 10.1021/jf020665f.
- Coelho R.M.D., de Almeida A.L., do Amaral R.Q.G., da Mota R.N., & de Sousa P.H.M. Kombucha. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2020. Vol. 22. P. 100272. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2020.100272.
- Collins J.K., Wu G., Perkins-Veazie P., Spears K., Claypool P.L., Baker R.A., & Clevidence B.A. Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adults. *Nutrition*. 2007. Vol. 23, № 3. P. 261–266. DOI: 10.1016/j.nut.2007.01.005.
- Damodaran S., Parkin K.L., Fennema O. R. *Fennema's food chemistry*. CRC press, 2007.
- Dubova H., Levchuk I., Holubets O., Miroshnikov V. Fermentation Technology Of Leaves For Flavored Drinks. *Proceedings Of University Of Ruse. Razgrad*. 2022. Vol. 61. Book 10.2. P. 16–21. URL: <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp22/10.2/10.2-2.pdf>.
- Erkkilä K., Aito H., Aalto K., Pentikäinen V., and Dunkel L. Lactate inhibits germ cell apoptosis in the human testis. *Mol. Hum. Reprod*. 2002. Vol. 8. P. 109–117. URL: <https://doi.org/10.1093/molehr/8.2.109>.
- Farmaki T., Sanmartin M., Jimenez P., Paneque M., Sanz C., Vancanneyt G., Leon J., Sanchez-Serrano J. Differential distribution of the lipoxygenase pathway enzymes within potato chloroplasts. *Journal of Experimental Botany [Internet]*. 2006 Dec 6, Vol. 58, № 3. P. 555–568. URL: <https://doi.org/10.1093/jxb/erl230>.
- Friedman M. Chemistry and anticarcinogenic mechanisms of glycoalkaloids produced by eggplants, potatoes, and tomatoes. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2015. Vol. 63 (13). P. 3323–3337. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00818.

- Gumul D., Korus J., Surma M., Ziobro R. Pulp obtained after isolation of starch from red and purple potatoes (*Solanum tuberosum* L.) as an innovative ingredient in the production of gluten-free bread. *Plos One*. 2020. Vol. 15, № 9. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229841>.
- Gupta H., & Gogate P.R. Intensified removal of copper from waste water using activated watermelon based biosorbent in the presence of ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2016. Vol. 30. P. 113–122. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.016.
- Hellmann H., Goyer A., Navarre D. A. Antioxidants in potatoes: A functional view on one of the major food crops worldwide. *Molecules*. 2021. Vol. 26, № 9. P. 2446. <https://doi.org/10.3390/molecules26092446>.
- Holloway R., Zhou Z., Harvey H.B., Levasseur J.E., Rice A.C., Sun D., Hamm R.J., and Bullock M.R. Effect of lactate therapy upon cognitive deficits after traumatic brain injury in the rat. *Acta Neurochir. (Wien)*. 2007. Vol. 149. P. 919–927. URL: <https://doi.org/10.1007/s00701-007-1241-y>.
- Kapp J.M., & Sumner W. Kombucha: A systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of epidemiology*. 2019. Vol. 30. P. 60–70. DOI: 10.1016/j.annepidem.2018.11.001.
- Kössler P., Fuchs N. Method for the production of potato juice products by means of food technology. Patent No.: US 7,378,117 B2, Date of Patent: May 27, 2008.
- Kowalczewski P. Ł., Olejnik A., Białas W., Rybicka I., Zielińska-Dawidziak M., Siger A., ... Lewandowicz G. The nutritional value and biological activity of concentrated protein fraction of potato juice. *Nutrients*. 2019. Vol. 11, № 7. P. 1523. URL: <https://doi.org/10.3390/nu11071523/>.
- Kowalczewski P. Ł., Olejnik A., Świtek S., Bzducha-Wróbel A., Kubiak P., Kujawska M., Lewandowicz G. Bioactive compounds of potato (*Solanum tuberosum* L.) juice: from industry waste to food and medical applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2022. Vol. 41, № 1. P. 52–89. DOI: 10.1080/07352689.2022.2057749.
- Kowalczewski P. Ł., Zembrzuska J., Drożdżyńska A., Smarzyński K., Radzikowska D., Kieliszek M., ... Sawinska Z. Influence of potato variety on polyphenol profile composition and glycoalkaloid contents of potato juice. *Open Chemistry*. 2021. Vol. 19, № 1. P. 1225–1232. <https://doi.org/10.1515/chem-2021-0109>.
- Kujawska M., Olejnik A., Lewandowicz G., Kowalczewski P., Forjasz R., Jodynis-Liebert J. Spray-Dried Potato Juice as a Potential Functional Food Component with Gastrointestinal Protective Effects. *Nutrients*. 2018, Feb 24. Vol. 10, № 2. P. 259. DOI: 10.3390/nu10020259.
- Лемзякова Т., Аліфер О., Тимошенко Ю. Місце функціональних напоїв у харчуванні людини. *Ліки України*, 2015. Вип. 2, № 188. С. 27–30.
- Manea I., Buruleanu L., Avram D., & Bratu M. Researches concerning the obtaining of lacto-fermented cabbage juice–functional food. *Scientific Study & Research*. 2009. Vol. 10, № 2. P. 157.
- Martínez Leal J., Valenzuela Suárez L., Jayabalan R., Huerta Oros J., & Escalante-Aburto A. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA-Journal of Food*. 2018. Vol. 16, № 1. P. 390–399. DOI: 10.1080/19476337.2017.1410499.
- Muhammad A., Akhtar A., Aslam S., Khan R. S., Ahmed Z., & Khalid N. Review on physicochemical, medicinal and nutraceutical properties of poppy seeds: a potential functional food ingredient. *Functional Foods in Health and Disease*. 2021. Vol. 11, № 10. P. 522–547. DOI: 10.31989/ffhd.v11i10.836.
- Rocha-Mendoza D., Kosmerl E., Krentz A., Zhang L., Badiger S., Miyagusuku-Cruzado G., ... & García-Cano I. Invited review: Acid whey trends and health benefits. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104, № 2. P. 1262–1275. DOI: 10.3168/jds.2020-19038.
- Samaniego I., Espin S., Cuesta X., Arias V., Rubio A., Llerena, W., ... & Carrillo W. Analysis of environmental conditions effect in the phytochemical composition of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *Plants*. 2020. Vol. 9, № 7. P. 815. <https://doi.org/10.3390/plants9070815>.
- Singh J., Kaur L. (Eds.). *Advances in potato chemistry and technology*. First edition. Elsevier Inc. 2009. 506 p.
- Singh P., Arif Y., Miszczuk E., Bajguz A., Hayat S. Specific Roles of Lipxygenases in Development and Responses to Stress in Plants. *Plants [Internet]*. 2022. Apr 4; Vol. 11. № 7. P. 979. URL: <https://doi.org/10.3390/plants11070979>.
- Theeshan B., Amitabye L.R., Crozier A., Aruoma O. Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2004. Vol. 84, № 12 (9). P. 1553–1561. DOI: 10.1002/jsfa.1820.
- U.S. Department of Agriculture. Potatoes, gold, without skin, raw. URL: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2346403/nutrients>.
- Viuda-Martos M., Sanchez-Zapata E., Sayas-Barberá E., Sendra E., Pérez-Álvarez J. A., & Fernández-López J. Tomato and tomato byproducts. Human health benefits of lycopene and its application to meat products: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2014. Vol. 54, № 8. P. 1032–1049. DOI: 10.1080/10408398.2011.623799.
- Vlachojannis J.E., Cameron M., & Chrubasik S. Medicinal use of potato-derived products: a systematic review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. 2010. Vol. 24, № 2. P. 159–162. <https://doi.org/10.1002/ptr.2829>.
- Volodina T.T., Korotkevich N.V., Romaniuk S.I., Galkin O.Yu., Kolybo D.V., Komisarenko S.V. Implementation of Dietary Supplements with Effect of Decontamination and Improvement of Osteogenesis and Metabolism. *Science and Innovation*. 2017. Vol. 13, No. 6. P. 39–50. <https://doi.org/10.15407/scine13.06.039>.
- Wu J., Wu Q., Yang D., Zhou M., Xu J., Wen Q., ... & Wang S. Patatin primary structural properties and effects on lipid metabolism. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 3, № 44. P. 128661. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128661.
- Гулій І. А., Сахачька А. О., Дубова Г. Є. Розробка експрес-методу визначення карбонільних сполук в харчових середовищах. *Якість і безпека харчових продуктів: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 9–10 жовтня 2023 р.)*. Київ : НУХТ, 2023. С. 223–224.

Гуменюк О. Л. Технологія харчових виробництв. Переробка м'яса. Переробка овочів і фруктів. Виробництво вина: тексти лекцій частина друга для студентів спеціальності 181 – Харчові технології. ЧНТУ. 2018. 111 с.

ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до вживання людиною. Із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я від 18.02.2022 № 341 [2022-04-01]. Київ, 2022 (Інформація та документація).

ДСТУ 4069:2016. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-06-01]. Київ, 2016 (Інформація та документація).

ДСТУ 7159:2010. Консерви. Соки відновлені. Загальні технічні умови. [Чинний від 2011-10-01]. Київ, 2010 (Інформація та документація).

ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Київ, 2014 (Інформація та документація).

Дубініна А., Карпенко З., Дубініна С., Селютіна Г. Товарознавство вторинної сировини : навчальний посібник. Київ : Видавничий дім Професіонал; 2009. 336 с.

Дубова Г. Є., Безусов А. Т., Білошицька О. К., Поєдинок Н. Л. Застосування попередників аромату в харчовій рослинній сировині: біотехнологічний аспект. *Innov Biosyst Bioeng.* 2022. Vol. 6, № 3–4. Р. 9–109. doi.org/10.20535/ibb.2022.6.3–4.267094.

Дубова Г. Є., Левчук І. В., Галкін О. Ю., Хмельницька Є. В., Поєдинок Н. Л. Нові підходи до використання рослинних ароматотвірних ферментів. *Innov Biosyst Bioeng.* 2023. Vol. 7, № 2. С. 42–59. URL: <https://doi.org/10.20535/ibb.2023.7.2.279550>.

Дубова Г., Поєдинок Н., Климченко М. Розроблення технології напоїв із соком сирі картоплі. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 16 листопада 2023 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2023. С. 80–82.

Купажований сік на основі топінамбура. Пат. на корисну модель 80223, Україна, МПК (2013.01) A23L 2/00. № u201209795; заявл. 14.08.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. № 10.

Лапицька Н. В. Технологія напоїв, екстрактів та концентратів : навчальний посібник. Чернівці : НУЧК імені Т. Г. Шевченка. 2021. 217 с.

Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. Київ : Центр учбової літератури. 2009. 544 с.

Спосіб запобігання ферментативному потемнінню свіжого картопляного соку: пат. 127399, Україна: A23L 3/3463 (2006.01), A23L 5/41 (2016.01), A23L 19/12. № a202104238; заявл. 20.07.2021; опубл. 09.08.2023, Бюл. № 32. 4 с.

Спосіб стабілізації кольору свіжого картопляного соку: пат. 151292, Україна: МПК A23L 2/38 (2021.01), A23L 5/41 (2016.01), A23L 2/52. № u202200399; заявл. 01.02.2022; опубл. 29.06.2022, Бюл. № 26. 4 с.

## REFERENCES

Barbosa-Filho, J.M., Piuevezam, M.R., Moura, M.D., Silva, M.S., Lima, K.V. B., da-Cunha, E.V.L., Takemura, O.S. (2006). Anti-inflammatory activity of alkaloids: A twenty-century review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. Vol. 16. P. 109–139. DOI: 10.1590/S0102-695X2006000100020.

Basílio, L.S., Vanz Borges, C., Minatel, I.O., Vargas, P.F, Tecchio, M.A., Vianello, F., Lima, G.P. (2022). New beverage based on grapes and purple-fleshed sweet potatoes: Use of non-standard tubers. *Food Bioscience [Internet]*. Jun; Vol. 47. P. 101626. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101626>.

Beckert, S., Farrahi, F., Aslam, R.S., Scheuenstuhl, H., Königsrainer, A., Hussain, M.Z., & Hunt, T. K. (2006). Lactate stimulates endothelial cell migration. *Wound Repair Regen.* Vol. 14. P. 321–324. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2006.00127.x>.

Bouzat, P., Sala, N., Suys, T., Zerlauth, J.B., Marques-Vidal, P., Feihl, F., Bloch, J., Messerer, M., Levivier, M., Meuli, R., Magistretti, P.J., & Oddo, M. (2014). Cerebral metabolic effects of exogenous lactate supplementation on the injured human brain. *Intensive Care Med.* Vol. 40. P. 412–421. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-3203-6>.

Chrubasik, S., Boyko, T., Filippov, Y., Torda, T. (2006). Further evidence on the effectiveness of potato juice in dyspeptic complaints. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy & Phytopharmacology*. Vol. 13, № 8, P. 596–598. DOI: 10.1016/j.phymed.2005.10.009.

Chrubasik, S., Chrubasik, C., Torda, T., & Madisch, A. (2006). Efficacy and tolerability of potato juice in dyspeptic patients: A pilot study. *Phytomedicine*. Vol. 13, № 1–2. P. 11–15. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2005.03.005>.

Chu, Y.F., Sun, J., Wu, X., Liu, R.H. (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 50. P. 6910–6916. DOI: 10.1021/jf020665f.

Coelho, R.M.D., de Almeida, A.L., do Amaral, R.Q.G., da Mota, R.N., & de Sousa, P.H.M. (2020). Kombucha. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. Vol. 22. P. 100272. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2020.100272.

Collins, J.K., Wu, G., Perkins-Veazie, P., Spears, K., Claypool, P.L., Baker, R.A., & Clevidence, B.A. (2007). Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adults. *Nutrition*. Vol. 23, № 3. P. 261–266. DOI: 10.1016/j.nut.2007.01.005.

Damodaran, S., Parkin, K.L., Fennema, O.R. (2007). *Fennema's food chemistry*. CRC press.

DSTU 4069:2016. *Напої безалкогольні. Загальні технічні умови* [Non-Alcoholic Beverages. General Technical Conditions] (2016). Kyiv: Information and Documentation [in Ukrainian].

DSTU 7159:2010. *Консерви. Соки відновлені. Загальні технічні умови* [Canned Food. Reconstituted Juices. General Technical Conditions] (2010). Kyiv: Information and Documentation [in Ukrainian].

DSTU 7525:2014. *Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості* [Drinking Water. Requirements and Quality Control Methods] (2014). Kyiv: Information and Documentation [in Ukrainian].

Dubinina, A., Karpenko, Z., Dubinina, S., & Seliutina, H. (2009). *Товарознавство вторинної сировини* [Commodity Science of Secondary Raw Materials]. Kyiv: Publishing House “Professional” [in Ukrainian].



Dubova, H.Ye., Levchuk, I.V., Halkin, O.Yu., Khmelnytska, Ye.V., & Poiedynok, N.L. (2023). Novi pidkhody do vykorystannia roslynnykh aromatovirnykh fermentiv [New Approaches to the Use of Plant Aroma-Forming Enzymes]. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 7 (2), 42–59. <https://doi.org/10.20535/ibb.2023.7.2.279550> [in Ukrainian].

Dubova, H.Ye., Bezusov, A.T., Biloshytska, O.K., & Poiedynok, N.L. (2022). Zastosuvannia poperednykhiv aromatu v kharchovii roslynii syrovyni: biotekhnologichnyi aspekt [Application of Aroma Precursors in Food Plant Raw Materials: A Biotechnological Aspect]. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 6 (3–4), 9–109. <https://doi.org/10.20535/ibb.2022.6.3-4.267094> [in Ukrainian].

Dubova, H., Poiedynok, N., & Klymchenko, M. (2023). Rozroblennia tekhnolohii napoiv iz sokom syroii kartopli [Development of Beverage Technology with Raw Potato Juice]. *Ozдорovchi kharchovi produkty ta dietichni dobavky: Tekhnolohii, yakist ta bezpeka – Health Food Products and Dietary Supplements: Technologies, Quality and Safety*, (Kyiv, November 16, 2023), 80–82. Kyiv: NUHT [in Ukrainian].

Dubova, H., Levchuk, I., Holubets, O., Miroshnikov, V. (2022). Fermentation Technology of Leaves For Flavored Drinks. *Proceedings Of University Of Ruse. Razgrad*. Vol. 61. Book 10.2. P. 16–21. URL: <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp22/10.2/10.2-2.pdf>.

Erkkilä, K., Aito, H., Aalto, K., Pentikäinen, V., & Dunkel, L. (2002). Lactate inhibits germ cell apoptosis in the human testis. *Mol. Hum. Reprod.* Vol. 8. P. 109–117. <https://doi.org/10.1093/molehr/8.2.109>.

Farmaki, T., Sanmartin, M., Jimenez, P., Paneque, M., Sanz, C., Vancanneyt, G., Leon, J., Sanchez-Serrano, J. (2006). Differential distribution of the lipoxygenase pathway enzymes within potato chloroplasts. *Journal of Experimental Botany [Internet]*. Dec 6, Vol. 58, № 3. P. 555–568. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl230>.

Friedman M. (2015). Chemistry and anticarcinogenic mechanisms of glycoalkaloids produced by eggplants, potatoes, and tomatoes. *Journal of agricultural and food chemistry*. 63 (13), 3323–3337. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00818.

Gulii, I.A., Sakhatska, A.O., & Dubova, H.Ye. (2023). Rozrobka ekspres-metodu vyznachennia karbonilnykh spoluk v kharchovykh seredovyschakh [Development of an Express Method for Determining Carbonyl Compounds in Food Environments]. *Yakist i bezpeka kharchovykh produktiv – Quality and Safety of Food Products: Materials of the VI International Scientific and Practical Conference* (Kyiv, October 9–10, 2023), 223–224. Kyiv: NUHT [in Ukrainian].

Gumul, D., Korus, J., Surma, M., Ziobro, R. (2020). Pulp obtained after isolation of starch from red and purple potatoes (*Solanum tuberosum* L.) as an innovative ingredient in the production of gluten-free bread. *Plos One*. Vol. 15, № 9. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229841>.

Gupta, H., & Gogate, P.R. (2016). Intensified removal of copper from waste water using activated watermelon based biosorbent in the presence of ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*. Vol. 30. P. 113–122. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.016.

Hellmann, H., Goyer, A., Navarre, D.A. (2021). Antioxidants in potatoes: A functional view on one of the major food crops worldwide. *Molecules*. Vol. 26, № 9. P. 2446. <https://doi.org/10.3390/molecules26092446>.

Holloway, R., Zhou, Z., Harvey, H.B., Levasseur, J.E., Rice, A.C., Sun, D., Hamm, R.J., & Bullock, M.R. (2007). Effect of lactate therapy upon cognitive deficits after traumatic brain injury in the rat. *Acta Neurochir. (Wien)*. Vol. 149. P. 919–927. URL: <https://doi.org/10.1007/s00701-007-1241-y>.

Humeniuk, O.L. (2018). Tekhnolohiia kharchovykh vyrobnytstv. Pererobka miasa. Pererobka ovochei i fruktiv. Vyrobnytstvo vina [Technology of food production. Meat processing. Processing of vegetables and fruits. Wine production]. Part 2: Lecture texts for students of specialty 181 Food Technologies. Chernihiv: ChNTU [in Ukrainian].

Kapp, J.M., & Sumner, W. (2019). Kombucha: A systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of epidemiology*. Vol. 30. P. 60–70. DOI: 10.1016/j.annepidem.2018.11.001.

Kössler, P., Fuchs, N. (2008). Method for the production of potato juice products by means of food technology. Patent No.: US 7,378,117 B2, Date of Patent: May 27.

Kowalczewski, P. Ł., Olejnik, A., Białas, W., Rybicka, I., Zielińska-Dawidziak, M., Siger, A., ... Lewandowicz, G. (2019). The nutritional value and biological activity of concentrated protein fraction of potato juice. *Nutrients*. Vol. 11, № 7. P. 1523. URL: <https://doi.org/10.3390/nu11071523/>.

Kowalczewski, P. Ł., Olejnik, A., Świtek, S., Bzducha-Wróbel, A., Kubiak, P., Kujawska, M., Lewandowicz, G. (2022). Bioactive compounds of potato (*Solanum tuberosum* L.) juice: from industry waste to food and medical applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*. Vol. 41, № 1. P. 52–89. DOI: 10.1080/07352689.2022.2057749.

Kowalczewski, P. Ł., Zembrzuska, J., Drożdżyńska, A., Smarzyński, K., Radzikowska, D., Kieliszek, M., ... Sawinska, Z. (2021). Influence of potato variety on polyphenol profile composition and glycoalkaloid contents of potato juice. *Open Chemistry*. Vol. 19, № 1. P. 1225–1232. <https://doi.org/10.1515/chem-2021-0109>.

Kujawska, M., Olejnik, A., Lewandowicz, G., Kowalczewski, P., Forjasz, R., Jodynis-Liebert, J. (2018). Spray-Dried Potato Juice as a Potential Functional Food Component with Gastrointestinal Protective Effects. *Nutrients [Internet]*. Feb 24. Vol. 10, № 2. P. 259. DOI: 10.3390/nu10020259.

Lapytska, N.V. (2021). Technology of drinks, extracts and concentrates. Study guide. NUCHK named after T.G. Shevchenko. 217 p. [in Ukrainian].

Lemzyakova, T., Alifer, O., & Timoshenko, Y. (2015). Mistse funktsionalnykh napoiv u kharchuvanni liudyny [The Role of Functional Beverages in Human Nutrition]. *Liky Ukrainy – Drugs of Ukraine*, 2 (188), 27–30 [in Ukrainian].

Manea, I., Buruleanu, L., Avram, D., & Bratu, M. (2009). Researches concerning the obtaining of lacto-fermented cabbage juice–functional food. *Scientific Study & Research*. Vol. 10, № 2. P. 157.

Martínez, Leal J., Valenzuela, Suárez L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA-Journal of Food*. Vol. 16, № 1. P. 390–399. DOI: 10.1080/19476337.2017.1410499.

Mixed juice based on Jerusalem artichoke. Stalemate. on utility model 80223, Ukraine, IPC (2013.01) A23L 2/00. No. u201209795; statement 14.08.2012; published 05/27/2013, Bull. No. 10.



Muhammad, A., Akhtar, A., Aslam, S., Khan, R.S., Ahmed, Z., & Khalid, N. (2021). Review on physicochemical, medicinal and nutraceutical properties of poppy seeds: a potential functional food ingredient. *Functional Foods in Health and Disease*. Vol. 11, № 10. P. 522–547. DOI: 10.31989/ffhd.v11i10.836.

Rocha-Mendoza, D., Kosmerl, E., Krentz, A., Zhang, L., Badiger, S., Miyagusuku-Cruzado, G., ... & García-Cano I. (2021). Invited review: Acid whey trends and health benefits. *Journal of Dairy Science*. Vol. 104, № 2. P. 1262–1275. DOI: 10.3168/jds.2020-19038.

Samaniego, I., Espin, S., Cuesta, X., Arias, V., Rubio, A., Llerena, W., ... & Carrillo, W. (2020). Analysis of environmental conditions effect in the phytochemical composition of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *Plants*. Vol. 9, № 7. P. 815. <https://doi.org/10.3390/plants9070815>.

Singh, J., Kaur, L. (Eds.) (2009). *Advances in potato chemistry and technology*. First edition. Elsevier Inc. 506 p.

Singh, P., Arif, Y., Miszczuk, E., Bajguz, A., Hayat, S. (2022). Specific Roles of Lipoxygenases in Development and Responses to Stress in Plants. *Plants [Internet]*. Apr 4; Vol. 11. № 7. P. 979. URL: <https://doi.org/10.3390/plants11070979>.

State Sanitary Rules and Norms 2.2.4-171-10. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption. With changes introduced in accordance with the Orders of the Ministry of Health dated February 18, 2022 No. 341 [2022-04-01]. Kyiv, 2022 (Information and documentation) [in Ukrainian].

Syrokhman, I.V., Zavhorodnia, V.M. (2009). *Merchandising of functional food products*. Center of educational literature. 544 p. [in Ukrainian].

The method of preventing enzymatic darkening of fresh potato juice: patent. 127399, Ukraine: A23L 3/3463 (2006.01), A23L 5/41 (2016.01), A23L 19/12. No. a202104238; statement 07/20/2021; published 08/09/2023, Bul. No. 32. 4 p. [in Ukrainian].

The method of stabilizing the color of fresh potato juice: pat. 151292, Ukraine: IPC A23L 2/38 (2021.01), A23L 5/41 (2016.01), A23L 2/52. No. u202200399; statement 01.02.2022; published 06/29/2022, Bul. No. 26. 4 p. [in Ukrainian].

Theeshan, B., Amitabye, L.R., Crozier, A., Aruoma, O. (2004). Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 84, № 12 (9). P. 1553–1561. DOI: 10.1002/jsfa.1820.

U.S. Department Of Agriculture. Potatoes, gold, without skin, raw. URL: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2346403/nutrients>.

Viuda-Martos, M., Sanchez-Zapata, E., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., Pérez-Álvarez, J. A., & Fernández-López, J. Tomato and tomato byproducts. Human health benefits of lycopene and its application to meat products: a review (2014). *Critical reviews in food science and nutrition*. Vol. 54, № 8. P. 1032–1049. DOI: 10.1080/10408398.2011.623799.

Vlachojannis, J.E., Cameron, M., & Chrubasik, S. (2010). Medicinal use of potato-derived products: a systematic review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. Vol. 24, № 2. P. 159–162. <https://doi.org/10.1002/ptr.2829>.

Volodina T.T., Korotkevich N.V., Romaniuk S.I., Galkin O.Yu., Kolybo D.V., Komisarenko S.V. Implementation of Dietary Supplements with Effect of Dezintoxication and Improvement of Osteogenesis and Metabolism. *Science and Innovation*. 2017. Vol. 13, No. 6. P. 39–50. <https://doi.org/10.15407/scine13.06.039>.

Wu, J., Wu, Q., Yang, D., Zhou, M., Xu, J., Wen, Q., ... & Wang, S. Patatin primary structural properties and effects on lipid metabolism (2021). *Food Chemistry*. Vol. 3, № 44. P. 128661. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.

Стаття надійшла до редакції 23.11.2024.

Стаття прийнята до друку 03.02.2025.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

Внесок авторів:

Дубова Г. Є. – ідея, дизайн дослідження, написання статті;

Бесараб О. Б. – збір та аналіз літератури, коректування статті;

Гарник Т. П. – збір та аналіз літератури, обговорення отриманих результатів;

Будник Н. В. – апробація досліджень, висновки;

Юхно В. М. – підготовка ілюстративного матеріалу, проведення досліджень;

Галкін О. Ю. – обговорення отриманих результатів.

Електронна адреса для листування з авторами: [hdubova16@gmail.com](mailto:hdubova16@gmail.com)