

Є. П. ШЕВЧЕНКО <sup>1</sup> (<https://orcid.org/0009-0004-9827-3185>),

П. І. СЕРЕДА <sup>2</sup> (<https://orcid.org/0009-0005-6005-9615>), д-р мед. наук, проф.,

О. І. СМЕЛЬЯНОВА <sup>3</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-7537-9786>), канд. мед. наук,

А. В. ГУДЗЕНКО <sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0001-6015-2266>), д-р фарм. наук

<sup>1</sup>Приватний вищий навчальний заклад «Київський медичний університет»

<sup>2</sup>Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика

<sup>3</sup>Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

## МІКРОСКОПІЧНИЙ АНАЛІЗ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

**Ключові слова:** картопля (*Solanum tuberosum* L.), листя, стебла, квітки, мікроскопічні діагностичні ознаки

### АНОТАЦІЯ

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) – широко розповсюджена харчова рослина, яка містить у своєму складі цінні біологічно активні речовини і мінеральні елементи, що визначає її важливе харчове і медико-фармацевтичне значення. У контексті останнього, важливим є анатомічне вивчення вегетативних і генеративних органів цієї рослини, що є актуальним для виявлення її діагностичних ознак, систематизації та ідентифікації сировини.

Метою цього дослідження було мікроскопічне вивчення ультраструктури епідермальних покривів та анатомічної будови листя, стебел та квіток *Solanum tuberosum* L., заготовлених у фазі цвітіння з картоплі, вирощеної на дослідних ділянках Інституту картоплярства НААН України у червні–липні 2024 року.

Рослинний матеріал фіксували у розчині ФОС (формалін–оцтова кислота–спирт). Для дослідження ультраструктури застосовували метод скануючої електронної мікроскопії з попереднім напиленням зразків золотом і платиною.

Дослідженнями встановлено, що стебло *Solanum tuberosum* L. характеризується остистим рельєфом епідерми, складним опушенням зі залозистими та багатоклітинними трихомами, з чітко вираженою анатомічною структурою, з кільцевою провідною системою. Провідна система кільцева, з дрібними елементами флоєми й радіально розташованими судинами ксилеми, між якими спостерігаються масиви склеренхімованої паренхіми. Листок амфістоматичний, з добре розвинутою кутикулою та густим змішаним опушенням. Епідермальні клітини відрізняються за формою, залежно від ділянки листка. Провідна система: однопучкова середня жилка з 23–25 судинами, оточена безхлорофільною паренхімою. Коленхіма прилягає до епідерми та безхлорофільної паренхіми. Квіткові органи (чашечка, пелюстки) вкриті трихомами кількох типів, зокрема залозистими, які особливо поширені у базальній частині пелюсток. Рельєф поверхні епідерми пелюсток має колікулярний характер. Анатомічна будова листя, стебел та квіткових органів *Solanum tuberosum* L. характеризується чіткою диференціацією тканин та наявністю морфологічно різноманітних трихом, що мають важливе значення для ідентифікації рослини.

Виявлені особливості епідермальних структур, рельєфу поверхні, типів опушення та будови мезофілу можуть бути використані як діагностичні ознаки лікарської рослинної сировини і подальшої ідентифікації біологічно активних речовин у ній.

Ye. P. SHEVCHENKO <sup>1</sup> (<https://orcid.org/0009-0004-9827-3185>),  
P. I. SEREDA <sup>2</sup> (<https://orcid.org/0009-0005-6005-9615>),  
O. I. YEMELIANOVA <sup>3</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-7537-9786>),  
A. V. GUDZENKO <sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0001-6015-2266>)

<sup>1</sup> Private Higher Educational Establishment «Kyiv Medical University»

<sup>2</sup> Shupyk National Healthcare University of Ukraine

<sup>3</sup> Bogomolets National Medical University

## MICROSCOPIC ANALYSIS OF THE AERIAL PART OF POTATOES (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

**Key words:** potato (*Solanum tuberosum* L.), leaves, stems, flowers, microscopic diagnostic signs

### ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a widely spread food plant that contains valuable biologically active substances and mineral elements, which determine its important nutritional and medical-pharmaceutical significance. Of particular importance is the study of the epidermal structures of the plant, which perform protective, regulatory and secretory functions.

The aim of this study was to microscopically examine the ultrastructure of the epidermal coverings and anatomical structure of the leaves, stems and flowers of *Solanum tuberosum* L., harvested during the flowering phase from potatoes grown on experimental plots at the Institute of Potato Research of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in June–July 2024.

The plant material was fixed in a solution of FAA (formalin–acetic acid–alcohol). To study the ultrastructure, scanning electron microscopy was used with prior gold and platinum coating of the samples.

Studies have shown that the stem of *Solanum tuberosum* L. is characterised by a spiny epidermal relief, complex pubescence with glandular and multicellular trichomes, a clearly defined anatomical structure, and a ring-shaped conducting system. The vascular system is ring-shaped, with small phloem elements and radially arranged xylem vessels, between which there are arrays of sclerenchymatic parenchyma. The leaf is amphistomatic, with a well-developed cuticle and dense mixed pubescence. Conductive system: single-bundle central vein with 23–25 vessels, surrounded by chlorophyll-free parenchyma. The collenchyma is adjacent to the epidermis and chlorophyll-free parenchyma. The floral organs (calyx, petals) are covered with several types of trichomes, including glandular trichomes, which are particularly common in the basal part of the petals. The surface relief of the petal epidermis is collicular in nature. The anatomical structure of the leaves, stems and floral organs of *Solanum tuberosum* L. is characterized by clear tissue differentiation and the presence of morphologically diverse trichomes, which are important for plant identification.

The discovered features of epidermal structures, surface relief, types of pubescence and mesophyll structure can be used as diagnostic features of medicinal plant material and further identification of biologically active compounds in it.

---

### Вступ

Використання лікарських і харчових рослин як сировинної бази для створення і виробництва ефективних і безпечних лікарських засобів розглядають як актуальний і перспективний напрям сучасної медицини і фармації. Це зумовлено очевидними перевагами фітопрепаратів перед ліками синтетичного походження (їх фізіологічністю, системністю дії, фармакологічною полівалентністю, високим ступенем профілю безпеки, економічністю). Відповідно, це потребує детального вивчення діагностичних ознак рослинних об'єктів, їхнього хімічного складу, якими власне зумовлені їхні фармакологічні властивості та лікувальна дія.

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) є важливою харчовою культурою з високим ступенем адаптивності та вмістом цінних біологічно активних речовин і мінеральних елементів [2, 3, 5], що визначає її практичне значення для потреб медицини та фармації.

Анатомічне вивчення вегетативних і генеративних органів рослини є актуальним як з огляду на необхідність вивчення її діагностичних ознак для систематики та ідентифікації сировини, так і для виявлення структурних елементів, які беруть участь у синтезі та накопиченні біологічно активних речовин.

Мікроскопічний аналіз листя і стебел рослини дає змогу дослідити клітинні структури, зокрема трихоми та продихи, які беруть участь у захисних, секреторних, транспіраційних процесах. Такі дослідження з використанням світлової та скануючої електронної мікроскопії забезпечують точну ідентифікацію клітинних елементів і морфометричних показників, важливих для систематики і фармакогностичного аналізу [1, 4].

Водночас системні порівняльні мікроскопічні дослідження ультраструктурних епідермальних покривів та анатомічної будови листя, стебел, квіток *Solanum tuberosum* L. як діагностичних ознак сировини не виконувалися.

**Метою** дослідження є мікроскопічне вивчення ультраструктури епідермальних покривів, а також анатомічної будови листя, стебел і квіткових структур *Solanum tuberosum* L. із метою виявлення діагностичних ознак, що мають значення для фармакогностичної ідентифікації та визначення перспектив застосування цієї рослини як сировинного джерела для потреб медицини і фармації.

### **Матеріали та методи дослідження**

У дослідженні використано листя, стебла та квітки *Solanum tuberosum* L., заготовлені у фазі цвітіння з рослин, вирощених на дослідних ділянках Інституту картоплярства НААН України (село Немішаєве, Київська область) у червні–липні 2024 р. Фрагменти органів рослини відбирали в середній частині їх довжини. Матеріал фіксували у розчині ФОС (формалін–оцтова кислота–спирт (етанол 70%)).

Мікропрепарати виготовляли за стандартними методиками [6].

Описи анатомічної будови та морфометричний аналіз клітин здійснювали, використовуючи мікроскоп LM Carl Zeiss (Primo Star) із камерою. Лінійні розміри мікрооб'єктів визначали з використанням програми Axiovision 4.8. Для розрахунку статистичних показників ознак об'єм вибірок становив 50 вимірів для кожної. Під час підрахунку кількості клітин на одиницю площі об'єм вибірок становив 10 вимірів. Препарати забарвлювали сафраніном, тулоїдиновим синім 1% і суданом III. Математичне оброблення даних здійснено програмою Statistica 11.0.

Ультраструктуру поверхні епідермальної тканини листя, стебел та пелюсток вивчали додатково, використовуючи методи скануючої електронної мікроскопії. Для дослідження було використано гербарний матеріал. Відбирали непошкоджені об'єкти, фіксували на латунному столику і напилювали тонким шаром золота та платини у вакуумній установці. Ультраструктуру поверхні вегетативних органів вивчали за допомогою СЕМ JSM-6060 LA. Під час опису дотримувалися загальноприйнятої бота-

нічної термінології. Аналізували форму, розміри, характер рельєфу епідермальних клітин та наявність специфічних структур [7, 8].

### Результати дослідження та обговорення

Дослідження свідчать, що поверхня стебла *Solanum tuberosum* L. має остистий мікрорельєф із чіткими межами клітин та опуклими периклінальними стінками. Антиклінальні стінки не варіюють за товщиною. Епідермальні клітини видовжені, з хвилястими обрисами, кутикула розвинена, з епікутикулярним восковим нальотом. Опушення складне, утворене багатоклітинними трихомами різних типів: залозками (із семиклітинною голівкою), шипиками, довгими багатоклітинними волосками та двоклітинними «хуками». Поверхня простих волосків бородавчата, довжина варіює. Ультраструктуру поверхні стебла подано на рис. 1.

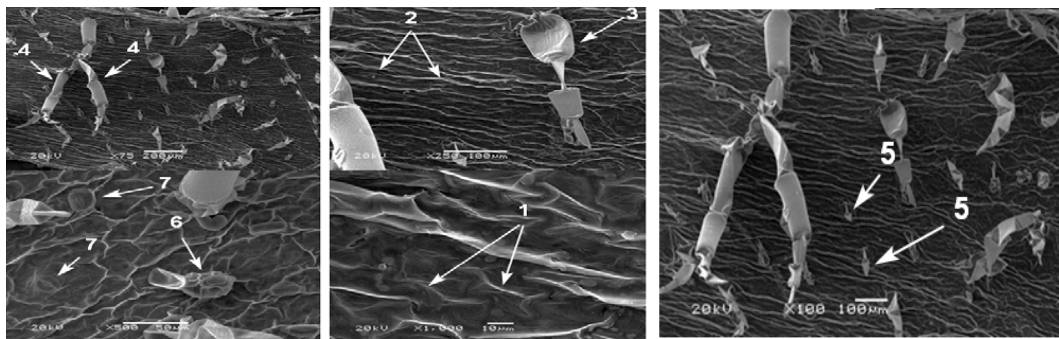


Рис. 1. Ультраструктура поверхні стебла *Solanum tuberosum* L.:

- 1 – основні епідермальні клітини; 2 – остистий рельєф поверхні епідерми;  
3 – базальна клітина стрічкоподібної багатоклітинної трихоми; 4 – стрічкоподібні багатоклітинні трихоми; 5 – двоклітинні трихоми; 6 – залозки; 7 – продихи

На поперечному зрізі стебло багатогранне, з одношаровою епідермою. Чітко виділяється кора паренхіма, провідна система та серцевина. Кора паренхіма складається з хлоренхіми, безхлорофільної паренхіми, коленхіми та луб'яних волокон. Хлоренхіма – 2–3-шарова, вертикально витягнута; безхлорофільна паренхіма – з більшими еліптичними клітинами. Коленхіма кутового типу.

Луб'яні волокна формують кільце. Провідна система кільцева, з дрібними елементами флоєми й радіально розташованими судинами ксилеми, між якими спостерігаються масиви склеренхімованої паренхіми. Серцевина змішана, з варіабельними клітинами; у перимедулярній зоні серцевини наявні флоємні провідні пучки. Ефірні олії виявлені у безхлорофільній паренхімі та серцевині. Структуру стебла на поперечному зрізі подано на рис. 2.

Листок *Solanum tuberosum* L. черешковий, перисто-роздільний, амфістоматичний. Аномоцитні та анізоцитні продихи рівномірно розміщені на обох поверхнях листової пластинки, дещо підняті над рівнем основних епідермальних клітин. Адаксіальна поверхня колікулярна, з варіабельною формою проєкцій: над мезофілом клітини розпластані та звивисті, над провідними пучками – видовжені та звивисті. Кутикула добре розвинена (рис. 3).

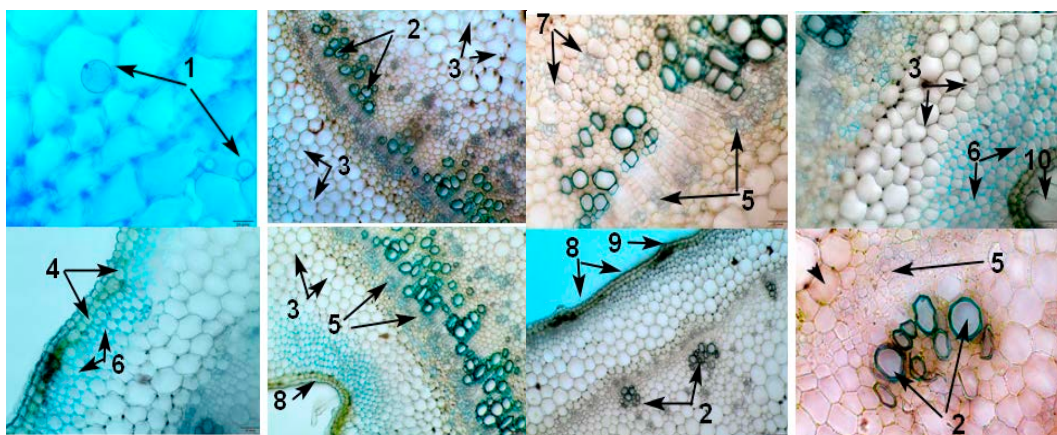


Рис. 2. Анатомічна структура стебла на поперечному зрізі

*Solanum tuberosum* L.:

1 – включення; 2 – судини ксилеми; 3 – клітини безхлорофільної паренхіми;  
4 – хлоренхіма; 5 – флоема; 6 – коленхіма; 7 – флоемні пучки; 8 – епідерма;  
9 – продих; 10 – трихома

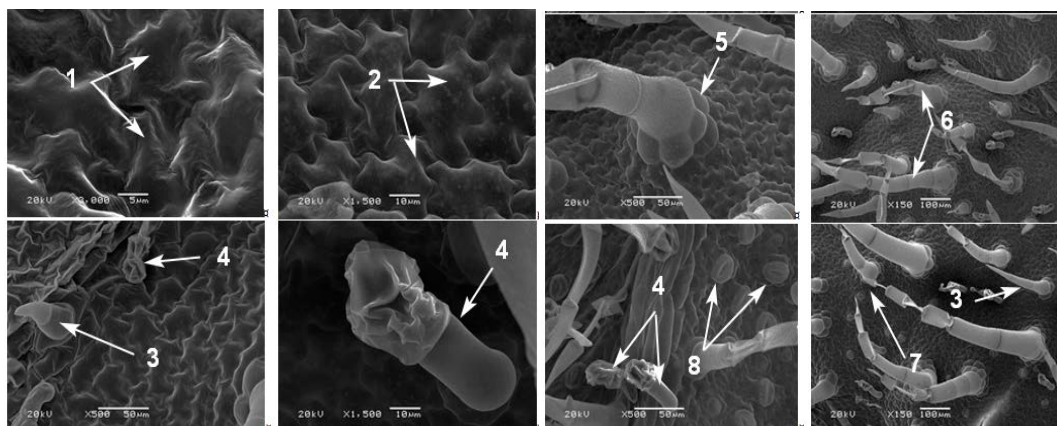


Рис. 3. Ультроструктура адаксіальної епідерми листкової пластинки

*Solanum tuberosum* L.:

1 – кутикула гладенького типу; 2 – основні епідермальні клітини;  
3 – трихоми типу «хуки»; 4 – залозисті трихоми; 5 – основа багатоклітинної трихоми;  
6 – шипики; 6 – багатоклітинні трихоми; 7 – дистальна трикутна клітина  
багатоклітинної трихоми; 8 – продихи

Опушення — змішаного типу. На верхній поверхні листка присутні трихоми трьох типів: двоклітинні «хуки» із трикутним зубцем, багатоклітинні стрічкоподібні трихоми та залозки з одноклітинною ніжкою і семиклітинною голівкою. Волоски мають бородавчасту поверхню й варіюють за довжиною. Спостерігаються трихоми як по жилці, так і по всій поверхні листової пластинки, формуючи густе опушення.

Абаксіальна поверхня має зморшкуватішу кутикулу, більше продихів і густіше опушення в ділянці центральної жилки порівняно з адаксіальною.

На поперечному зрізі листкова пластинка витягнута горизонтально, з округлим контуром. У розеткових листків повстисте опушення є лише на нижньому боці листка. Епідермальні клітини варіюють: у ділянці середньої жилки – прямі й видовжені, в інших зонах – округло-звивисті. Продихи аномоцитного типу розміщуються на одному рівні з іншими клітинами.

Клітини верхньої епідерми більшого розміру та мають товсті зовнішні стінки порівняно з клітинами нижньої епідермальної тканини – менші й з тоншими зовнішніми стінками. Палісадна паренхіма складається з двох шарів циліндричних клітин, губчаста тканина – з 4–5 шарів. Спостерігається чіткий перехід від палісадного до губчастого мезофілу. Мезофіл за кількістю клітинних шарів належить до помірно шаруватого.

Провідна система – однопучкова середня жилка з 23–25 судинами, оточена безхлорофільною паренхімою. Бічні провідні пучки різняться за розміром, механічна тканина відсутня. Коленхіма прилягає до епідерми та безхлорофільної паренхіми. Наявна ефірна олія.

Чашечка квітки характеризується розсіяним змішаним опушенням, утвореним трихомами кількох типів. Зокрема присутні довгі стрічкоподібні волоски, шипики та залозки.

Пелюстки – базальна частина пелюсток вкрита густим опушенням, переважно довгими багатоклітинними трихомами, а також поодинокими залозками типу, описаного для листя. У дистальній частині опушення майже відсутнє, хоча іноді трапляються поодинокі трихоми. Поверхня епідерми має колікулярний рельєф – периклінальні стінки злегка випуклі та розташовані нижче рівня антиклінальних, що надає клітинному візерунку хвилястості та рельєфності.

Проведене мікроскопічне дослідження листя, стебел і квіток *Solanum tuberosum* L. дало змогу виявити їх характерні діагностичні ознаки.

## Висновки

1. Епідермальні структури стебла та листя *Solanum tuberosum* L. характеризуються високим ступенем клітинної диференціації та широким спектром опушення. Встановлено наявність складного індумента, утвореного простими, багатоклітинними, стрічкоподібними та залозистими трихомами, що виконують захисну функцію вегетативних органів.

2. Анатомічна будова стебла представлена типовими для цієї родини тканинами: одношаровою епідермою, хлоренхімою, коленхімою, безхлорофільною паренхімою, кільцевою провідною системою з радіально розміщеними елементами ксилеми та флоеми, а також серцевиною змішаного типу.

3. Листкова пластинка демонструє амфістоматичність із наявністю аномоцитних та анізоцитних продихів на обох епідермальних поверхнях. Мезофіл представлений двошаровою палісадною та чотиришаровою губчастою паренхімою, що формує мезофіл помірно шаруватого типу. Опушення листя густе, змішаного типу, з відмінностями у складі та щільності на абаксіальній і адаксіальній поверхнях.

4. Епідерма пелюсток і чашечки виявляють наявність розсіяного змішаного опушення, зокрема у базальній зоні пелюсток домінують довгі багатоклітинні трихоми та залозки, тоді як у дистальній частині опушення майже відсутнє. Поверхня епідерми колікулярна, периклінальні стінки дещо випуклі.

5. Застосування методів світлової та скануючої електронної мікроскопії дало змогу детально охарактеризувати ультраструктуру та виявити особливості поверхні епідерми, що має важливе значення для систематики, фізіології та екологічної адаптації *Solanum tuberosum* L.

#### Список використаної літератури

1. Adedeji O., Ajuwon O. Y., Babawale O. O. Foliar Epidermal Studies, Organographic Distribution and Taxonomic Importance of Trichomes in the Family Solanaceae. *International Journal of Botany*. 2007. V. 3. Iss. 3. P. 276–282. <https://doi.org/10.3923/ijb.2007.276.282>
2. Fogelman E., Oren-Shamir M., Hirschberg J., Mandolino G., Parisi B., Ovadia R., Tanami Z., Faigenboim A., Ginzberg I. Nutritional value of potato (*Solanum tuberosum*) in hot climates: anthocyanins, carotenoids, and steroidal glycoalkaloids. *Planta*. 2019. V. 249. N 4. P. 1143–1155. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-03078-y>
3. Kui L., Majeed A., Ahmed S., Khan M. S. S., Islam F., Chen J., Dong Y. *Solanum tuberosum* (potato). *Trends Genet*. 2022. V. 38. N 11. P. 1193–1195. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2022.06.013>
4. Ogundola A. F., Bvenura C., Afolayan A. J. Morphological assessment of the roots, stems and leaves of *Solanum nigrum* L. cultivated on different soil types. *Applied ecology and environmental research*. 2017. V. 15, N 1. P. 787–798. [https://doi.org/10.15666/aecer/1501\\_787798](https://doi.org/10.15666/aecer/1501_787798)
5. Vergara Carmona V. M., Cecilio Filho A. B., Almeida H. J., Gratao P. L. Fortification and bioavailability of zinc in potato. *J. Sci. Food Agric*. 2019. V 99. N 7. P. 3525–3529. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9572>
6. Verwee E., Vanleenhove B., Van den Wouwer B., Van de Walle D., Brijs K., Raes K., Damme E. J. M. V., Dewettinck K., Skirtach A. G. Microscopic study of proteins, starch and cell walls in potato trimmings. *LWT*. 2024. V. 209. P. 116798.
7. Перекрестов В. І. Практичні методи електронної мікроскопії: навч. посібник. Суми: Сумський державний університет, 2014. С. 241.
8. Тузяк О. Я., Курляк В. Ю. Основи електронної та зондової мікроскопії: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. С. 296.

#### References

1. Adedeji, O., Ajuwon, O. Y., & Babawale, O. O. (2007). Foliar Epidermal Studies, Organographic Distribution and Taxonomic Importance of Trichomes in the Family Solanaceae. *International Journal of Botany*, 3, 3, 276–282. <https://doi.org/10.3923/ijb.2007.276.282>
2. Fogelman, E., Oren-Shamir, M., Hirschberg, J., Mandolino, G., Parisi, B., Ovadia, R., Tanami, Z., Faigenboim, A., & Ginzberg, I. (2019). Nutritional value of potato (*Solanum tuberosum*) in hot climates: anthocyanins, carotenoids, and steroidal glycoalkaloids. *Planta*, 249, 4, 1143–1155. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-03078-y>
3. Kui, L., Majeed, A., Ahmed, S., Khan, M. S. S., Islam, F., Chen, J., & Dong, Y. (2022). *Solanum tuberosum* (potato). *Trends Genet*, 38, 11, 1193–1195. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2022.06.013>
4. Ogundola, A. F., Bvenura, C., & Afolayan, A. J. (2017). Morphological assessment of the roots, stems and leaves of *Solanum nigrum* L. cultivated on different soil types. *Applied ecology and environmental research*, 15, 1, 787–798. [https://doi.org/10.15666/aecer/1501\\_787798](https://doi.org/10.15666/aecer/1501_787798)
5. Vergara Carmona, V. M., Cecilio Filho, A. B., Almeida, H. J., & Gratao, P. L. (2019). Fortification and bioavailability of zinc in potato. *J. Sci. Food Agric.*, 99 (7), 3525–3529. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9572>

6. Verwee, E., Vanleenhove, B., Van den Wouwer, B., Van de Walle, D., Brijs, K., Raes, K., Damme, E. J. M. V., Dewettinck, K., & Skirtach, A. G. (2024). Microscopic study of proteins, starch and cell walls in potato trimmings. *LWT*, 209, 116798.

7. Perekrestov, V. I. (2014). *Praktychni metody elektronnoi mikroskopii: navchalnyi posibnyk* [Practical methods of electron microscopy: Tutorial]. Sumy: Sums'kyi Derzhavnyi Universytet, 241 [in Ukrainian].

8. Tuziak, O. Ya., & Kurliak, V. Yu. (2012). *Osnovy elektronnoi ta zondovoi mikroskopii: navchalnyi posibnyk* [Fundamentals of electron and probe microscopy: Tutorial]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 296 [in Ukrainian].

*Конфлікт інтересів:* відсутній.

*Внесок авторів:*

Шевченко Є. П. – збір та аналіз літератури, участь у написанні статті;

Середа П. І. – узагальнення результатів, корекція статті;

Смельянова О. І. – корекція статті;

Гудзенко А. В. – ідея, дизайн дослідження.

Надійшла до редакції 26 червня 2025 р.

Прийнято до друку 30 липня 2025 р.

*Електронна адреса для листування з авторами: shevchenko.elizaveta15@gmail.com*  
(Шевченко Є. П.)