

УДК 638.162.3:638.163.5

DOI: 10.5281/zenodo.18834127

Людмила ЛАЗАРЄВА

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувачка лабораторії оцінки методів якості та безпечності продукції бджільництва ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», вул Заболотного, 19, 03680, Київ, Україна (medlab1961@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-7846-6191

Володимир ПОСТОЄНКО

доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, директор ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», вул Заболотного, 19, 03680, Київ, Україна (vpostoenko@ukr.net)

ORCID ID: 0000-0002-6515-7004 (vpostoenko@ukr.net)

Євген РУДЕНКО

доктор ветеринарних наук, професор, член-кореспондент НААН, провідний науковий співробітник лабораторії клінічної біохімії ННЦ “Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини”, вул. Григорія Сковороди, 83, 61023, Харків, Україна, (rud.ev.v@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-2200-2758

Олена РУДЕНКО

кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лабораторії клінічної біохімії ННЦ “Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини”, вул. Григорія Сковороди, 83, 61023, Харків, Україна, (rudenko.elena.bio@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-5736-0654

Лариса АКИМЕНКО

кандидат біологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник лабораторії оцінки методів якості та безпечності продукції бджільництва ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», вул Заболотного, 19, 03680, Київ, Україна (akymenkol@ukr.net)

ORCID: [0000-0002-2773-9927](https://orcid.org/0000-0002-2773-9927)

Ганна ПОСТОЄНКО

здобувач ОНС «Доктор філософії», ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», вул Заболотного, 19, 03680, Київ, Україна (vethannap@gmail.com)

ORCID:0000-0002-9889-8028 (apostoenko@ukr.net)

Олександр МІЩЕНКО

кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії технологій утримання бджіл і виробництва продукції бджільництва. ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», вул. Заболотного, 19, 03680, Київ, Україна (om.beekeeper.ua@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-9970-8540

Бібліографічний опис статті: Лазарева Л. М., Постоєнко В. О., Руденко Є. В., Руденко О.Є., Акименко Л. І., Постоєнко Г. В., Міщенко О. А. (2026) [Аналіз меду на вміст пилкових зерен з рослин, які продукують алкалоїди піролізиніни] «Фітотерапія, часопис»

АНАЛІЗ МЕДУ НА ВМІСТ ПИЛКОВИХ ЗЕРЕН З РОСЛИН, ЯКІ ПРОДУКУЮТЬ АЛКАЛОЇДИ ПІРОЛІЗИДИНИ

Актуальність. Мед унікальний натуральний продукт, який виробляється у природному середовищі та може бути забруднений сторонніми речовинами, серед них алкалоїди, які потрапляють в мед з нектару рослин. Проведення моніторингових досліджень меду за вмістом пилкових зерен з рослин, які можуть продукувати алкалоїди, є актуальним напрямком на теперішній час.

Мета дослідження – моніторинг за останні 5 років меду різного ботанічного походження за вмістом пилкових зерен рослин, які продукують алкалоїди, встановлення їх впливу на фізико – хімічні показники його якості згідно чинній нормативній документації та обґрунтування використання методу пилкового аналізу для прогнозування наявності алкалоїдів – піролізинінів у меді.

Матеріал і методи. Відбір проб меду, аналіз фізико-хімічних показників здійснювали згідно ДСТУ 4497:2005 "Мед натуральний. Технічні умови". Пилковий склад меду проводили за загальноприйнятими міжнародними методами.

Результати дослідження. Проаналізовано 686 зразків меду з різних регіонів України, з яких 273 зразки містили пилові зерна рослин, які можуть продукувати алкалоїди.

Виявлено, що найчастіше у зразках меду зустрічається пилок чортополоху (*Carduus L.*) до 12 %, найбільший вміст займає пилок чорнокореня (*Cynoglossum officinale L.*) – 28 % у зразку меду з Дніпропетровської області, друге місце займає пилок карагани дерев'янистої (*Caragana arborescens Lam.*) – 15 % (Чернігівська область), найбільший

вміст волошки (*Centaurea L.*) до 9 % спостерігався в зразках меду Закарпатської та Київської областей, пилок родини Бурачникових (*Boraginaceae*) - 5 % були присутні в Черкаській, Київській та Одеській областях. Встановлено, що за фізико – хімічними показниками досліджені зразки меду відповідали вимогам чинній нормативній документації.

Висновки. Показано наявність в медах пилових зерен з алкалоїдовмісних рослин, що обґрунтовує необхідність моніторингових досліджень за показником вмісту піролізидинових алкалоїдів (ПА). Встановлено, що зразки меду різного ботанічного походження з вмістом пилових зерен з рослин – продуцентів алкалоїдів, за органолептичними показниками, кольором, масовою часткою води, вмістом діастази відповідають вимогам нормативних документів. Обґрунтовано використання методу пилового аналізу для прогнозування наявності алкалоїдів у меді, що здешевлює лабораторні дослідження з їх виявлення.

Ключові слова: мед, вміст води, діастаза, алкалоїди, піролізидини

Liudmyla LAZARIEVA

Candidate of agricultural sciences, senior researcher, head of the laboratory for assessing methods of quality and safety of beekeeping products National Scientific Center “P.I. Prokopovich beekeeping institute”, Zabolotnogo ,19, 03680, Kiev, Ukraine, (medlab1961@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-7846-6191

Volodymyr POSTOIENKO,

Doctor of agricultural sciences, professor, director of the NSC "Institute of Beekeeping named after P.I. Prokopovich", Ukraine

National Scientific Center “P.I. Prokopovich Beekeeping Institute”, Zabolotnogo 19, 03680 Kiev, Ukraine, (vpostoenko@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-6515-7004

Yevhen RUDENKO,

Doctor of veterinary sciences, professor, of the Clinical biochemistry laboratory National Scientific Center “Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”, Hrygoriia Skovorody 83, 61023 Kharkiv, Ukraine (rud.ev.v@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-2200-2758

Olena RUDENKO,

Candidate of veterinary sciences, of the Clinical biochemistry laboratory National Scientific Center “Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”, Hrygoriia Skovorody 83, 61023 Kharkiv, Ukraine (rudenko.elena.bio@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-5736-0654

Larysa AKYMENKO

Candidate of biological sciences, senior researcher, senior researcher fellow of the laboratory of assessment of methods of quality and safety of beekeeping products National Scientific Center “P.I. Prokopovich Beekeeping Institute”, Zabolotnogo 19, 03680 Kiev, Ukraine, (akymenkol@ukr.net)

ORCID: [0000-0002-2773-9927](https://orcid.org/0000-0002-2773-9927)

Hanna POSTOIENKO ,

winner of the ONS "Doctor of Philosophy", , National Scientific Center “P.I. Prokopovich Beekeeping Institute”, Kyiv, Ukraine, 03127, Kyiv, Ukraine, (vethannap@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-9889-8028](https://orcid.org/0000-0002-9889-8028) (apostoenko@ukr.net)

Oleksandr MISHCHENKO

Candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of beekeeping technologies and beekeeping product production. National Scientific Center “P.I. Prokopovich Beekeeping Institute”, Zabolotnogo 19, 03680 Kiev, Ukraine, (om.beekeeper.ua@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-9970-8540

To cite this article: Lazarijeva L., Akymenko I., Postoienko V., Rudenko Ye., Rudenko O., Postoienko H., Mishchenko O.(2026) Honey analysis for pollen grains that produce pyrrolizidine alkaloids [Аналіз меду на вміст пилоквих зерен з рослин, які продукують алкалоїди піролізидини] Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal,1

HONEY ANALYSIS FOR POLLEN GRAINS THAT PRODUCE PYRROLIZIDINE ALKALOIDS

Actuality. Honey is a unique natural product that is produced in a natural environment and can be contaminated with many natural substances. Such substances enter honey from the nectar of plants that can produce alkaloids. Conduct monitoring studies of honey for the content of pollen grains that can

produce alkaloids over the past 5 years, depending on climate change. This is a relevant direction at the present time.

The purpose of the study- is to monitor over the past 5 years honey of various botanical origins for the content of pollen grains of plants that produce alkaloids, to establish their impact on the physicochemical indicators of its quality according to current regulatory documentation, and to substantiate the use of the pollen analysis method to predict the presence of alkaloids - pyrrolizidines in honey.

Material and methods. Honey sampling and analysis of physicochemical parameters were carried out in accordance with DSTU 4497: 2005 "Natural honey. Technical conditions". The pollen composition of honey was determined using generally accepted international methods.

Research results. 686 honey samples from different regions of Ukraine were analyzed, of which 273 samples contained pollen grains that can produce alkaloids. It was found that . most often in honey samples there is thistle pollen (*Carduus L.*) up to 12%, the highest content is black root pollen (*Cynoglossum officinale L.*) – 28% in a honey sample from the Dnipropetrovsk region, the second place is taken by wood caragana pollen (*Caragana arborescens Lam.*) – 15% (Chernihiv region), the highest content of cornflower (*Centaurea L.*) up to 9% was observed in the Transcarpathian and Kyiv regions, pollen of the Boraginaceae family (*Boraginaceae*) 5% was present in the Cherkasy, Kyiv and Odessa regions. It was established that the physicochemical parameters of the honey complied with the current regulatory documentation.

Conclusion. The presence of pollen grains from alkaloid-containing plants in honeys is shown, which justifies the need for monitoring studies on the content of pyrrolizidine alkaloids (PA). It has been established that honey samples of various botanical origins containing pollen grains from plants that produce alkaloids meet the requirements of regulatory documents in terms of organoleptic parameters, color, mass fraction of water, and diastase content. The use of the pollen analysis method for predicting the presence of alkaloids in honey is justified, which reduces the cost of laboratory studies for their detection.

Key words: honey, water content, diastase, alkaloids, pyrrolizidines

Вступ. Актуальність. Мед унікальний натуральний продукт, який виробляється бджолами з нектару з різних квіткових нектароносних рослин та використовується і споживається в усьому світі завдяки його солодкому смаку, поживним та корисним для здоров'я властивостям. Відомо, що він виробляється у природному середовищі та може бути забруднений багатьма природними речовинами (Dubreil-Chéneau et al., 2013).

Аналіз літературних джерел показує, що деякі види квіткового нектару можуть призвести до токсичності меду (Islam et.al., 2014).

Природними токсичними речовинами, які можуть потрапляти в мед, є, серед інших, піролізидинові алкалоїди (ПА). В останні роки можна відзначити зростання занепокоєння щодо безпеки харчових продуктів, в тому числі вмісту в них піролізидинових алкалоїдів. Опубліковано низку робіт про наявність піролізидинів у продуктах харчування, зокрема меді, іноді у дуже високих концентраціях (Bandini T.B., Spisso B.F., 2022; Tadashi Nakatani et.al., 2025 ;Bodi D, et.al 2014 ;Cramer L, Beuerle T, 2012;Dübecke A, et.al 2011).

Тому, з метою захисту споживачів актуальним є моніторинг вмісту ПА у всіх видах медів (Dübecke A et.al 2011; Edgar JA, et.al 2002; Orantes-Bermejo FJ, et.al C 2013).

Вміст ПА тісно пов'язаний з родинами рослин, з яких вироблено мед. Більшість рослин, які можуть продукувати піролізидини, є чудовими продуцентами нектару й пилку, які збирають медоносні бджоли й виробляють з них мед, обніжжя та пергу. З числа найбільш вивчених медоносних і пилконосних рослин виділяють чотири родини, які містять найбільшу кількість видів рослин, що містять піролізидини – це складноквіткові (Asteraceae), бурачникові (Boraginaceae), бобові (Fabaceae) і кіпрейні (Onagraceae). (Hartmann & Ober 2000, Kempf et.al., 2008). Також можна виокремити незначну частину родів, які представлені чудовими і відомими нектаро– й пилконосами та широко застосовуються в гомеопатії, як лікарські рослини, для різних зборів і чаїв: хрестовник звичайний (*Senecio* spp.), коноплевий посконік (*Eupatorium* spp.), білокопитник (*Petasites* spp.), незабудка (*Myosotis* spp.), синяк звичайний (*Echium vulgare*), огуречна трава (*Borago officinalis*), окопник лікарський (*Symphytum* spp.), чорнокорінь лікарський (*Cynoglossum officinale* L.), мати-мачуха (*Tussilago farfata* L.), кіпрей вузьколистий (Іван-чай) (*Chamerion angustifolium* (L.) Scop.) (Roeder, E, 1995). Піролізидинові алкалоїди на даний час викликають особливу зацікавленість, що спричинило моніторингові дослідження як продуктів харчування, так і бджолиного меду в Європейських країнах. Бджола не знає

кордонів і не може відокремлювати рослини в яких утворюються і продукуються фітотоксини, зокрема піролізидинові алкалоїди. Ці речовини складають небезпеку для здоров'я людини та тварин (веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3144/otrujni-roslin>).

Клінічні та експериментальні дані свідчать про те, що піролізидини дуже токсичні для людей і тварин: вони викликають пошкодження печінки, легенів, кров'яного русла та мають канцерогенні властивості (Edgar et al., 2015). Тривалий вплив невеликих доз вказаних алкалоїдів може призвести до циррозу печінки.

Мінливість забруднення харчових продуктів та рівнів впливу на людей, що спостерігалися в попередніх оцінках, підкреслює необхідність оновлених, регіонально-специфічних даних, які можуть допомогти краще оцінити ризики, що становлять ці забруднювачі, особливо в контексті швидкозмінних харчових звичок та кліматичних умов. Саме зазначені чинники впливають на сезонні накопичення піролізидинів та їх метаболітів у рослинах, які є добрими медодаями та пилконосами.

З основних алкалоїдів, які досліджуються – це тропанові та піролізидинові алкалоїди. Для їх виявлення використовують наступні методи: хроматографічні (ВЕРХ, ГХ), мас-спектрометрії (МС), спеціальні реакції (загально– алкалоїдні реактиви та реакції, як реакція Віталі-Морена для тропанових алкалоїдів). Ці дослідження є досить затратними, що обумовлює пошук і обґрунтування використання сучасних менш вартісних методів якісного аналізу меду на наявність піролізидинових алкалоїдів. Нами раніше показано, що інформативним методом виявлення їх наявності в медах може бути його пилковий аналіз (Котова Е., Котов А., Гризодуб О., <https://www.apteka.ua/article/396544>; Lazarieva L., Akymenko L., Postoienko V. et al., 2023).

Тому, мета наших досліджень – моніторинг за останні 5 років меду різного ботанічного походження за вмістом пилкових зерен рослин, які продукують алкалоїди, встановлення їх впливу на фізико – хімічні

показники його якості згідно чинній нормативній документації та обґрунтування використання методу пилкового аналізу для прогнозування наявності алкалоїдів у меді.

Матеріали та методи дослідження. Матеріали, використані в цьому дослідженні, включали зразки меду різного ботанічного походження з різних регіонів України за період 2021 – 2025 років. Загалом було досліджено 686 зразків різних видів меду. Відбір проб меду, аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників проводили методами, згідно ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» (ДСТУ 4497:2005, 2007). Досліджували фізико – хімічні показники, а саме масову частку води, діастазну активність. Видовий склад пилкових зерен визначали мікроскопічним методом та підтверджували мелісопалінологічним аналізом (Bagameri L. Et al. 2021). Ідентифікацію пилкових зерен медоносів проводили за допомогою атласу та онлайн-бази даних пилкових зерен PalDat (<https://www.paldat.org/>). Отримані дані обробляли статистично за допомогою програми Microsoft Excel 15,0 з обчисленням середнього арифметичного (M) та стандартної похибки (m).

Результати дослідження та їх обговорення. Моніторинг пилкового аналізу зразків меду за останні 5 років виявив наявність пилкових зерен, які продукують фітотоксини (рис. 1): з 146 зразків меду бджолиного 2021 року виявлено 61 зразок; з 57 зразків 2022 року лише 8; аналіз 102 зразків меду 2023 року виявив 35 зразків, в 2024 році з 180 – 73 зразки, з 201 зразку 2025 року 96 мали пилкові зерна з вмістом алкалоїдів.

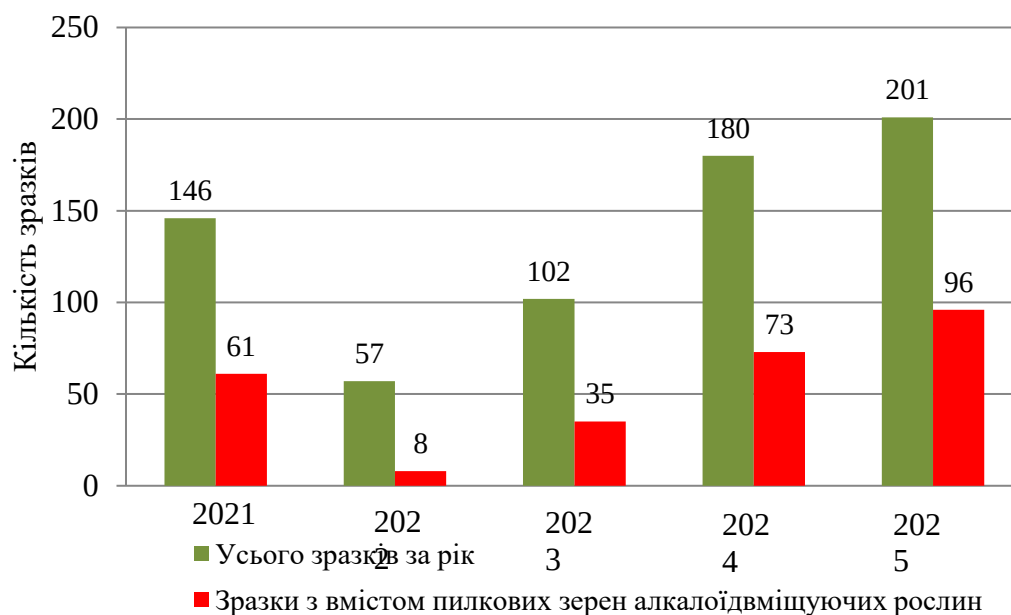


Рис. 1. Динаміка зразків меду з вмістом пилкових зерен алкалоїдовмісних рослин по роках.

Було досліджено склад пилку 146 зразків меду 2021 року різного ботанічного походження з різних регіонів України, які містили пилкові зерна волошки (*Centaurea* L.), чортополоха (*Carduus* L.), звіробоя (*Hypericum perforatum* L.), калини (*Viburnum opulus* L.), малини (*Rubus idaeus* L.), меліси (*Melissa officinalis* L.), м'яти (*Mentha arvensis* L.), карагани (*Caragana arborescens* Lam.), ріпаку (*Brassica napus* L.), шавлії (*Salvia pratensis* L.), чорнокореня (*Cynoglossum officinale* L.). У Київській та Хмельницькій областях зразки містили пилкові зерна амброзії відповідно 7 % і 10 %, окопника до 3 % і 5 %, у Вінницькій області відсоток пилку з амброзії (*Ambrosia artemisiifolia* L.) складав менше 3%. Найбільший відсоток пилку з волошки – 7 % та окопника – 6 % спостерігався у Вінницькій області. У зразку Дніпропетровської області виявлено 7 % пилкових зерен чемериці. Вологість зразків коливалася від 17,1 % до 20 %, діастазне число варіювало від 8,8 од. Готе (травневий мед) до 44,2 од. Готе (падевий мед). Всі досліджувані зразки меду відповідали національним нормативним документам (ДСТУ 4497:2005).

Нами досліджено зразки медозбору 2022 року з Київської та Кіровоградської областей. Аналіз 57 зразків меду показав у 7 зразках Київської області та одному зразку Кіровоградської області наявність пилкових зерен рослин, які продукують фітотоксини. Зразки меду Київської області містили пилові зерна волошки (*Centaurea L.*), від 4 до 6 %, звіробію (*Hypericum perforatum L.*) від 3 до 5 %, будяка (*Cirsium arvense L.*) 3%, калини (*Viburnum opulus L.*), 5%, синяку (*Echium vulgare L.*) 6% , пилові зерна родини складноцвітів (*Asteraceae*) – 3% та амброзії (*Ambrosia artemisiifolia L.*). Вологість зразків коливалася від 16,0 % до 19,7%, діастазна активність від 10,9 од. Готе до 15,9 од. Готе.

Меліссопалінологічний аналіз виявив, що з 102 зразків меду 2023 року 35 містили пилок рослин, які продукують алкалоїди. Найчастіше в зразках зустрічаються пилові зерна з чортополоху (*Carduus L.*) від 3% з Київської, Херсонської – до 9 %. У зразках з Харківської області виявлено пилові зерна чорнокореня від 4 %, з Дніпропетровської – до 28 %. У медах з Київської області також показано наявність пилку з волошки (*Centaurea L.*) від 4 % до 8 % та карагана дерев'янистого (*Caragana arborescens Lam.*). Фізико–хімічний аналіз показав, що 7 зразків меду мали вологість, що відповідає вимогам щодо першого гатунку (більше 18, 5 %) , ферментативна активність меду відповідала меду вищого гатунку (більше 15 од. Готе) згідно нормативним документам.

Пилковий аналіз 180 зразків 2024 року виявив, що 96 зразків меду містили пилові зерна таких рослин як чортополох (*Carduus L.*) – від 3 до 8 %, волошка (*Centaurea L.*) від 4 до 9 %, синяк (*Echium vulgare L.*) до 4 %, будяк (*Cirsium arvense L.*) до 8 %, чорнокорінь лікарський (*Cynoglossum officinale L.*) до 3 %. Вміст пилових зерен родини *Boraginaceae* були виявлені в двох зразках Черкаської та Одеської областей 5 % та 3 % відповідно. Вологість зразків коливалася від 15,7% до 20,3%, діастазна активність від 10,63 од. Готе меду травневого до 32,3 од. Готе меду з різнотрав'я.

Зразки меду 2025 року були отримані з наступних регіонів України – Київської, Одеської, Дніпропетровської, Черкаської, Закарпатської, Житомирської, Кіровоградської, Чернігівської, Харківської, Рівненської, Сумської областей. Аналіз зразків показав, що з досліджених нами 201 зразку – 96 містили незначні кількості пилкових зерен рослин, які продукують фітотоксини. Так, у 28 зразках меду з Київської області були виявлені пилові зерна з чортополоху (*Carduus L.*), показник яких коливався від 3 до %; в 23 зразках – пилові зерна волошки (*Centaurea L.*) – від 3 до 9%, в 13 зразках виявлені пилові зерна будяка (*Cirsium arvense L.*) від 3 до 5 %, синяка (*Echium vulgare L.*) – 3 – 7 %, звіробою звичайного (*Hypericum perforatum L.*) – 3 – 6%, чорнокореня (*Cynoglossum officinale L.*) та карагана дерев'янистого (*Caragana arborescens Lam.*) – від 3 до 15%. В одному із зразків мелісопалінологічний аналіз виявив наявність пилку з родини *Boraginaceae*. Дослідження 7 зразків Одеської області показало, що в зразках містилися пилові зерна звіробою (*Hypericum perforatum L.*) – 3%, будяка (*Cirsium arvense L.*) – 4%, чортополоху (*Carduus L.*) – від 3 до 6 %, волошки (*Centaurea L.*) – 3 %.

Аналіз зразків з Закарпатської області встановив, що у всіх виявлені наступні пилові зерна: будяка (*Cirsium arvense L.*) – 4 %, маку дикого (*Papaver rhoeas L.*) – 3 %, синяка (*Echium vulgare L.*) – 6 %, волошки (*Centaurea L.*) – від 6 до 9 %. Вологість в зразках коливалася від 16,8 до 17,0 %, ферментативна активність від 12,2 од. Готе до 22,7 од. Готе.

В 9 зразках Дніпропетровської області вологість коливалася від 15,5 % до 18,5 %, діастаза від 10,7 од. Готе до 24,4 од. Готе. У трьох зразках меду переважними були пилові зерна чортополоху (*Carduus L.*) (12 %), калини (*Viburnum opulus L.*), звіробою (*Hypericum perforatum L.*), будяка (*Cirsium arvense L.*), синяка (*Echium vulgare L.*) від 3 до 9 %. В одному із зразків були присутні пилові зерна родини *Boraginaceae* – 5 %, чортополоху (*Carduus L.*) – 12 % та будяка (*Cirsium arvense L.*) – 3 %. Вологість такого зразка становила 16,8 % і діастаза 12,0 од. Готе.

Пилковий аналіз зразків з Житомирської області показав, що в усіх 4 зразках були виявлені : чортополох (*Carduus L.*) від 3 до 7 %, звіробій (*Hypericum perforatum L.*) 4-5 %, в одному зі зразків обліпиха (*Hipporhamnoides L.*) – 6 %. Вологість 2 зразків відповідала меду вищого гатунку, а двох інших – меду першого гатунку (більше 18,5 %). Діастаза усіх 4 зразків відповідала меду вищого гатунку (більше 15 од. Готе).

Вологість 2 зразків Львівської області складала 17,4 % та 17,9 %, діастаза відповідно 27,8 од. Готе та 37,9 од. Готе. В зразках були присутні чортополох (*Carduus L.*) від 4 до 9 %, будяк (*Cirsium arvense (L.) Scop.*) – 3%. Пилковий аналіз 2 зразків меду Чернігівської області показав в своєму складі присутність пилкових зерен з калини (*Viburnum opulus L.*)(3 %) та в одному з них 5 % звіробою (*Hypericum perforatum L.*). Вологість зразків становила 18,1 % та 19,4 %, діастаза 19,1 од. Готе і 23,5 од. Готе. В Харківській, Сумській областях виявлені пилкові зерна з чортополоху (*Carduus L.*), чорнокореня (*Cynoglossum officinale L.*), волошки (*Centaurea L.*), звіробою (*Hypericum perforatum L.*). Аналіз 2 зразків з Рівненської області виявив у своєму складі пилок родини складноцвіті (*Asteraceae*) до 6 %, звіробою (*Hypericum perforatum L.*) – 3%. Вологість та діастаза усіх зразків відповідали меду вищого гатунку (вологість – 17,9% та 17,57%), діастаза (35,8 од. Готе та 20,1 од. Готе). Меліссопалінологічний аналіз одного із зразків меду Київської області виявив наявність пилку рослин роду, що належить до родини *Boraginaceae* - 5 %:

Результати досліджень зразків меду 2021 року показав, що вміст води коливався в межах від 17,1 % до 20 %; у зразках меду 2022 року – від 16,0 % до 19,7 %, 2024 року – від 15,7 % до 20,3 %, 2025 року – від 16,8 % до 19,4 %. За результатами аналізу виявлено, що за вмістом води 7 зразків 2023 року мали вологість першого гатунку (більше 18, 5 %).

Діастазне число у меді 2021 року коливалося у широких межах від 8,8 од. Готе (травневий мед) до 44,2 од. Готе (падевий мед). При дослідженні зразків меду 2022 року коливання – від 10,9 од. Готе до 15,9 од.

Готе, 2023 року – усі зразки меду відповідали вищому гатунку (більше 15 од. Готе), у зразках 2024 року було виявлено коливання діастазної активності від 10,63 од. Готе (травневий мед) до 32,3 од. Готе (меду з різнотрав'я), у зразках 2025 року спостерігались коливання від 12,0 од. Готе до 35,8 од. Готе. Отримані дані свідчать, що всі зразки відповідали чинній нормативній документації.

За останні 5 років кожен рік мав тенденцію до зростання температури через глобальні зміни клімату. Літні сезони 2021-2025 років були дуже спекотними за даними Центральної геофізичної обсерваторії (УНІАН – <https://www.unian.ua>).

На рис. 2 показано динаміку кількості зразків меду (у %), які були з вмістом зерен пилку з рослин продуцентів алкалоїдів від загальної кількості досліджених зразків. У 2021 році частка позитивних зразків становила 42 %, в подальшому Встановлено, що з початку війни 2022 році відмічено найменший відсоток (14 %), а в останні чотири роки спостерігалась тенденція до зростання кількості зразків меду з вмістом пилкових зерен, що містять алкалоїди (2023 рік – 34 %, 2024 рік – 41%).

Зміни клімату впливають на властивість рослин, які є добрими медодаями та пилконосами, продукувати алкалоїди в умовах посухи і високих температур. З'ясовано, що найбільшу кількість зразків відзначено у 2025 році. З досліджених 201 зразка 48 % з вмістом пилків, що містять ПА.

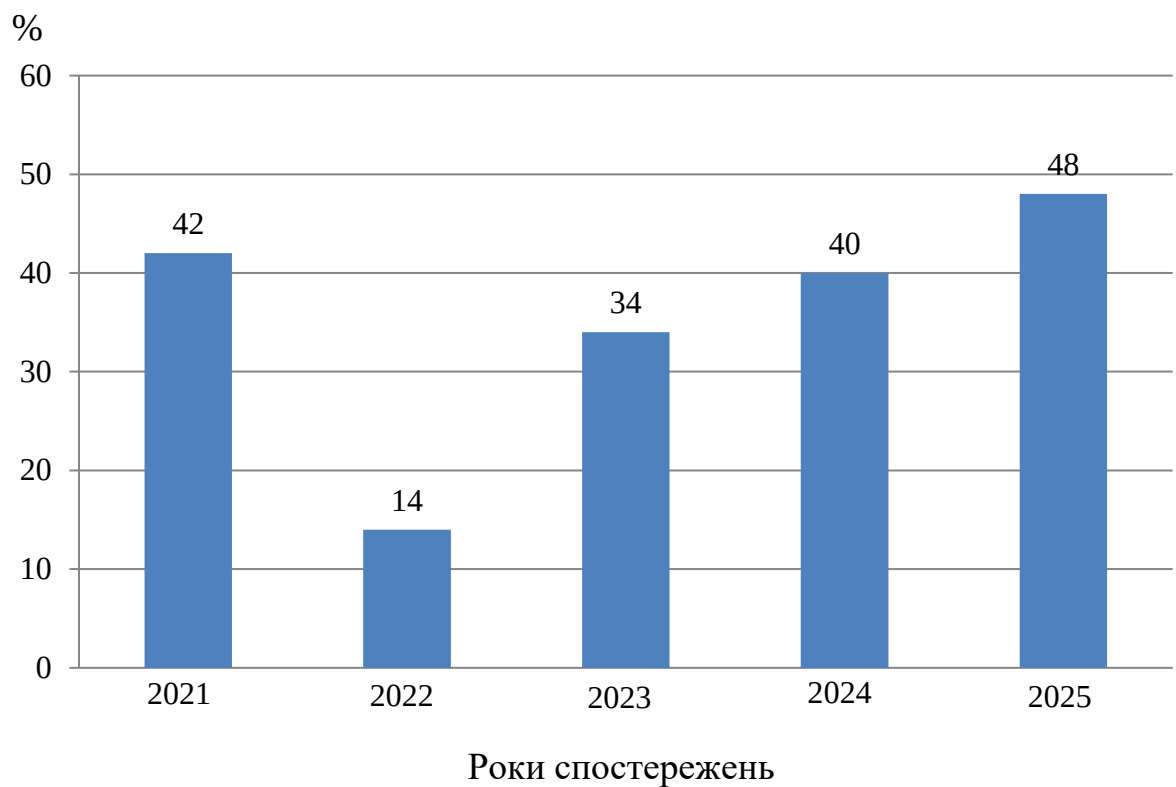


Рис. 2. Динаміка зразків меду з вмістом пилкових зерен алкалоїдовмісних рослин по роках.

За повідомленнями інших авторів найбільшу кількість ПА продукують рослини родин Складноцвітів (Asteraceae), Шорстколисті (Boraginaceae), Барвінкові (Amaranthaceae) та Бобові (Fabaceae) (Florian Kaltner, Michael Rychlik, Manfred Gareis, Christoph Gottschalk, 2020).

Мелісопонологічний аналіз зразків меду, проведений нами впродовж п'яти років виявив наступні види рослин, продуцентів ПА речовин, що зустрічалися в різних регіонах України (Таблиця 1).

Таблиця 1

Види рослин, що зустрічаються в різних регіонів України

Родини рослин						
Складно цвітій (Asteraceae)	Бурячникові (Boraginaceae)	Губоцвіті (Lamiaceae)	Звіробійні (Hypericaceae)	Бобові (Fabaceae)	Лохові (Elaeagnaceae)	Жимолостеві (Caprifoliaceae)
Вид рослин						
Волоська	Синяк (Echium L.)	Melica	Звіробій	Карагана	Облепиха	Калина

(<i>Centaurea</i> L.)		(<i>Melissa officinalis</i> L.)	(<i>Hypericum perforatum</i> L.)	(<i>Caragana arborescens</i> Lam.)	(<i>Hippophae rhamnoides</i> L.)	(<i>Viburnum opulus</i> L.)
Чортополох (<i>Carduus</i> L.)	Чорнокорінь (<i>Cynoglossum officinale</i> L.)	М'ята (<i>Mentha arvensis</i> L.)				
Амброзія (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	Окопник лікарський (<i>Symphytum officinale</i> L.)	Шавлія (<i>Salvia pratensis</i> L.)				
Будяк (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)						

Наші дослідження показали, що в зразках меду з 2021 року по 2025 рік виявлені пилкові зерна родини Складноцвітів (Asteraceae) до 12 % та звіробою (*Hypericum perforatum* L.) – 6% Рівнянської області, у Київській області пилкові зерна з чортополоху (*Carduus* L.) до 8 %; волошки (*Centaurea* L.) до 9 %, в 13 зразках пилкові зерна будяка (*Cirsium arvense* L.) до 5 %, синяка (*Echium vulgare* L.) до 7 %, звіробій (*Hypericum perforatum* L.) до 6 %, чорнокореня (*Cynoglossum officinale* L.) та карагани (*Caragana arborescens* Lam.) від 3 до 15%. Було відмічено, що найбільший вміст пилових зерен чорнокореня 28 % виявлено в зразку Київської області (2023 р.) Найчастіше виявляли пилкові зерна волошки (*Centaurea* L.) від 4 до 6 %, звіробою (*Hypericum perforatum* L.) від 3 до 5%, будяка (*Cirsium arvense* L.) 3%, калини (*Viburnum opulus* L.) 5%, синяку (*Echium vulgare* L.) 6% у зразках меду 2024 року. Зразки меду з Київської та Хмельницької областей (2021 року) містили пилкові зерна амброзії (*Ambrosia artemisiifolia* L.) відповідно 7 % і 10 %, окопника (*Symphytum officinale* L.) до 3% і 5%, у зразках з Вінницької області відсоток пилку з амброзії (*Ambrosia artemisiifolia* L.) складав менше 3 %.

Аналіз зразків показав, що у двох зразках Черкаської, Одеської (2024 р.) та в одному зразку Київської областей були виявлені пилкові зерна родини Boraginaceae до 28 % (2023). Дослідники інших країн меліссопалінологічним аналізом виявили наявність пилку з роду, що

належить до родини Boraginaceae, який продукує алкалоїд Ехімідин (Echinum) (Kast C.et al. 2014)

Результати досліджень, що наведені на рис. 3 свідчать, що найчастіше у зразках меду зустрічається пилок чортополоху (*Carduus L.*) до 12 %, перше місце займає пилок чорнокореня (*Synoglossum officinale L.*) – 28 % у зразку меду з Дніпропетровської області, друге місце займає пилок карагани дерев'янистої (*Caragana arborescens Lam.*) – 15 % (Чернігівської області), найбільший вміст волошки (*Centaurea L.*) до 9 % спостерігався в зразках Закарпатської, Київської областей, пилок родини Бурачникових (*Boraginaceae*) 5% був присутній в зразках Черкаської, Київської та Одеської областей.

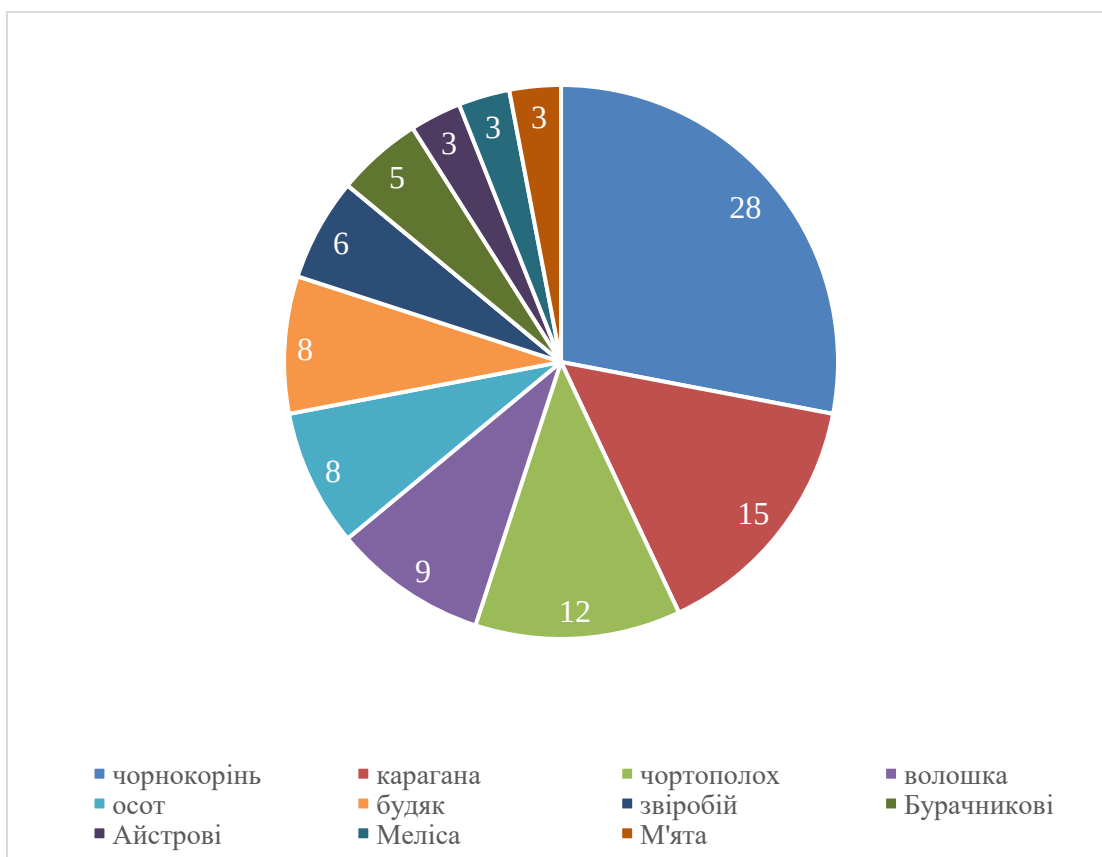


Рис. 3. Відносний вміст рослин продуцентів пилку, які містять алкалоїди

Це дослідження, може бути дуже корисним для бджолярів що знаходяться в місцях де є ризики наявності флори, що продукує ПА під впливом змін клімату.

Висновки. Показано наявність в медах пилоквих зерен з рослин, які є продуцентами алкалоїдів, що обґрунтовує необхідність моніторингових досліджень за показником вмісту ПА. Встановлено, що зразки меду різного ботанічного походження з вмістом пилоквих зерен з рослин – продуцентів алкалоїдів, за органолептичними показниками, кольором, масовою часткою води, вмістом діастази відповідають вимогам нормативних документів. Обґрунтовано використання методу пилокового аналізу для прогнозування наявності алкалоїдів в меді, що є вимогою відповідної директиви ЄС (Commission Regulation (EU) 2020/2040 of 11 December 2020 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of pyrrolizidine alkaloids in certain foodstuffs (Text with EEA relevance) © EUR-Lex, 14/12/2020, eur-lex.europa.eu).

ЛІТЕРАТУРА

- ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови [Чинний від 2005-12-28]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 22 с. (Нац. стандарт України).
- Котова Е., Котов А., Гризодуб О. Проблеми контролю вмісту піролізидинових алкалоїдів у вітчизняній сировині листя мати-й-мачухи URL: <https://www.apteka.ua/article/396544>
- Мазур Т. Константні методи математичної обробки кількісних показників. Ветеринарна медицина України. 1997. № 9. С. 35–37.
- Фармацевтична енциклопедія. Отруйні рослини. Фітотоксини: веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3144/otrujni-roslin>
- Bagameri L., Giurgiu A.I., Baci G.M. et al. Microscopical techniques used in melissopalino logy for botanical origin of honey determination. Scientific Papers. Series D. Animal Science. 2021. LXIV(1). P. 423–428.
- Bandini T. B., Spisso B.F. Detection, dietary exposure assessment and risk evaluation of quinolones and pyrrolizidine in commercial honey from Brazil. Food Additives and Contaminants. Part B 2022. 15(2),89-97. <https://doi.org/10.1080/19393210.2022.2028310>

Bodi D., Ronczka S., Gottschalk C., Behr N., Skibba A., Wagner M., Lahrssen-Wiederholt M., Preiss-Weigert A. These a determination of pyrrolizidine alkaloids in tea, herbal drugs and honey. *Food Addit Contam.* 2014. A 31(11):1886–1895. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.964337>

Commission Regulation (EU) 2020/2040 of 11 December 2020 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of pyrrolizidine alkaloids in certain foodstuffs (Text with EEA relevance) © EUR-Lex, 14/12/2020, eur-lex.europa.eu

Cramer L., Beuerle T. Detection and quantification of pyrrolizidinealkaloids in antibacterial medical honeys. *Planta Med.* 2012.78(18):1976–1982. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327900>

Dübecke A., Beckh G., Lüllmann C. Pyrrolizidine alkaloids in honey and bee pollen. *Food Addit Contam.* 2011. 28(3):348–358. <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.541594>

Dubreil-Chéneau E., Pirottais Y., Verdon E., Hurtaud-Pessel D. Confirmation of 13 sulfonamides in honey by liquid chromatography– tandem mass spectrometry for monitoring plans: validation according to European Union Decision 2002/657/EC. *J Chromatogr.* 2013. A 1339:128–136

Edgar J.A., Molyneux R.J., Colegate S.M. Pyrrolizidine alkaloids: potential role in the etiology of cancers, pulmonary hypertension, congenital anomalies, and liver disease. *Chem Res Toxicol.* 2015. 28(1):4– 20. <https://doi.org/10.1021/tx500403t>

Edgar J.A., Roeder E., Molyneaux R.J. Honey fromplants containing pyrrolizidine alkaloids: a potential threat to health. *J Agric Food Chem.* 2002. 50(10):2719–2730. <https://doi.org/10.1021/jf0114482>
<https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-48146-X>.

Islam M.N., Khalil M.I., Islam M.A., Gan S.H. Toxic compounds in honey. 2014. *J Appl Toxicol.* 34(7):733–742. <https://doi.org/10.1002/jat.2952>

Kaltner F., Rychlik M., Gareis M., Gottschalk C., Occurrence M. Risk Assessment of Pyrrolizidine Alkaloids in Spices and Culinary Herbs from Various

Geographical Origins. Chair of Food Safety, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University of Munich. 2020. 15 c.

Kast C., Dübecke A., Kilchenmann V., Bieri K., Böhlen M., Zoller O., Beckh G. and Lüllmann C. Analysis of Swiss honeys for pyrrolizidine alkaloids. *Journal of Apicultural Research*. 2014. 53(1). 75–83. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.1.07>

Kempf M., Beuerle T., Bhringer M., Denner M., Trost D., von der Ohe K., BhavanamVBR, Schreier P. Pyrrolizidine alkaloids in honey: risk analysis by gas chromatography-mass spectrometry. *Mol Nutr Food Res*. 2008. 52(10):1193–1200. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200800051>

Lazarieva L., Akymenko L., Postoienco V. et al. Specific quality indicators of monofloral linden honey. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2023. Vol. 13 (1). 161-168 (WoS) <https://doi.org/10.31407/ijeess13.120>

Orantes-Bermejo F.J., Serra Bonvehí J., Gómez-Pajuelo A., Megías M., Torres C. Pyrrolizidine alkaloids: their occurrence in Spanish honey collected from purple viper's bugloss (*Echium* spp.). *Food Addit Contam*. 2013. 30(10):1799–1806. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.817686>

PalDat — Palynological Database an online publication on recent pollen. AutPal — Society for the Promotion of Palynological Research in Austria. ZVR–Zahl: 378481059. Department of Botany and Biodiversity Research. University of Vienna. URL: <https://www.paldat.org>

Roeder E. Medicinal plants in Europe containing pyrrolizidine alkaloids. *Pharmazie*. 1995. V50, (N2): p. 83-98, PMID: 7700976 https://www.researchgate.net/profile/Erhard-Roeder-Roeder/publication/15498141_Medicinal_Plans_in_Europe_Containing_Pyrrolizidine_Alkaloids/links/0912f50631d1822ea0000000/Medicinal-Plans-in-Europe-Containing-Pyrrolizidine-Alkaloids.pdf

Tadashi Nakatani, Kazuo Yamazaki, Misako Nakamura, Nobuyasu Yamaguchi. Pyrrolizidine alkaloids in honey: occurrence and profile analysis in Japan. 2025. *Food Chem*. Dec. 25; 496(2): 146790 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146790>

Thomas Hartmann & Dietrich Ober. Biosynthesis and Metabolism of Pyrrolizidine Alkaloids in Plants and Specialized Insect Herbivores. Topics in Current Chemistry. 2000. Vol.209 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000

REFERENCES

Bagameri, L., Giurgiu. A.I., Bac,i G.M. et al. (2021). Microscopical techniques used in melissopalino logy for botanical origin of honey determination. Scientific Papers. Series D. Animal Science. LXIV(1). P. 423–428.

Bandini, T. B., Spisso, B.F. (2022) Detection, dietary exposure assessment and risk evaluation of quinolones and pyrrolizidine in commercial honey from Brazil. Food Additives and Contaminants: Part B, 15(2),89-97. <https://doi.org/10.1080/19393210.2022.2028310>

Bodi, D., Ronczka, S., Gottschalk, C., Behr, N., Skibba, A., Wagner, M., Lahrssen-Wiederholt, M., Preiss-Weigert, A. (2014). These a Determination of pyrrolizidine alkaloids in tea, herbal drugs and honey. Food Addit Contam Part A 31(11):1886–1895. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.964337>

Commission Regulation (EU) 2020/2040 of 11 December 2020 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of pyrrolizidine alkaloids in certain foodstuffs (Text with EEA relevance) © EUR-Lex, 14/12/2020, eur-lex.europa.eu

Cramer, L., Beuerle, T. (2012). Detection and quantification of pyrrolizidinealkaloids in antibacterial medical honeys. Planta Med. 78(18):1976–1982. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327900>

Dübecke, A., Beckh, G., Lüllmann, C. (2011). Pyrrolizidine alkaloids in honey and bee pollen. Food Addit Contam. Part A. 28(3):348–358. <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.541594>

Dubreil-Chéneau, E., Pirotais, Y., Verdon, E., Hurtaud-Pessel, D. (2013) Confirmation of 13 sulfonamides in honey by liquid chromatography– tandem mass spectrometry for monitoring plans: validation according to European Union Decision 2002/657/EC. J Chromatogr A 1339:128–136

Edgar, J.A., Molyneux, R.J., Colegate, S.M. (2015). Pyrrolizidine alkaloids: potential role in the etiology of cancers, pulmonary hypertension, congenital anomalies, and liver disease. *Chem Res Toxicol.* 28(1):4– 20. <https://doi.org/10.1021/tx500403t>

Edgar, J.A., Roeder, E., Molyneux, R.J. (2002). Honey from plants containing pyrrolizidine alkaloids: a potential threat to health. *J Agric Food Chem* .50(10):2719–2730. <https://doi.org/10.1021/jf0114482>

Farmatsevychna entsyklopediia. Otruini roslynny. Fitotoksyny [Pharmaceutical Encyclopedia. Poisonous Plants. Phytotoxins:]. Retrieved from: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3144/otrujni-roslin>

Islam, M.N., Khalil, M.I., Islam, M.A., Gan, S.H. (2014) Toxic compounds in honey. *J Appl Toxicol*, 34(7):733–742. <https://doi.org/10.1002/jat.2952>

Kaltner, F., Rychlik, M., Gareis, M., Gottschalk, Ch. (2020). Munich Occurrence and Risk Assessment of Pyrrolizidine Alkaloids in Spices and Culinary Herbs from Various Geographical Origin. Chair of Food Safety, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University of Munich. 15 c.

Kast, C., Dübecke, A., Kilchenmann, V., Bieri, K., Böhlen, M., Zoller, O., Beckh, G. and Lüllmann, C. (2014). Analysis of Swiss honeys for pyrrolizidine alkaloids. *Journal of Apicultural Research*. 53(1), 75–83. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.1.07>

Kempf, M., Beuerle, T., Bhringer, M., Denner, M., Trost, D., von der Ohe, K., Bhavanam, V.B.R., Schreier, P. (2008). Pyrrolizidine alkaloids in honey: risk analysis by gas chromatography-mass spectrometry. *Mol Nutr Food Res*. 52(10):1193–1200. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200800051>

Kotova E., Kotov A., Hryzodub O. Problemy kontroliu vmistu pirolizydydynovykh alkaloidiv u vitchyzniansii syrovyni lystia maty-y-machukhy [Kotova E., Kotov A., Gryzodub O. Problems of controlling the content of pyrrolizidine alkaloids in domestic raw materials of coltsfoot leaves]. Retrieved from: <https://www.apteka.ua/article/396544>

Lazarieva, L., Akymenko, L., Postoienko, V. et al. (2023.) Specific quality indicators of monofloral linden honey. International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES). Vol. 13 (1). 161-168 (WoS) <https://doi.org/10.31407/ijeess13.120>

Mazur T. 1997. Constant methods of mathematical processing of quantitative indicators. Veterinary medicine of Ukraine 9, 35-37 (in Ukrainian)

Natural honey. Technical conditions: SSU 4497-2005 [Valid since 2005-12-28], 2007, Kyiv: SSUFSCP of Ukraine, 22 p. (in Ukrainian)

Orantes-Bermejo, F.J., Serra Bonvehí, J., Gómez-Pajuelo, A., Megías, M., Torres, C. (2013). Pyrrolizidine alkaloids: their occurrence in Spanish honey collected from purple viper's bugloss (*Echium* spp.). Food Addit Contam Part A. 30(10):1799–1806. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.817686>

PalDat — Palynological Database an online publication on recent pollen. AutPal — Society for the Promotion of Palynological Research in Austria. ZVR–Zahl: 378481059. Department of Botany and Biodiversity Research. University of Vienna. URL: <https://www.palдат.org>

Roeder, E. (1995). Medicinal plants in Europe containing pyrrolizidine alkaloids. Pharmazie, 50, (N2): p. 83-98, PMID: 7700976 https://www.researchgate.net/profile/Erhard-Roeder-Roeder/publication/15498141_Medicinal_Plants_in_Europe_Containing_Pyrrolizidine_Alkaloids/links/0912f50631d1822ea0000000/Medicinal-Plans-in-Europe-Containing-Pyrrolizidine-Alkaloids.pdf

Tadashi Nakatani, Kazuo Yamazaki, Misako Nakamura, Nobuyasu Yamaguchi. (2025). Pyrrolizidine alkaloids in honey: occurrence and profile analysis in Japan. Food Chem. Dec. 25; 496(2): 146790 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146790>

Thomas Hartmann & Dietrich Ober. (2000). Biosynthesis and Metabolism of Pyrrolizidine Alkaloids in Plants and Specialized Insect Herbivores. Topics in Current Chemistry, Vol. 209 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000 <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-48146-X>

Конфлікт інтересів: відсутній.

Внесок авторів:

Лазарєва Л.М.— ідея дослідження, побудова алгоритму, пошук інформації, участь у написанні, коректування статті, висновків;

Постоєнко В. О. – ідея, участь у написанні, коректування статті, висновків;

Руденко Є. – ідея, пошук інформації, участь у написанні, коректування статті, висновків;

Руденко О. Є.— участь у написанні;

Акименко Л.І. –участь у написанні, оформлення статті;

Постоєнко Г. В. – участь у написанні статті.

Міщенко О.А. – участь у написанні статті.

Електронна адреса для листування з авторами: **medlab1961@gmail.com**