

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9827
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 638.19:638.1:633.31

Main indicators of honey quality and their relationships

L. Lazareva¹, V. Postoienko¹, L. Akymenko¹, L. Kovalska²✉

¹NSC “Institute of beekeeping them. P. I. Prokopovich”, Kyiv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 03.04.2023

Received in revised form
08.05.2023

Accepted 09.05.2023

NSC “Institute of beekeeping
them. P. I. Prokopovich”,
Zabolotnoho Str., 19, Kyiv,
03680, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-068-645-91-18
E-mail: lidiyak2406@ukr.net

Lazareva, L., Postoienko, V., Akymenko, L., & Kovalska, L. (2023). Effect of mineral-phytobiotic supplement on mass growth and meat productivity of crossbred sheep Main indicators of honey quality and their relationships. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(98), 162–166. doi: 10.32718/nvlvet-a9827

Harmonization of product quality requirements contributes to increasing the competitiveness of domestic honeys on foreign markets. The purpose of the research was to establish the main quality indicators of honey samples of various botanical origins in accordance with the requirements of national regulatory documents. The material of the research was 115 samples of acacia, linden, buckwheat honey, sunflower and various herb honey. Sampling of honey and analysis of organoleptic indicators, honey color and moisture content, diastase and proline content, acidity was carried out in accordance with DSTU 4497: 2005. According to the results of organoleptic tests, it was found that in terms of color, taste, aroma, consistency, all samples met the requirements of regulatory documentation, as well as in terms of physicochemical parameters: the average values of the mass fraction of water for acacia honey 17.7 ± 1.2 %, linden – 17.5 ± 1.0 %, buckwheat honey – 18.6 ± 0.5 %, sunflower honey – 17.1 ± 3.5 %, herb honey – 17.8 ± 1.0 %; the value of the diastase number in different types of honey is from 5.05 to 57.3 Goethe units. Among the analyzed honey samples, 7 samples of acacia honey had the lowest enzymatic activity (from 5.05 to 11.92 units Goethe); content electrical conductivity of acacia honey 0.1 ± 0.01 mS/cm, linden – 0.5 ± 0.1 mS/cm, buckwheat honey – 0.4 ± 0.1 mS/cm, sunflower honey – 0.3 ± 0.0 mS/cm, honey from different herbs – 0.3 ± 0.0 mS/cm; the content of free acids was: acacia honey – 25.4 ± 5.8 meq/kg, linden honey – 26.4 ± 3.9 meq/kg, buckwheat honey – 33.1 ± 3.0 meq/kg, sunflower honey – 26.5 ± 5.3 meq/kg, honey from different herbs – 26.7 ± 5.9 meq/kg. The results of the study of 115 samples of honey of different botanical origin according to organoleptic and physicochemical indicators meet the requirements of regulatory documents.

Key words: honey, organoleptic indicators, physicochemical indicators.

Аналіз показників якості меду різного ботанічного походження

Л. М. Лазарева¹, В. О. Постоецько¹, Л.¹, Л. М. Ковальська²✉

¹ННЦ “Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича”, м. Київ, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Для характеристики меду різні автори використовують різні критерії оцінювання, порівнюючи показники з вимогами нормативних документів. Мета нашої роботи: визначити основні показники якості зразків меду, які були досліджені протягом 2022 року. Окремими завданнями визначено аналіз органолептичних показників, кольору та вологості меду, вмісту діастази та проліну, кислотності, електропровідності. Матеріалом досліджень були 115 зразків акацієвого, липового, соняшникового меду та меду з гречки, з різнотрав'я. Вибір проб меду та аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників здійснювали згідно з ДСТУ 4497: 2005 “Мед натуральний. Технічні умови” (ДСТУ 4497: 2005, 2007). За результатами органолептичних досліджень було виявлено, що за кольором, смаком, ароматом, консистенцією усі зразки відповідали вимогам нормативної документації, як і за фізико-хімічними показниками: середні значення масової частки води для акацієвого меду $17,7 \pm 1,2$ %, липового – $17,5 \pm 1,0$ %, меду з гречки – $18,6 \pm 0,5$ %, соняшникового меду – $17,1 \pm 3,5$ %, меду з різнотрав'я – $17,8 \pm 1,0$ %; значення діастазного числа в різних видах меду від 5,05 до 57,3 од. Готе. Серед проаналізованих зразків меду найменшу ферментативну активність мали 7

зразків меду з акації. Показник активності діастази в них коливався від 5,05 до 11,92 од. Готе; щодо вмісту проліну середнє значення показника меду з липи складає $360,9 \pm 51,2$ мг/кг, з гречки – $393,4 \pm 46,7$, з різнотрав'я – $367,0 \pm 48,1$, з акації – $139,8 \pm 13,4$ мг/кг, з соняшнику – $262,4 \pm 30,1$ мг/кг; електропровідність акацієвого меду $0,1 \pm 0,01$ мС/см, липового – $0,5 \pm 0,1$ мС/см, меду з гречки – $0,4 \pm 0,1$ мС/см, соняшникового меду – $0,3 \pm 0,0$ мС/см, меду з різнотрав'я – $0,3 \pm 0,0$ мС/см; вміст вільних кислот складає: акацієвого меду – $25,4 \pm 5,8$ мекв/кг, липового – $26,4 \pm 3,9$ мекв/кг, меду з гречки – $33,1 \pm 3,0$ мекв/кг, соняшникового меду – $26,5 \pm 5,3$ мекв/кг, меду з різнотрав'я – $26,7 \pm 5,9$ мекв/кг. Результати дослідження 115 зразків меду різного ботанічного походження за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідають вимогам нормативних документів і придатні для використання в торгівій мережі. Встановлено, що досліджені показники значною мірою впливають на формування загального рівня якості меду.

Ключові слова: мед з акації, липи, гречки, соняшнику, різнотрав'я, органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

Вступ

Актуальність роботи розглядається стосовно до завдань сьогодення, оскільки євроінтеграція, розширення ринків збуту, підвищення конкурентоспроможності та підтвердження високої якості вітчизняних товарів, забезпечення прав та вподобань споживача сприяли гармонізації українського законодавства з міжнародними вимогами (Med naturalnyi, 2007; Pro zatverdzhennia Vymoh do medu, 2019). Тому результати своїх досліджень ми розглядаємо відповідно до міжнародних нормативних документів.

Колір меду – один з головних критеріїв вибору споживача, пов'язаний з хімічним складом меду. Цей показник перебуває в прямій залежності від ботанічного походження, кліматичних умов, характеру ґрунтів тих регіонів, де був зібраний нектар. Темний мед має більш високий вміст мінералів, декстринів і поліфенолів, вищу кислотність, ніж світлі меди (Gonzalez-Paramas et al., 2006; Kovalskiy et al., 2021). Показано, що аналіз 77 зразків меду щодо вмісту мінералів виявив присутність 18 елементів, які впливали на його колір (Recamales et al., 2005). Дослідженнями багатьох вчених встановлено, що на колір меду впливає наявність каротиноїдів, ксантофілів, антоціанів, мінералів, амінокислот і фенольних сполуки, флавоноїдів. Фенольні та флавоноїдні профілі бразильських медів суттєво відрізнялися залежно від ботанічного походження та регіонів, з яких були отримані ці зразки (Sant'ana et al., 2014).

Важливо підкреслити взаємозв'язок таких показників якості меду, як кількість нередукуючого цукру, аміної сполуки і води, на основі яких проходить реакція Майяра, що є першою стадією реакції неферментативного потемніння харчових продуктів. Встановлено, що, крім реакції Майяра, відбувається дегідратація з утворенням оксиметилфурфуролу, утворення дикарбонових сполук та меланоїдинових пігментів на кінцевих стадіях, що і є причиною зміни кольору. Колір меду змінюється впродовж терміну зберігання меду і тому він є критерієм свіжості меду. Потемніння меду в процесі зберігання свідчить про підвищення температури зберігання меду після його збору.

Присутність води впливає на кілька показників, які визначають фізичний стан меду та його якість. Розрізняють показники активності води (aw), водність (вологість) меду, в'язкість та гігроскопічність меду.

Водність (вологість) меду – відсоток вмісту води в меді залежить від часу медозбору, вологості місцевості, погоди тощо. У суху, спекотну погоду водність

низька, у дощову відповідно – підвищена. Мед, у якому міститься більше ніж 20 % води, вважається незрілим. Від зрілості меду, вмісту в ньому води залежить в'язкість (густота, плинність) меду (Chirife et al., 2006; Yanniotis et al., 2006; Stelmakiene et al., 2012; Singh & Singh, 2018).

Електропровідність як фізичне явище характеризує здатність матеріалу проводити електричний струм. Що стосується меду, то його електропровідність визначається ботанічним походженням, вмістом мінералів і неорганічних іонів, органічних кислот, білків та інших компонентів, таких як цукор та пилкові зерна, що можуть діяти як електроліти. Електропровідність корелює з вмістом золи в меді та лужністю золи. Як електропровідність, так і аналіз сирової золи часто використовуються для перевірки якості меду. Ці ознаки, особливо електропровідність, вважаються добрими критеріями для оцінки ботанічного походження та чистоти меду (Belay et al., 2013; Yap et al., 2019).

Вільна амінокислота пролін в основному надходить в мед зі слини медоносних бджіл під час перетворення нектару або медвяної роси в мед. Деякі дослідники визначають пролін як критерій якості та зрілості меду і як індикатор фальсифікації меду.

Діастаза (амілаза) – фермент, стійкий до впливу температури, тому його широко використовують як показник свіжості меду. Діастаза гідролізує крохмаль і декстрини, що викликає зменшення кількості вуглеводів в меді. Джерелом діастази є секрет гіпофарингіальних залоз бджіл (тваринне походження) та нектар або медвяна роса (рослинне походження), тому активність діастази значною мірою залежить від ботанічного походження меду. За даними (Santos et al., 2018), серед поширених українських сортів меду найвище діастазне число мали гречані (у середньому 48,12 од. Готе) і падеві (33,15 од. Готе) меди, а найнижче – акацієві (9,82 од. Готе) та соняшникові (16,6 од. Готе). Діастазне число на рівні 19–25 од. Готе мали липовий, квітковий (травневий) та мед з різнотрав'я.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановлення основних показників якості зразків меду різного ботанічного походження згідно з вимогами національних нормативних документів. Основними завданнями визначено встановлення показників якості меду щодо органолептичних характеристик, вологості, електропровідності, рівня діастази та проліну та встановити їх відпові-

дність вимогам міжнародних нормативних документів.

Матеріали та методи досліджень

Матеріалом досліджень були 115 зразків різного ботанічного походження (акацієвого, липового, меду з гречки, соняшникового та меду з різнотрав'я). Відбір проб меду та аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників, а саме: консистенцію, смак, аромат, кристалізацію, масову частку води, діастазну активність, кислотність, вміст проліну, електропровідність здійснювали згідно з ДСТУ 4497: 2005 "Мед натуральний. Технічні умови" (Med naturalnyi, 2007). Отримані дані обробляли статистично з використанням програми "Microsoft Excel 15,0" для обчислення середнього арифметичного (M) та стандартної похибки (m) (Adamchuk et al., 2019).

Результат та їх обговорення

За результатами органолептичних досліджень було виявлено, що зразки меду з гречки мали забарвлення від темно-жовтого з червоним до темно-коричневого відтінку, подразнювали слизову оболонку ротової порожнини, володіли специфічним смаком та добре вираженим ароматом квітів гречки. Мед з соняшнику мав колір від світло-жовтого до темно-жовтих відтін-

ків, кристали від дрібно- до крупнозернистих, консистенцію залежно від пори року (рідка, в'язка, дуже в'язка, щільна) зі слабко вираженим ароматом квітів соняшнику; колір меду з акації – від безбарвного до світло-жовтого, консистенція рідка, мав ніжний приємний ароматом квітів акації, прозорий, при кристалізації набував біло-жовтого кольору. Мед з липи переважно мав світлий відтінок (від світло-жовтого до білого), подразнював слизову оболонку ротової порожнини, володів специфічним смаком зі своєрідним ніжним ароматом з квіток липи.

Особливої уваги колір меду заслуговує через його велику інформативність. Так, у результаті дослідження 305 зразків 17 типів монофлорного меду (асфодель, гречка, акація, каштан, цитрусові, евкаліпт, гірлянда тернова, нектар, верес, липа, м'ята, ріпак, шавлія, сунічне дерево, квітка суллі, чабер і будяки) з різних географічних місць Європи спектрофотометричними методами (Mazur, 1997). Для встановлення особливостей кольору кожного з досліджених зразків запропонували метод автентифікації монофлорних медів (Tuberoso et al., 2014).

Надалі на основі описаної вище процедури досліджень нами були отримані основні показники якості акацієвого, липового, соняшникового, гречаного меду та різнотрав'я: масову частку води, діастазне число, вміст проліну, кислотність. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники якості меду за результатами дослідження 2022 року

№	Вид меду	№	Масова частка води, %	Діастазне число, од. Готе	Вміст проліну, мг/кг	Електропровідність, мС/см	Кислотність,
1	Акація	20	17,7 ± 1,2	9,6 ± 1,7	139,8 ± 13,4	0,1 ± 0,01	25,4 ± 5,8
2	Липа	30	17,5 ± 1,0	16,9 ± 2,2	360,9 ± 51,2	0,5 ± 0,1	26,4 ± 3,9
3	Гречка	14	18,6 ± 0,5	42,2 ± 7,0	393,4 ± 46,7	0,4 ± 0,1	33,1 ± 3,0
4	Соняшник	22	17,1 ± 3,5	19,3 ± 1,9	262,4 ± 30,1	0,3 ± 0,0	26,5 ± 5,3
5	Р/Т	29	17,8 ± 1,0	24,6 ± 3,0	367,0 ± 48,1	0,3 ± 0,0	26,7 ± 5,9

Отримані середні значення масової частки води для акацієвого меду 17,7 ± 1,2 %, липового – 17,5 ± 1,0 %, меду з гречки – 18,6 ± 0,5 %, соняшникового меду – 17,1 ± 3,5 %, меду з різнотрав'я – 17,8 ± 1,0 % відповідають вимогам ДСТУ (Med naturalnyi, 2007) щодо медів вищого гатунку зі значенням не більше ніж 18,5 % та першого гатунку не більше ніж 21,0 %. За даними інших авторів, вологість 11 сортів меду становила в середньому 17,32 ± 1,8 % (Tuberoso et al., 2014). Вологість меду є важливим фактором, що впливає на ферментацію і кристалізацію його при зберіганні.

У результаті наших досліджень було виявлено значні коливання в кількісному значення діастазного числа в різних видах меду від 5,05 до 57,3 з середнім значенням для акацієвого меду 9,6 ± 1,7 од. Готе, липового – 16,9 ± 2,2 од. Готе, меду з гречки – 42,2 ± 7,0 од. Готе, соняшникового меду – 19,3 ± 1,9 од. Готе, меду з різнотрав'я – 24,6 ± 3,0 од. Готе, що відповідає вимогам ДСТУ (Med naturalnyi, 2007) щодо медів вищого гатунку не менше ніж 15,0 од. Готе, для

медів першого гатунку – не менше ніж 10,0 од. Готе (рис. 1).

Серед проаналізованих зразків меду найменшу ферментативну активність мали 7 зразків меду з акації. Показник активності діастази в них коливався від 5,05 до 11,92 од. Готе, що дає підставу віднести такий мед до монофлорного. Коливання показника в групі зразків кожного виду меду значні, що вказує на особливості його складу, умови зберігання, походження, свіжість.

У подальшому при визначення вмісту проліну в зразках варто враховувати, що цей показник пов'язаний з умістом ензимів, оскільки він відіграє важливу роль як регулятор ензимного перетворення нектару в мед (Habib et al., 2014). Згідно з вимогами ДСТУ цей показник однаковий для медів першого і вищого гатунків і складає 300,0 мг/кг, крім меду з акації г не менше ніж 200 мг/кг. Щодо меду з липи – в наших дослідженнях середній показник складає 360,9 ± 51,2 мг/кг, меду з гречки – 393,4 ± 46,7, меду з різнотрав'я – 367,0 ± 48,1. Більшість даних вмісту проліну у зразках меду з соняшнику нижче за 300

мг/кг (середнє значення – $262,4 \pm 30,1$ мг/кг), що не відповідає вимогам ДСТУ 4497: 2005 (2007). Значення вмісту проліну в соняшниковому меді залежить від наявності в ньому пилоквих зерен. У випадку меншої кількості пилоквих зерен з соняшнику та збільшеного показника вмісту проліну такий мед вже належить до меду з різнотрав'я. Водночас даний показник відповідає вимогам ЄС, що знайшли своє відображення у Вимогах до меду (2019), а саме: всі види меду повинні мати не менше ніж 180 мг проліну на 1 кг меду, а мед із акації – не менше ніж 100 мг/кг (у нашому випадку

середнє значення показника $139,8 \pm 13,4$ мг/кг). Вимоги щодо вмісту проліну в меді також слід коригувати з урахуванням особливостей його ботанічного походження. Тому пропонуємо щодо меду різного ботанічного походження узгодити вимоги діючих національних нормативних документів. У таблиці 1 наведено усереднені дані щодо вмісту проліну в медах різного ботанічного походження, що відповідають вимогами ЄС та сприяють зростанню конкурентоспроможності вітчизняного меду бджолиного як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

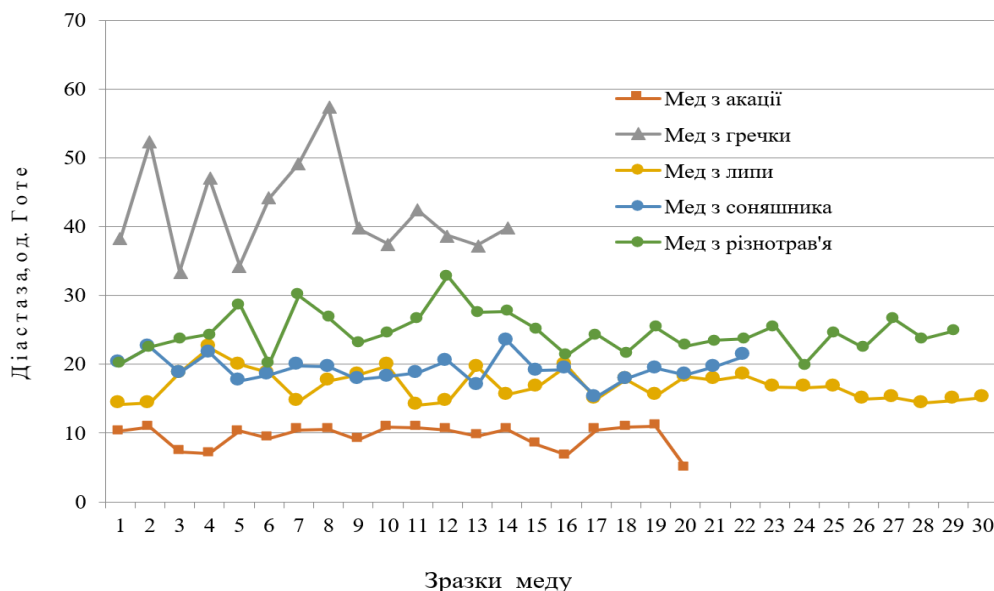


Рис. 1. Діастазне число зразків меду з акації, липи, гречки, соняшнику та різнотрав'я

Електропровідність як параметр якості меду залежить від вмісту золи, органічних кислот, білків, деяких складних цукрів та ботанічного походження (Alaerjani et al., 2022). У проведених дослідженнях електропровідність акацієвого меду $0,1 \pm 0,01$ мС/см, липового – $0,5 \pm 0,1$ мС/см, меду з гречки – $0,4 \pm 0,1$ мС/см, соняшникового меду – $0,3 \pm 0,0$ мС/см, меду з різнотрав'я – $0,3 \pm 0,0$ мС/см, що відповідає вимогам ДСТУ щодо медів вищого гатунку зі значенням $0,2$ – $1,0$ мС/см та $0,2$ – $1,5$ мС/см для меду першого гатунку.

Кислотність меду зумовлена наявністю органічних та неорганічних кислот (Santos et al., 2018). У проведених дослідженнях вміст вільних кислот складав: акацієвого меду – $25,4 \pm 5,8$ мекв/кг, липового – $26,4 \pm 3,9$ мекв/кг, меду з гречки – $33,1 \pm 3,0$ мекв/кг, соняшникового меду – $26,5 \pm 5,3$ мекв/кг, меду з різнотрав'я – $26,7 \pm 5,9$ мекв/кг, що узгоджується з результатами інших авторів (Kim et al., 2022). Результати наших досліджень підтверджують дані, які отримані іншими авторами щодо вільної кислотності. Вона коливалася від 2,4 мекв до 50 мекв кг-1, зольність і електропровідність змінювалися між 0,030 і 0,543 % і 130 і 679 мкСм/см відповідно (Baloš et al., 2018).

Враховуючи надзвичайно багатий і різноманітний склад меду, деякі автори пропонують використання меду як біомаркера для збору інформації про навколишнє середовище. При цьому можливе виявлення забруднення екосистеми та оцінка рівня забруднення

грунту, води, рослин і повітря (Albu et al., 2021). Натуральний мед є одним з найбільш затребуваних продуктів завдяки своїм унікальним властивостям, зумовлених надзвичайно багатим складом речовин, які він містить (Alvarez-Suarez et al., 2018). Результати цього дослідження свідчать про те, що зразки дещо відрізняються від зразків деяких країн світу, однак відповідають міжнародним стандартам.

Висновки

Результати дослідження 115 зразків меду різного ботанічного походження (меду з акації, липи, гречки, соняшнику та різнотрав'я) 2022 року за органолептичними показниками, кольором, масової частки води в меді, вмістом діастази та проліну відповідають вимогам нормативних документів. Такі меди придатні для використання в торговій мережі та можуть конкурувати з кращими медами світу.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження передбачають розширення кількості стандартизованих показників та моніторинг якості вітчизняних медів різного ботанічного походження відповідно до міжнародних нормативних документів.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього вкладу та результатів досліджень.

References

- Adamchuk, L. O., Sukhenko, V. Yu., Henhalo, N. O., & Akulonok, I. I. (2019). Doslidzhennia diastaznoho chysla ukrainskykh mediv. *Novitni tekhnologii, vypusk*, 2(9), 77–86. DOI: 10.31180/2524-0102/2019.2.09.09 (in Ukrainian).
- Alaerjani, W. M. A., Abu-Melha, S., Alshareef, R. M. H., Al-Farhan, B. S., Ghramh, H. A., Al-Shehri, B. M. A., Bajaber, M. A., Khan, K. A., Alrooqi, M. M., Modawe, G. A., et al. (2022). Biochemical Reactions and Their Biological Contributions in Honey. *Molecules*, 2022, 27, 4719. DOI: 10.3390/molecules27154719.
- Albu, A., Radu-Rusu, C-G., Mircea Pop, I., Frunza, G., & Nacu, G. (2021). Quality Assessment of Raw Honey Issued from Eastern Romania. *Agriculture*, 11(3), 247. DOI: 10.3390/agriculture11030247.
- Alvarez-Suarez, J. M., Giampieri, F., Brenciani, A., Mazzoni, L., Gasparini, M., González-Paramás, A. M., Santos-Buelga, C., Morroni, G., Simoni, S., Forbes-Hernández, T. Y., Afrin, S., Giovanetti, E., & Battino, M. (2018). *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polyfloral honeys: A comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 272–279. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.08.079.
- Baloš, M. Ž., Popov, N., Vidaković, S., Pelić, D.L., Pelić, M., Mihaljev, Ž., & Jakšić, S. (2018). Electrical conductivity and acidity of honey. *Arch. Vet. Med.*, 2018, 11(1), 91–101. DOI: 10.46784/e-avm.v11i1.20.
- Belay, A., Solomon, W. K., Bultossa, G., Adgaba, N., & Melaku, S. (2013). Physicochemical properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141(4), 3386–3392. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.06.035.
- Buba, F., Gidado, A., & Shugaba, A. (2013). Analysis of biochemical composition of honey samples from North-East Nigeria. *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 2(3), 1–7. DOI: 10.4172/2161-1009.1000139.
- Chirife, J., Zamora, M. C., & Motto, A. (2006). The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. *Journal of Food Engineering*, 72(3), 65–76. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.12.009.
- Gonzalez-Paramas, A. M., Gomez-Barez, J. A., Cordon-Marcos, C., Garcia-Villanova, R. J., & Sanchez-Sanchez, J. (2006). HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen). *Food Chemistry*, 95(1), 148–156. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.02.008.
- Habib, H. M., Al Meqbali, F. T., Kamal, H., Souka, U. D., & Ibrahim, W. H. (2014). Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions *Food Chem*, 153, 35–43. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.12.048.
- Kim, H. J., Hwang, J., Ullah, Z., Mustafa, B., & Kwon, H. W. (2022). Comparison of physicochemical properties of pollen substitute diet for honey bee (*Apis mellifera*). *Journal of Asia-Pacific entomology*, 25(4), 101967. DOI: 10.1016/j.aspen.2022.101967.
- Kovalskyi, Y., Gutyj, B., Fedak, V., Kovalska, L., & Druzhibiak, A. (2021). The influence of feed quality on the development and productivity of bee queens. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 23(95), 71–75. DOI: 10.32718/nvivet-a9510.
- Mazur, T. (1997). *Konstantni metody matematychnoi obrobky kilkisnykh pokaznykiv. Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 9, 35–37 (in Ukrainian).
- Med naturalnyi. *Tekhnichni umovy: DSTU 4497:2005. Uved. vpershe; chynnyi vid 2005-12-28. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy*, 2007. 22 s. (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Vymoh do medu. *Nakaz Ministerstva aharnoi polityky ta prodovolstva vid 19.06.2019 № 330, yakyi zareiestrovanyi v Ministerstvi yustytsii Ukrainy 04.07.2019 za № 725/33696 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0725-19#Text (in Ukrainian).*
- Recamales, M. A., Heredia, F. J., Fernández-Recamales, M. A., & Heredia, F. J. (2005). Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2574–2580. DOI: 10.1021/jf048207p.
- Sant'ana, L. D., Ferreira, A. B. B., Lorenzon, M. C. A., Berbara, R. L. L., & Castro, R. N. (2014). Correlation of total phenolic and flavonoid contents of Brazilian honeys with color and antioxidant capacity. *International Journal of Food Properties*, 17(1), 65–76. DOI: 10.1080/10942912.2011.614368.
- Santos, E. I., Meerhoff, E., García Da Rosa, E., Ferreira, J., Raucher, M., Quintana, W., Martínez, A., González, C., & Mancebo, Y. (2018). Color and electrical conductivity of honeys produced by *Apis mellifera* in Uruguay. *INNOTEC*, (16 jul-dic), 51–55. DOI: 10.26461/16.08.
- Santos, E., Meerhoff, E., García Da Rosa, E., Ferreira, J., Raucher, M., Quintana, W., Martínez, A., González, C., & Mancebo, Y. (2018). Color and electrical conductivity of honeys produced by *Apis mellifera* in Uruguay. *INNOTEC*, 16, 51–55. DOI: 10.26461/16.08.
- Singh, I., & Singh, S. (2018). Honey moisture reduction and its quality. *J Food Sci Technol.*, 55(10), 3861–3871. DOI: 10.1007/s13197-018-3341-5.
- Stelmakiene, A., Ramanauskiene, K., Briedis, V., & Leskauskaite, D. (2012). Examination of rheological and physicochemical characteristics in Lithuanian honey. *African Journal of Biotechnology*, 11, 12406–12414. DOI: 10.5897/AJB12.829.
- Tuberoso, C. I. G., Jerkovic, I., Sarais, G., Congiu, F., Marijanovic, Z., & Kus, P. M. (2014). Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE a* and b* coordinates. *Food Chemistry*, 145, 284–291. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.08.032.
- Yanniotis, S., Skaltsi, S., & Karaburnioti, S. (2006). Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 72(4), 372–377. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.12.017.
- Yap, S. K., Chin, N. L., Yusof, Y. A., & Chong, K. Y. (2019). Quality characteristics of dehydrated raw Kelulut honey. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 556–571. DOI: 10.1080/10942912.2019.1590398.