

**Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича**

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Кафедра екології та біомоніторингу

**Окремі показники якості меду з пасік у межах Лісостепової зони
України**

**Магістерська робота
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

Виконала:

студентка 6 курсу 603 групи
спеціальності 101 Екологія

Тетяна МОВЧАН

Науковий керівник:

к.б.н., асист. Тетяна ФИЛИПЧУК

Рецензент:

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № ____

від « ____ » _____ 2022 р.

зав. кафедри _____ проф. Марія ФЕДОРЯК

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена аналізу вмісту гідроксиметилфурфуролу (ГМФ), рН та вільної кислотності у поліфлорному меді збору 2021 р. із пасік Чернівецької та Сумської областей.

Досліджено, що за вмістом ГМФ, усі дослідні зразки меду відповідали вимогам державних та міжнародних стандартів якості (не більше 40 мг/кг), окрім одного зразку меду із Сумської області, який не входив ні до вищого, ні до першого гатунку ДСТУ. Встановлено, що за національним стандартом зразки меду вищого гатунку найбільше переважали у Чернівецькій області (62,5 %), тоді як у Сумській області однакова кількість вищого та першого гатунку (по 47,4 %). Виявлено, що водневий показник у зразках меду Чернівецької та Сумської областей відповідав природному рівню. За вільною кислотністю — всі зразки досліджених областей відповідали вищому гатунку якості за ДСТУ та європейським стандартам.

Робота виконувалась на кафедрі екології та біомоніторингу ННІБХБ ЧНУ імені Ю. Федьковича протягом 2021 – 2022 рр.

Дипломна робота викладена на 53 сторінках. Результати досліджень представлені 11 рисунками. Список літератури складається із 70 джерел, в тому числі 34 іноземні.

Ключові слова: якість меду, фальсифікація меду, гідроксиметилфурфурол, вільна кислотність, рН.

SUMMARY

Thesis is devoted to the analysis of the content of hydroxymethylfurfural (HMF), pH and free acidity in polyfloral honey collected in 2021 from apiaries of Chernivtsi and Sumy regions.

It was found that according to the content of HMF, all studied samples of honey met the state and international quality standards (not more than 40 mg/kg), except for one sample of honey from Sumy region, which did not belong to the highest , not to the first grade of DSTU. It was established that according to the national standard, samples of the highest grade honey are most prevalent in the Chernivtsi region (62.5%), while in the Sumy region, the same amount of the highest and the first grade is the same (47.4 %). Revealed that the hydrogen index in honey samples from Chernivtsi and Sumy regions corresponds to the natural level. Analysis of the free acidity of honey revealed that all samples from the studied regions corresponded to the highest grade of quality according to DSTU and European standards.

The work was performed at the Department of Ecology and Biomonitoring of the Educational and Scientific Institute of Biology, Chemistry and Bioresources of Chernivtsi National University named after Yuri Fedkovych during 2021-2022.

Thesis is presented on 53 pages. The research results are presented by 11 figures. The bibliography consists of 70 sources, including 34 foreign.

Key words: honey quality, adulteration of honey, hydroxymethylfurfural, free acidity, hydrogen index.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Тетяна МОВЧАН

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Розвиток і стан бджільництва в умовах війни.....	7
1.2. Окремі показники якості меду, які можуть свідчити про фальсифікацію. Види фальсифікацій меду.....	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	28
2.1. Територіальні особливості досліджуваних областей.....	28
2.2. Методики дослідження.....	36
2.3. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	41
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	46
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	54

ВСТУП

В умовах складної фінансової ситуації в Україні, загального падіння виробництва через тимчасову втрату територій, пандемію COVID-19 важливим аспектом її зовнішньоекономічної діяльності є позитивна динаміка експорту як сільськогосподарської продукції, так і меду, зокрема, на ринки Європейського Союзу. Україна входить у ТОП-3 найбільших експортерів бджолиного меду у світі, оскільки отриманий бджолиний мед і допоміжні продукти бджільництва (маточне молочко, віск, прополіс, бджолина отрута, пилок) знаходять своє застосування в більш ніж 40 галузях промисловості, зокрема у медицині, архітектурі, мистецтві і харчовій промисловості.

Водночас мед – товар, який часто фальсифікується, що впливає на імідж вітчизняних товаровиробників та зменшення обсягів його продажу (Бащенко та ін., 2016). Тому особливу увагу слід приділяти якості меду, із врахуванням показників, які відображають вимоги споживачів і дозволять сформувати асортимент відповідно до попиту.

Окремі показники якості меду можуть вказувати на його фальсифікацію. Так, висока концентрація гідроксиметилфурфуролу (ГМФ) припускає можливість додавання інвертного сиропу. Гідроксиметилфурфурол – це органічна сполука, яка утворюється з моносахаридів у кислому середовищі при нагріванні меду. У свіжому меді ГМФ, зазвичай, відсутній або наявний у малих кількостях (Abraham et al., 2011). Низькі значення кислотності можуть свідчити про фальсифікацію меду крохмалем, патокою, або переробку бджолами цукрового сиропу після підгодівлі їх цукром (цукровий мед). Високий вміст кислот в більшості випадків може вказувати на закислення меду і штучну інверсію сахарози в присутності кислот (штучний мед) (Поліщук та ін., 2013).

Мета роботи – проаналізувати вміст ГМФ, вільну кислотність та рН у зразках меду, зібраних із пасік Сумської та Чернівецької областей у межах Лісостепової зони України.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- 1) дослідити вміст ГМФ, вільну кислотність та рН у зразках меду з пасік досліджуваних областей Лісостепової зони України;
- 2) виконати порівняльний аналіз якості меду за фізико-хімічними показниками з пасік Сумської та Чернівецької областей та співставити на предмет відповідності національним та ЄС стандартам.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Розвиток і стан бджільництва в умовах війни

Мед і допоміжні продукти бджільництва (маточне молочко, віск, прополіс, бджолину отруту, квітковий пилок) широко використовують у понад 40 галузях промисловості, а також у медицині, скульптурі, живописі. Проте в сучасному турбулентному світі з розвитком промисловості зростає забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами і, як наслідок, це сприяє поширенню хвороб і зменшенню світових популяцій медоносних бджіл. Цей факт у поєднанні з високим попитом на продукти бджільництва призводить до того, що мед стає все більш дефіцитним товаром, а тому його фальсифікація зростає. Якість меду і його специфіка визначаються особливостями флори і різноманітністю екосистем, в яких утримуються бджоли, особливо в непромислових зонах. Ботанічне походження меду істотно впливає на його органолептичні властивості (Іванова, 2020).

З початком повномасштабної війни РФ проти України, потенціал бджільництва в Україні скоротився. Через військові дії відбулися певні втрати в галузі: значне руйнування пасік та виробничої бази, скорочення виробництва, оскільки на окупованих територіях не можливо отримувати продукцію. У результаті агресії рашистів завдано шкоди українському бджільництву – частина пасік зруйновано внаслідок обстрілів, деякі пасіки на окупованих територіях свідомо знищуються російськими загарбниками. За оцінками компанії «Знатний Мед», втрати по бджолосім'ям на Півночі (Київська, Чернігівська), Сході (Слобожанщина) та Півдні (Херсонська, Миколаївська області) України можуть становити до 30 %. Окрім бджіл, втрачено вулики, обладнання, виробничі лінії. Також внаслідок військових дій Україна тимчасово втратила більшу частину територій Запорізької, Херсонської,

Харківської, Донецької, майже всю Луганську області, а це не останні регіони з медового врожаю (рис.1.1).

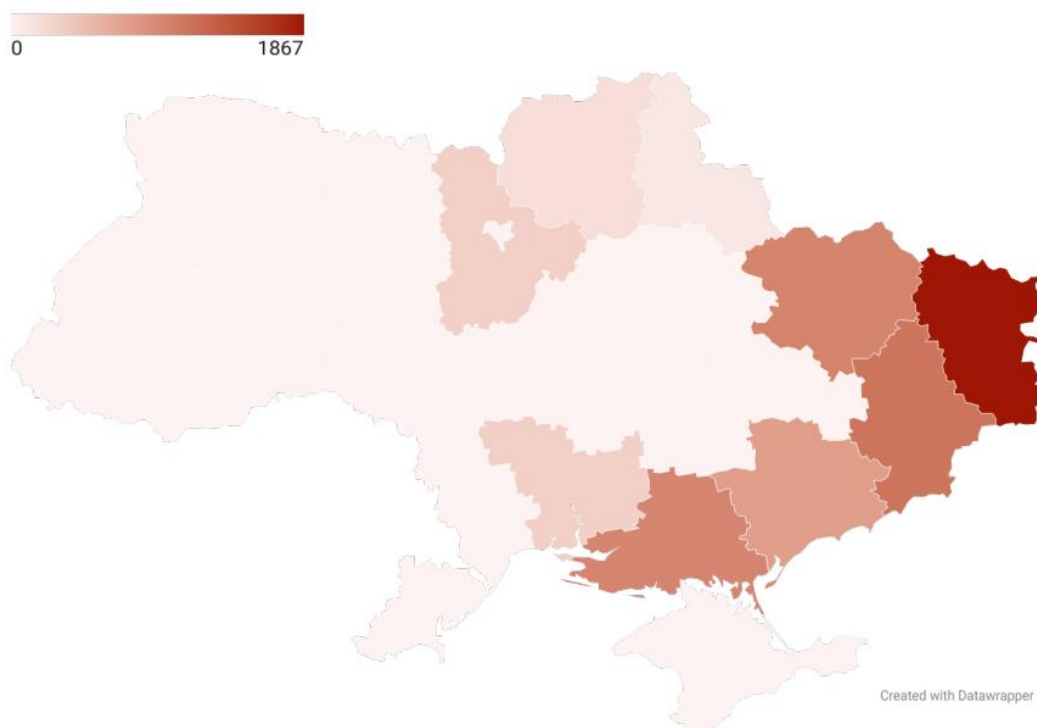


Рис. 1.1. Регіональний розподіл збитків у сільському господарстві України

Пасічний бізнес ускладнився у прифронтових зонах через те, що великі площі сільгоспземель не придатні для використання через міни і нерозірвані снаряди. Через війну, на окупованих та деокупованих територіях посівна не відбувається або ж посівні площі скоротились через те, що там проходять активні бойові дії або ж розмінування територій, тощо. За даними ООН, в 2022 році через війну в Україні третина полів непридатна для посіву. При цьому поля, які були розраховані для засіву соняшником – скорочуються, у пріоритеті злакові, а вони не є медоносними культурами. Вищевказані фактори можуть призвести до скорочення медозбору до 25–30 %. Важливого значення у цьому сезоні набувають дикорослі медоноси.

Цього року медоносна база зазнала суттєвих змін. До прикладу, соняшник заборонено сіяти у безпосередній близькості до ліній бойових дій (загалом

потенційно-небезпечна лінія зіткнення з Росією та Білоруссю становить 1200 км). Це пояснюється тим, що у заростях цієї культури легко ховати ворожу техніку. Внаслідок цього, скорочення посіву цього року оцінюється у 30 % (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Розмір втрат сільськогосподарських культур у 2022–2023 р.р.

Втрати через зниження виробництва сільськогосподарських культур у 2022 р.				
Продукт	Базовий обсяг, млн тонн	Прогнозований обсяг у 2022 р., млн тонн	Ціна, долар/кг	Розмір втрат, млн дол.
Пшениця	30,8	20,55	\$0,28	\$2 513
Кукурудза	36,84	30,1	\$0,27	\$2 143
Ячмінь	9,53	5,83	\$0,27	\$837
Соняшник	14,91	10,3	\$0,72	\$3 032
Культури зерняткові	1,45	1,39	\$0,21	\$59
Культури кісточкові	0,53	0,48	\$0,65	\$173
Ягідні культури	0,14	0,12	\$2,14	\$89
Інші культури	71,06	58,65	\$0,22	\$2 667
Втрати через зменшення виробництва озимих культур у 2023 р.				
Продукт	Базовий обсяг, млн тонн	Прогнозований обсяг у 2023 р., млн тонн	Ціна, долар/кг	Розмір втрат, млн дол.
Озима пшениця	28,47	18,7	\$0,28	\$2 390,5
Озимий ячмінь	3,52	2,11	\$0,27	\$312,2
Озимий ріпак	3,49	4,53	\$0,59	\$317,8
Озиме жито	0,36	0,3	\$0,16	\$11,8

Соняшник та соняшникова олія є основним предметом експорту та основним медоносом України (Богданюк, 2018). Скорочення пов'язане ще й з тим, що багато фермерських господарств відчували дефіцит насіння соняшника: частину було знищено обстрілами, частина не прийшла із-за кордону у зв'язку з логістичними проблемами.

З іншого боку, в деяких областях значно збільшилися посіви гречки (до війни 50 % цієї культури імпортувалася з Росії, у результаті ціна на крупу зросла на 250 %). Деяка частина полів залишилася не зовсім засіяною, тому вони заросли медоносними бур'янами.

Після 8-ми місяців повномасштабної війни РФ проти України, підраховано збитки аграрного сектору України, які досягли майже до 6,6 млрд доларів США, або майже 23 % від всієї вартості активів сільського

господарства України (Міністерство аграрної політики та продовольства України: веб-сайт: <https://minagro.gov.ua/>, 2022).

Найбільше зниження прогнозованого врожаю 2022 р. порівняно з базовим сценарієм у ячменю (на 38,8 %), пшениці (на 33,3 %) та соняшнику (на 30,9 %), оскільки значна частка цих культур виробляється на територіях, які безпосередньо постраждали від війни. Порівняно з базовим сценарієм – у 2022 році знизиться на 18,3 % урожай кукурудзи. Невеликий спад врожаю кукурудзи ймовірно викликаний тим, що кукурудзяний пояс розташований в центральних областях України – над окупованим півднем і трохи нижче звільненої півночі. Сумарні втрати через зниження виробництва вищезазначених культур складають 8,5 мільярдів доларів США. Через скорочення виробництва озимих культур наступного року (табл. 1.1), фактичні втрати можуть бути значно вищими через зниження врожайності, спричинене низькою якістю посіяного насіння, меншим застосуванням засобів захисту рослин та добрив, а також можливим зменшенням посівних площ через нестачу обігових коштів в аграріїв внаслідок різкого падіння внутрішніх цін на експортно-орієнтовані культури.

Зниження цін на експортно-орієнтовані культури (пшениця, кукурудза, ячмінь та соняшник) є одним із наслідків вторгнення РФ на територію України. Через морську блокаду українських портів військовими силами РФ відбулося скорочення внутрішніх цін на ці культури. Експортерам доводилося перебудовувати логістичні ланцюжки від експорту морем до експорту залізницею, річковими портами та вантажівками. Це, в свою чергу, призвело до суттєвого зростання цін на доставку (з орієнтовних 30 доларів США за тонну продукції аж до 170–200 доларів США за тонну) та суттєвого скорочення попиту на експортно-орієнтовані культури через фізичні обмеження каналів експорту (KSE Агроцентр, 2022). Якщо до вторгнення РФ середньомісячні обсяги експорту коливались в діапазоні 5-7 мільйонів тон сільськогосподарської продукції – в перші місяці після вторгнення обсяг експорту скоротився у п'ять разів. Скорочення попиту та суттєве зростання вартості транспортування привело до середньозваженого скорочення цін на

експортно-орієнтовані культури на 33,7 %. З часу підписання зернової угоди з ООН та Туреччиною було розширено експортні можливості країни. Разом з цим – в Україні почалися жнива, що збільшило пропозицію на внутрішньому ринку. Поточні експортні можливості не задовольняють потреби експортерів, а витрати на транспортування залишаються високими. У поєднанні зі зростанням пропозиції через надходження нового врожаю, високий рівень невизначеності щодо подальшого функціонування зернового коридору, що викликаний безпідставними звинуваченнями РФ, а також – неможливістю продовжувати експорт з портів, що не входять до зернової ініціативи – все це створює додатковий тиск на внутрішні ціни, збільшуючи розрив між внутрішніми та світовими цінами на експортно-орієнтовані культури. В середині вересня середньозважені внутрішні ціни на основні експортно-орієнтовані культури були на 60,7 % нижче, ніж до вторгнення РФ, що призводить до 18,5 мільярдів доларів США втрачених доходів українських сільгоспвиробників (рис. 1.2) (Нейтер та ін., 2022).

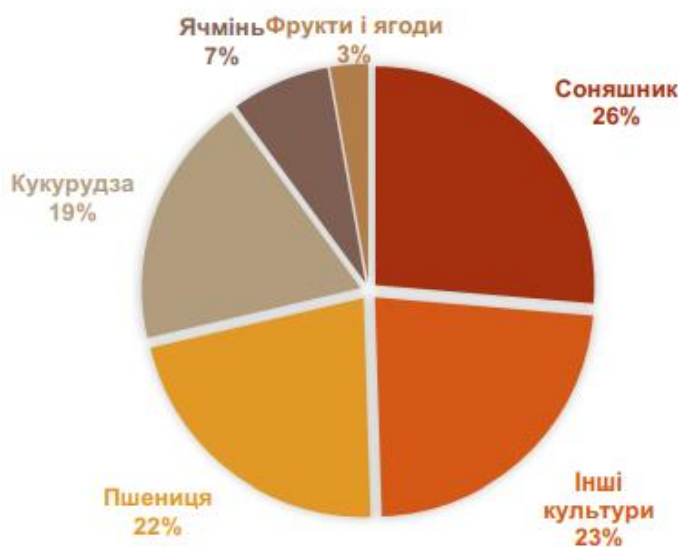


Рис. 1.2. Діаграма. Втрати у рослинництві через зниження врожаю у 2022 р.

Внаслідок усіх цих труднощів – ціна на мед в Україні зросла на 25-30 %. З огляду на це можна констатувати, що Україна цього року збере меду менше,

ніж звичайно, експорт зменшиться, що, можливо, вплине на зростання цін у світі. Адже наша країна входила до п'ятірки країн-лідерів з експорту меду.

Було б логічно очікувати, що з початком війни ціни на бджільницький інвентар, якщо й не знизяться, то як мінімум не збільшаться. Відіграє роль так званий відкладений попит, коли пасічники, які планували розширення пасіки або купівлю нового обладнання, відмовляються від цього до кращих часів. Незважаючи на ріст цін намітився легкий дефіцит на деякі позиції. Пов'язано це з інфляційними процесами, зростанням собівартості виробництва, зростаючими логістичними витратами. Насамперед, це відсутність чи дефіцит палива на заправках, перевірка на блокпостах, заборона пересування в нічний час через комендантську годину (без спеціального дозволу) – все це вносить додаткові труднощі. А головне те, що центром виробництва промислових товарів для бджільництва був Харківський регіон, який сильно постраждав під час війни. Частина підприємств, перебуваючи під обстрілом, призупинила роботу, виробничий потенціал інших підприємств був зруйнований ракетними ударами. Загалом за попередніми оцінками приблизно 30 % бджолиних сімей у Харківській області втрачено через війну, а падіння виробництва меду може становити 50 %. Але водночас позитивним наразі є той факт, що у регіонах, які традиційно постачають бджоломаток і бджолопакети – насамперед, Закарпаття (карпатська порода бджіл), Хмельниччина, Полтавщина (українська степова порода бджіл) – відсутні бойові дії і бджолярі з інших регіонів України зможуть при потребі отримати матеріал для поновлення своїх пасік. Науковці також зазначають, що за наявної в Україні такої кількості бджолосімей вирощується дуже малий відсоток рослин-медоносів. Водночас для того, щоб реалізувати сільськогосподарський потенціал нашої країни, в Україні не вистачає близько 6 млн бджолосімей. Разом з тим, фахівці відзначають, що цього року результати зимівлі бджіл доволі позитивні – втрати сімей після зимівлі були мінімальні. В цілому, погодні умови цього року мало відрізняються від попередніх – зима з температурними «гойдалками» та холодна затяжна весна.

Але, навіть під час війни спостерігаються випадки загибелі бджіл від обробки полів хімічними препаратами. Пов'язано це, як і раніше, з низькою культурою виробництва деяких фермерів, а ще з тим, що імпортні гербіциди європейських брендів, які мінімально впливають на бджіл, подорожчали, до того ж намітився їхній дефіцит. Їх замінили більш доступними препаратами китайського та індійського виробництва. Ситуація ускладнена ще тим, що на прифронтових територіях з метою захисту рубежів від диверсійних груп противника заборонили нічні роботи в полях. Це змусило механізаторів обробляти поля вдень, що призвело до збільшення згубного впливу на бджіл.

За словами директора ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича» Володимира Постоєнка, нині бджолярам потрібно зберегти наявні ресурси, впроваджувати нові технології та розвивати й примножувати потенціал.

У цьому напрямі є два важливих фактори:

1. Для підвищення експортного потенціалу необхідно розробити і затвердити географічне зазначення «український мед».
2. Займатися розвитком селекційної справи, збереженням порід бджіл.

Всі ці фактори прямо впливають на конкурентоспроможність українського меду на світовій арені, адже через проблеми в економіці, стану війни в Україні, бджолярі не завжди дотримуються встановлених норм державних та міжнародних стандартів.

1.2. Окремі показники якості меду, які можуть свідчити про фальсифікацію. Види фальсифікацій меду

Пропозиція високоякісного меду призвела до зростання ціни й більшої схильності до фальсифікації продукту, незважаючи на те, що мед займає лідерські позиції у світі. Таким чином, методи ефективного контролю якості та виявлення фальсифікації мають велике значення для забезпечення якості та безпеки.

Через збільшення попиту на мед зросла кількість спроб фальсифікацій для збільшення його об'єму за рахунок різноманітних речовин. Мед з домішками сахарози, підгодівля бджіл цукровим сиропом, наявність вмісту штучно інвертованого цукру в меді – є найпоширенішими видами фальсифікації. Як наслідок, утворюється продукт, який є ідентичним по смаковим якостям меду, але який відрізняється за його фізико-хімічними показниками.

Враховування сучасних міжнародних вимог якості та безпечності меду дозволить підвищити його конкурентоспроможність на українському та світовому ринках. (Каганець, 2009).

Наразі в Україні якість і безпечність меду регламентується ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний», розроблений Національним науковим центром «Інституту бджільництва імені П.І. Прокоповича» у 2005 р. та набув чинності з 01.01.2008 р. Розробка даного стандарту внесла значну роль у розвиток та становлення системи оцінювання якості та безпечності меду та допомогла наблизити її до міжнародних стандартів. (Бащенко та ін., 2016). Національний стандарт ДСТУ 4497:2005 регламентує розподіл меду на вищий і перший ґатунки. Директива Ради 2001/110/ЄС встановлює основні вимоги щодо вільного переміщення меду в рамках внутрішнього ринку ЄС. Для того щоб інформація про якість продукту була відомою для споживачів – Директива ЄС встановила основні правила щодо маркування та складу натурального меду, щоб гарантувати вільний рух меду в країнах Європейського Союзу. Документ також зазначає інформацію про географічне походження меду, що відповідає інтересам споживачів.

Згідно з Директивою Ради 2001/110/ЄС мед для продажу на ринок повинен відповідати таким вимогам: вміст фруктози та сахарози у меді – не менше 60 г/100 г; вміст вологи не більше 20 %; вільних кислот не більше 50 мл. екв. кислоти на 1000 г; діастазне число (шкала Шаде) не менше 8; вміст ГМФ – не більше 40 мг/кг.

За даними європейської системи менеджменту забезпечення якості та безпеки продуктів бджільництва здійснюється на всіх рівнях – від заготівельника до роздрібного продавця. Згідно стандартів ЄС оцінка якості та безпечності меду включає в себе не лише органолептичні та фізико-хімічні показники, але також і визначення вмісту антибіотиків, пестицидів, важких металів, радіонуклідів, наявність яких не повинна перевищувати гранично допустимих рівнів (Council Directive 2001/110/EC, 2001).

Провівши порівняльний аналіз, з'ясовано, що фізико-хімічні показники вагомо різняться у ДСТУ 4497:2005 та міжнародному стандартах, хоча у новому Наказі Міністерства аграрної політики та продовольства України 19 червня 2019 року № 330 містяться вимоги, максимально наближені до міжнародних та європейських (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

***Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників якості меду
за різними нормативними документами***

Показники якості	ДСТУ 4497:2005		Директива Ради 2001/110/ЄС	Codex Alimentarius Honey Standart
	вищий гатунок	перший гатунок		
Масова частка води %, не більше /	18,5	21	не більше ніж 20 %	не більше ніж 20 %
Масова частка відновлювальних цукрів (до безводної речовини) %, не менше	80	70	не менше ніж 60 g/100g	не менше ніж 60 g/100g
Діастазне число (до безводної речовини), од. Готе, не менше	15	10	Шкала Шаде, не менше ніж 8	Шкала Шаде, не менше ніж 8
Вміст гідроксиметил-фурфуролу (ГМФ), мг/кг, не більше	10	25	не більше ніж 40	не більше ніж 40
Кислотність, міліеквіваленти гідроокису натрію (0,1 моль/дм ³) на 1 кг, не більше	40,0	50,0	не більше 50 міліеквівалентів кислоти на 1000 г	не більше 50 міліеквівалентів кислоти на 1000г
Вміст проліну мг на 1 кг не менше	300	300	не нормується	не нормується
Електропровідність мСм/см	0,2-1	0,2-1,5	не більше ніж 0,8 mS/cm	не більше ніж 0,8 mS/cm

Вміст гідроксиметилфурфуролу (ГМФ) є одним із важливих параметрів якості меду. ГМФ – це тверда жовта речовина, яка містить альдегідні і спиртні (гідроксиметильні) функціональні групи, але при цьому добре розчинна у воді і має низьку температуру плавлення. У зразках нектарного меду вміст ГМФ нижчий, ніж у зразках квіткового меду (Pasias et al, 2017). ГМФ утворюється в

основному в продуктах харчування, які піддаються термічній обробці або тих, що містять велику кількість цукрів, в той же час – у свіжих продуктах він практично відсутній. Його вміст у продуктах, що містять цукор, являє собою показник зберігання, обробки або терміну їжі. Наявність гідроксиметилфурфуролу характеризує натуральність меду і ступінь збереження його властивостей в процесі зберігання і переробки.

Цей показник, метод визначення якого запропонований Н.А. Селівановим і Фіге, використовують для виявлення фальсифікації натурального меду. При нагріванні вуглеводневих продуктів з кислотою поряд з розщепленням сахарози і крохмалю на прості цукри відбувається часткове розкладання фруктози і глюкози з утворенням гідроксиметилфурфуролу. Така ж реакція проходить і при нагріванні меду за температури вище 55 °С протягом 12 год або при його зберіганні в кімнатних умовах (20-25 °С) в алюмінієвій тарі. Стандартом передбачається якісна реакція на ГМФ із резорцином. Вона повинна бути негативна. Однак резорцин реагує не тільки з ГМФ, але й з багатьма іншими альдегідами, у тому числі і з відновлюючими цукрами. Наявність у меді 10–20 % штучно інвертованого цукру також дає вишнево-червоне забарвлення, при малих кількостях ГМФ реакційне середовище забарвлюється в оранжеві або рожеві відтінки. В результаті отримують завищені результати, а побічні відтінки отриманого забарвлення ускладнюють виявлення вишнево-червоного кольору. Більш точним є метод кількісного колориметричного визначення ГМФ в присутності барбітурової кислоти та паратолуїдину.

У перші місяці зберігання меду утворений оксиметилфурфурол розкладається ферментами до простих речовин, не шкідливих для нашого організму. При тривалому зберіганні після “старіння” ферментів ГМФ не розкладається, а накопичується у вільному вигляді. Якщо у свіжовідкачаному меді вміст гідроксиметилфурфурола складає 1–5 мг на 1 кг продукту, то після 4–5 років зберігання його кількість збільшується до 150–200 мг/кг. При нагріванні меду вміст ГМФ також збільшується. Однак при наступному зберіганні прогрітого в допустимих режимах меду – ГМФ, який утворився в

результаті нагрівання, розкладається і вміст його встановлюється на рівні, регульованому ферментами.

Згідно національних стандартів, вміст ГМФ у натуральному меді не повинен становити більше 10 та 25 мг/кг ГМФ (відповідно для меду вищого та першого гатунків), а в країнах Європейського Союзу та Світової організації торгівлі цей показник не повинен перевищувати 40 мг/кг (Пислар, 2012). ГМФ міститься майже у всіх продуктах, не лише у меді, а і в продуктах, які піддаються термічній обробці і містять цукри в своєму складі, починаючи від хлібопекарських виробів і фруктових соків різної концентрації до алкогольних напоїв. За дослідженнями науковців (Shapla et al., 2018), незважаючи на генотоксичні, канцерогенні, органотоксичні та інгібіторні властивості для здоров'я людини вплив, окрім негативного впливу, ГМФ має багато позитивних ефектів: антиоксидантний, протиалергічний, протизапальний та антигіпоксичний. Безпечний рівень вживання продуктів з високим вмістом ГМФ досі ще не був визначений, проте людина може його вживати від 30 до 150 мг на день (Abraham et al, 2008).

Крім гідроксиметилфурфуролу, ферментативна активність діастази може використовуватися для виявлення фальсифікації меду, оскільки її активність зменшується в старому або підігрітому меді (Yilmaz, 2014). Ферментативна активність – це показник, що відображає процес перетворення нектару в мед в процесі дозрівання.

Якщо мед фальсифікувався цукровим сиропом, то в ньому значно знижується вміст ферментів, кількість інвертованого цукру, мінеральних речовин і підвищується рівень сахарози. На активність ферментів меду вказує діастазне число, збільшений вміст якого, свідчить про натуральність, фальсифікацію, стан та умови зберігання меду. Різні ботанічні сорти мають різну кількість діастази і варіюються в межах – від нуля до 50 од. Готе і більше. Гречаний, вересовий, падевий меду мають найбільш високе діастазне число. Зазвичай, діастазне число знижується до мінімуму при усіх видах фальсифікацій, у тому числі в яких була заміна його цукром. Низький вміст

ферментів, на відміну від гречаного (20–50 од.), має білоакацієвий мед (5–10 од.), дещо вищу – еспарцетний (до 30 од.) (Хоменко та ін., 1995). Деякими авторами (Крайнюк та ін., 2009) досліджено, що в липовому, конюшиновому, соняшниковому та медах з хаменерію – найнижча ферментна активність. Діастазне число – це один із основних показників якості меду, який вивчається починаючи з 60-х років 20 століття. Так, Арінкіна А.І. встановила, що амілазна активність меду починає знижуватися за умови його нагрівання до температури 90° С, діастазна – до 60° С, фосфатазна – понад 40°С. Тому, при нагріванні меду вище 40° С відбувається часткова або повну інактивація ферментів, а до 60° С – їхнє руйнування. Термін та умови зберігання меду також впливають на кількісне значення діастазного числа. Також встановлено, що вміст ферментів меду, який зберігався на світлі за кімнатної температури впродовж одного року, знижувався у три рази (Сирохман та ін., 2009). Виявити фальсифікацію меду буряковим чи тростинним цукром також можливо визначити за діастазним числом. Натуральний мед досить легко перемішується з цукровим сиропом. Визначити цей вид фальсифікації лише органолептичними властивостями доволі важко. Такі меди характеризуються більш світлим забарвленням (на відміну від характерного для цього сорту кольору), відрізняються своєрідним цукровим смаком, слабо вираженим ароматом та рідшою консистенцією. Якісна реакція визначення діастазного числа ґрунтується на реакції крохмалю з йодом. Поява синього кольору вказує на відсутність ферментів у меді, тобто його фальсифікацію цукром чи нагрівання понад 60° С. Такий результат свідчить про потребу подальших кількісних випробовувань діастазного числа або досліджень вмісту гідроксиметилфурфуролу, який утворюється за обробки меду високими температурами. За вимогами чинного національного стандарту активність діастази має бути не менше 15 та 10 од. Готе для меду вищого та першого ґатунку відповідно, а для меду з акації – не менше 5 од. Готе. За міжнародними вимогами активність діастази після виробництва меду має бути не менше ніж 8 од. Schade, крім меду пекарського, і не менше ніж 3 од. Schade – для медів з низьким природним вмістом діастази (мед з акації та цитрусових).

За даними моніторингу якості меду бджолиного в Україні активність діастази у медах різного ботанічного походження з різних регіонів України знаходиться в межах 10,5–44,5 од. Готе. White оцінив кількість діастази та ГМФ під час обробки меду: згідно з отриманими результатами, він повідомив, що діастаза не є основним індикатором для оцінки якості меду, тому пропонується використовувати лише ГМФ, коли йдеться про перегрівання меду та оцінку свіжості (White, 1994). Інше дослідження також показало, що передбачення терміну зберігання для меду, заснованого на оцінці діастази, не покращує результати, а фактично збільшує невизначеність запропонованих моделей і забезпечує трохи довший термін служби (Fallico та ін. 2008). Методика дослідження меду на активність діастази згідно національного стандарту відрізняється від закордонної, що викликає розбіжність отриманих результатів. У даному випадку необхідно проводити гармонізацію методик вимірювання.

Органічні та неорганічні кислоти завжди містяться у складі меду. Яблучної кислоти найбільше міститься в меді, виявляють також інші органічні кислоти – молочну, винну, щавлеву, лимонну, бурштинову та деякі інші. В меді ці кислоти перебувають у вільному стані. Кислотність меду збільшується при його закисанні за рахунок вироблення оцтової кислоти. Визначення кислотності меду за вмістом мурашиної кислоти не є точним, адже її вміст у квітковому меді мінімальний. Мед містить також солі органічних і неорганічних кислот (Kowalski, 2017). Вміст кислот у меді характеризують показником *загальна кислотність*. Загальну кислотність прийнято виражати кількістю мілілітрів 0,1 н розчину гідроокису натрію, який було витрачено на титрування 100 г меду. Високий вміст кислот може свідчити про закисання меду і накопичення оцтової кислоти або штучну інверсію сахарози в присутності кислот (штучний мед). Низький вміст кислот дуже часто може вказувати на фальсифікації меду цукровим сиропом, крохмалем або переробки бджолами цукрового сиропу (цукровий мед) та ін. Фактори, які впливають на точність показників – це рН дистильованої води (повинна бути 7,0); нормальність розчину гідроокису

натрію (повинна бути строго 0,1 н, так як при тривалому витримуванні в бюретках нормальність гідроокису натрію змінюється) (Богданов та ін., 2003).

Кислотність меду обмежує ріст мікроорганізмів, оскільки оптимальний рН для більшості організмів від 7,2 до 7,4. З іншого боку, за даними авторів (da Silva et al., 2016), визначення рН також може бути показником фальсифікації меду. Так, у результаті додавання кукурудзяного сиропу з високим вмістом фруктози у бразильський мед значення рН значно підвищувалось у порівнянні з чистим медом. Деякі автори указують на підвищення кислотності з плином часу, а також під час бродіння, тому що медові цукри за дії медових дріжджів перетворюються у кислоту. Цукрове бродіння – це утворення летких кислот (C_2 – C_{12}), які можуть пошкодити якість продукту. Крім того, органічні кислоти вносять вклад у сенсорні властивості меду, які обумовлюють колір і смак продукту (da Silva et al., 2016).

Вільна кислотність є важливим параметром, який пов'язаний з погіршенням якості меду і характеризується наявністю органічних кислот у рівновазі з лактоном, внутрішніми ефірами і деякими неорганічними іонами, такими як фосфати, сульфати і хлориди (da Silva et al., 2016). За ДСТУ 4497:2005 вільна кислотність у меді вищого та першого ґатунків не повинна перевищувати 40 і 50 мекв/кг відповідно. Відповідно до європейських стандартів якості меду та норм, визначених наказом Мінагрополітики України №330 від 19.06.2019 вільна кислотність не повинна перевищувати 50 мекв/кг.

Натуральний мед в своєму складі вміщує невелику кількість органічних (мурашина, яблучна, лимонна, щавлева, молочна та ін.) і неорганічних (соляна, фосфорна) кислот. Значення його коливається від 1,1 до 98 мілі-екв/кг (в середньому 25 мілі-екв/кг). Активна кислотність вказує на присутність вільних кислот за допомогою розведеного розчину меду, який показує вміст та концентрацію водневих іонів і виражають її у вигляді значень рН. Значення рН може коливатися від 3,5 до 4,1 – для квіткових світлих медів, від 3,81 до 5,20 – для падевого. Для визначення натуральності меду часто використовують показник активної кислотності. До прикладу, липовим медам притаманний

вищий показник активної кислотності. В основному рН більшості світлих медів коливаються від 3,5 до 4,1 одиниці (наприклад, соняшниковий мед не перевищує показник за 4,15; вересовий – 4,14; акацієвий – 4,11; буркуновий – 3,95; еспарцетовий – 3,85; малиновий – 3,8; фацелієвий – 3,77), тоді як рН водних розчинів липових медів варіюють від 4,5 до 7 одиниць (Ковалевська та ін., 2012). За ДСТУ 4497:2005 вільна кислотність у меді вищого та першого ґатунків не повинна перевищувати 40 і 50 мекв/кг відповідно. Згідно європейських стандартів якості меду та норм, визначених наказом Мінагрополітики України №330 від 19.06.2019 вільна кислотність не повинна перевищувати 50 мекв/кг.

Пролін є основною амінокислотою меду, яка пов'язана з його антиоксидантними властивостями. Кількість проліну використовується як критерій стиглості меду і може також використовуватися для виявлення фальсифікації за допомогою цукру. Значно понижений рівень проліну свідчить про фальсифікований мед. Пролін також може розкладати цукри, які є в складі меду, як і ферменти. На додаток до цієї властивості – підвищений вміст амінокислоти супроводжується зниженням рН рівня, що призводить до збільшення кислотності меду, і що, в свою чергу, сприяє стійкості меду до бродіння та тривалого зберігання (Федорук та ін., 2014). Європейське законодавство не встановлює мінімуму значення концентрації проліну в меді. Згідно стандартів ДСТУ він не повинен становити менше 300 мг/кг. Однак мед з проліном менше 180 мг/кг вважається незрілим або фальсифікованим. Значна варіабельність показників вмісту проліну в меді одного ботанічного походження, у нашому випадку – різнотрав'я, може бути пов'язана з флористичним складом пилкових зерен (Лазарева, 2015). У статті відзначено, що у медах, в яких трапляються у великій кількості пилові зерна з гречки, конюшини, липи, буркуну, то вміст проліну буде коливатися від 320 до 523 мг/кг. Вміст проліну буде варіювати від 273 мг/кг та вище, якщо кількість пилових зерен з соняшнику будуть становити більше 20 %. Встановлено, що

найменший вміст спостерігається у меді з акації, а найбільший – з гречки. Поліфлорний мед характеризується середніми значеннями цього показника.

Найбільш розповсюджені фальсифікати – цукровий мед, штучно інвертований цукор і мед з домішкою сахарози.

Найпоширенішим способом фальсифікації меду є додавання сахарози, яка не повинна бути більше 1 % від його висушеної маси. Надмірне годування бджіл сахарозою також є методом фальсифікації (Guler et al., 2007; Cotte et al., 2003). Інші способи фальсифікації включають додавання фруктози або глюкози, що змінює співвідношення фруктоза/глюкоза (1-1,2 дюйма).

Найбільш складно розпізнати цукровий мед – продукт, отриманий бджолами після переробки цукрового сиропу. У цукровому меду містяться ті ж ферменти, що й у натуральному, які бджоли додають до нього в процесі переробки сиропу. Непряма фальсифікація останнім часом стала серйозною проблемою. З усіх фальсифікацій меду цю підробку визначити найважче. Склад натурального меду мінливий і показники якості меду можуть помилково сприйняті за показники, що характеризують його як фальсифікат.

Цукор-пісок додають на початкових стадіях кристалізації меду з метою фальсифікації. Через певний час мед являє собою рівномірно закристалізовану масу. Таку фальсифікацію неможливо розпізнати звичайним споживачем. Існують різні способи якісного та кількісного визначення добавок товарного цукру до меду. Ці методи засновані на визначенні бісульфітних похідних глюкози і фруктози, що утворюються у процесі обробки дифузійного соку цукрового буряка сірчистим газом. Ці похідні являються досить стійкими сполуками і вони не руйнуються за високих температурах і під впливом ферментів бджоли. Тому виявлення у меді таких сполук вказує на наявність у ньому цукру. За допомогою мікроскопічного дослідження можна також виявити фальсифікацію меду цукром-піском або цукровою пудрою. Для підвищення в'язкості продукту додають желатин. Завдяки цьому погіршуються смакові та ароматичні властивості, а концентрація інвертованого цукру та білка – підвищується. Для збільшення кількості готового продукту використовують

борошно та крохмаль і виявити такий вид фальсифікації можна за якісною реакцією на йод. На погіршення органолептичних властивостей меду і низький вміст інвертованого цукру може вказувати додавання до меду цукрової патоки. Також можливо визначити сполуки рабінози та хлоридів під дією реагентів, які зазвичай містяться у цукровій патоці. За допомогою якісної реакції з азотистим сріблом або оцтовокислого свинця і метиленовим спиртом можна виявити додавання цукрової патоки (Куцан та ін.,2014).

Пасічники дуже часто нагрівають мед для декристалізації, припинення бродіння і у випадку фальсифікації. При нагріванні меду вище за 60 °C одразу погіршуються органолептичні показники (мед набуває темних відтінків, зникає аромат, з'являється присмак карамелі); знижується ферментативна активність і бактерицидність; збільшується вміст оксиметилфурфуролу, який відноситься до шкідливих речовин з канцерогенною дією на людський організм. Під час зберігання в торговельній мережі такий мед розшаровується: верхній шар містить міжкристалеву рідину, а нижній – кристали глюкози і її конгломерати різних розмірів (Куцан та ін.,2014).

Фальсифікація меду представлена різноманітними видами: *асортиментна* (часткова заміна цінних видів менш цінними), *кількісна* (відхилення від номінальної маси або об'єму), *інформаційна* (неточна, неправдива інформація про мед у маркуванні та рекламі, підроблення сертифіката відповідності, товаросупровідних і митних документів, ветеринарного свідоцтва, штрих-коду), *якісна* (додавання до натурального меду різноманітних домішок: цукрів, цукрового сиропу, крохмалю чи борошна, цукрової або крохмальної патоки, штучного чи зацукрованого меду).

Під час *асортиментної фальсифікації* підробка виконується за допомогою повної чи часткової заміни товару його замінником іншого виду чи найменування із збереженням схожості однієї чи декількох ознак. Асортиментна фальсифікація меду супроводжується частковою заміною кращих видів меду менш цінними. Наприклад, найбільш цінні у лікувальному відношенні види меду (липовий, малиновий, травневий), а отже, і найбільш

дорогі можуть частково або повністю підмінятися менш цінними. Іноколи квітковий мед частково замінюють квітковим з домішками паді. За показниками вмісту пилку переважаючих у меді квітів, складу цукрів, величини активної кислотності можна встановити підміну одного виду квіткового меду іншим (Мельник та ін., 2022).

Мед став мішенню нечесних осіб і виробників, які отримують прибуток від цього прибуткового бізнесу. За даними (Ghoshal et al, 2018), найбільш часто для фальсифікації меду використовується кукурудзяний сироп з високим вмістом фруктози, інвертований цукровий сироп, тростинний цукровий сироп, пальмовий цукор, сироп з високим вмістом фруктози, інуліну тощо.

При *якісній фальсифікації* покращення органолептичних властивостей, при зберіганні або втраті інших споживчих властивостей чи заміні товару вищої якості нижчою підробка товару відбувається за допомогою харчових і нехарчових добавок. Засобами цього виду фальсифікації служать добавки і товари тієї ж назви, що й товар, вказаний на маркуванні, в супровідних документах, але нижчої якості. Вважається, що ознаками якісної фальсифікації є – використання дозволених і недозволених добавок, передбачених рецептурою, з метою введення в оману споживача відносно справжніх властивостей товару. Навмисно підвищені споживчі властивості – і є кінцевою метою фальсифікатів. До якісної фальсифікації відноситься і пересортиця товарів. Розпізнати фальсифікат можливо за допомогою визначення ферментативної активності, вмістом сахарози, оптичною активністю. Однак, ще не існує показників, за якими можна було б зі 100–% точністю встановити фальсифікат без помилки для будь-якого натурального меду.

Кількісна фальсифікація (недоважування, обмірювання). Ця фальсифікація заключається в омані споживача за рахунок значних відхилень параметрів товару (насамперед маси або об'єму), що перевищують гранично припустимі норми відхилень. Наприклад, занижують масу нетто меду або об'єм тари, у яку він розфасований, завдяки більш товстим стінкам або через нещільне набивання і повітряні порожнини. Виявити таку фальсифікацію

досить просто: треба виміряти масу або об'єм продукту перевіреними приладами.

Інформаційна фальсифікація: подається невірна інформація в товарно-супровідних документах, маркуванні і рекламі; досить часто неточно вказують найменування товару, його кількість; властивості. Підробка сертифікату якості, ветеринарного свідоцтва, митних документів, штрихового коду та ін. – все це відноситься до інформаційної фальсифікації. Виявити таку фальсифікацію можливо за допомогою спеціальної експертизи, яка дозволяє встановити: яким способом виготовлені друковані документи; чи є в них підчищення, виправлення; чи є штрихкод підробленим; чи відповідає інформація в ньому заявленому товару і його виробнику тощо (Куцан та ін., 2014).

Визначення меду, що піддавався нагріванню. При зберіганні меду відбувається природний процес його кристалізації, який йде мимовільно і не знижує якості продукту.

Підігрівання меду за допомогою високих температур призводить до його декристалізації. Причини, які існують для проведення термообробки меду:

- 1) затримка кристалізації меду і зміна його здатності до кристалізації;
- 2) знищення мікроорганізмів, які забруднюють мед. Утворення кристалів та кристалізація меду пропорційно залежні від складу хімічних елементів, які містяться в меді (співвідношення глюкози і фруктози, кількість води).

Недоліки кристалізації меду в промислових масштабах:

- складнощі у навантаженні і розливанні меду;
- труднощі в роботі з дозаторами, наповнювачами, пакувальниками машин.

Крім того, більшість споживачів віддають перевагу рідкому меду. Кристалізація меду всередині упаковки ускладнює його вилучення, особливо в невеликих індивідуальних порціях, що використовуються в системах громадського харчування, таких як готелі, авіакомпанії і т.д. Недотримання належних умов термічної обробки меду (повільне нагрівання при низьких

температурах) може призвести до зниження якості меду через утворення двох фаз (кристалічної та рідкої). Нерідко для продажу доставляють мед, який нагрівають для припинення в ньому шумування (гинуть дикі види дріжджів), надання йому рідкої консистенції і при різних фальсифікаціях.

Необхідно пам'ятати, що в меді, підігрітому вище 60 °C руйнуються ферменти, у результаті чого знижується його якість, зменшується бактерицидність, збільшується вміст оксиметилфурфурола, погіршуються органолептичні показники: мед темніє, послаблюється аромат, з'являється присмак карамелі. Підігрітий мед визначають за органолептичними показниками, ферментативною активністю, якісною реакцією на діастазу, однак це не завжди може показати фактичний результат. Незначне нагрівання меду можна визначити реакцією на оксиметилфурфурол. Підвищує ефективність виявлення підігрітого або зіпсованого меду дріжджовий тест (Хоменко та ін., 1995).

Рослини, які є джерелами речовин, що використовуються для фальсифікації меду, можна класифікувати як рослини C3 та C4, зважаючи на їх вуглецевий обмін. Рослинами C3 є рис, пшениця та буряк, тоді як кукурудза та цукрова тростина належать до C4. Рослини C3 фіксують атмосферний CO₂ за допомогою циклу Кальвіна, першим продуктом якого є тривуглецева 3-фосфогліцерінова кислота, рослини C4 фіксують CO₂ за допомогою циклу Хетча-Слека з утворенням чотиривуглецевої щавлевооцтової кислоти (Мельник та ін., 2022).

Отже, встановлено, що якість меду та його фальсифікацію можливо встановити за основними фізико-хімічними показниками такими як: вміст ГМФ, рівень рН та вільної кислотності, діастазне число, вміст проліну. За даними наукових досліджень виявлено, що при тривалому зберіганні та нагріванні меду підвищується рівень ГМФ, знижується ферментативна активність діастази, вміст проліну, кількість інвертованого цукру, мінеральних речовин і підвищується рівень сахарози та кислотність меду. Доведено, що вищі межі коливань вмісту ГМФ у зразках меду можуть бути зумовлені не

лише нагріванням. Утворенню ГМФ у меді можуть сприяти, також, низький рН, висока вологість, каталізований кислотами гідроліз цукрів та збільшення співвідношення фруктоза/глюкоза. Рівень рН є важливим показником, який може вказувати на закислення меду і накопичення оцтової кислоти або утворення штучної інверсії сахарози в присутності кислот (штучний мед), так і може свідчити про фальсифікацію меду цукровим сиропом, крохмалем або переробкою бджолами цукрового сиропу (цукровий мед), але при цьому він не нормується за державними та міжнародними стандартами. Фальсифікація меду представлена різноманітними видами: *асортиментна* (часткова заміна цінних видів менш цінними), *кількісна* (відхилення від номінальної маси або об'єму), *інформаційна* (неточна, неправдива інформація про мед у маркуванні та рекламі, підроблення сертифіката відповідності, товаросупровідних і митних документів, ветеринарного свідоцтва, штрих-коду), *якісна* (додавання до натурального меду різноманітних домішок: цукрів, цукрового сиропу, крохмалю чи борошна, цукрової або крохмальної патоки, штучного чи зацукрованого меду).

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Предмет дослідження – аналіз вмісту ГМФ, рН та вільної кислотності у зразках меду з різнотрав'я збору 2021 р. з пасік Чернівецької та Сумської областей у межах Лісостепової зони України.

Об'єкт дослідження – поліфлорний мед з приватних пасік, зібраних у межах Лісостепової зони Чернівецької та Сумської областей.

Матеріал дослідження – зразки меду Чернівецького, Дністровського районів Чернівецької області та Сумського і Роменського районів Сумської області.

2.1. Територіальні особливості досліджуваних областей

Зразки меду відбирали з пасік двох областей України у межах Лісостепової зони: Чернівецької, Прут-Дністровська височина (південний захід) та Сумської, північно-східна частина України; охоплює частини Середньоруської височини та Придніпровської низовини (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Чернівецька і Сумська області на карті природних зон України

Лісостепова зона – це природна зона помірного поясу, для якої характерне чергування лісової та степової рослинності. Лісистість території більша у західній частині; там вона досягає 15 % (середня лісистість – 12,5 %). Лісоутворювальними породами зони є дуб, граб, бук, клен, липа. До лісових масивів безпосередньо прилягає степ, проте він не займає великих площ, тому що його змінили агроценози. Майже всі ділянки розорані й зайняті різноманітними сільськогосподарськими культурами (пшениця, ячмінь, овес, гречка, цукрові буряки, картопля, овочеві культури та інші). Доволі великі площі в лісостепу зайняті луками. Клімат у лісостеповій зоні помірно континентальний, його континентальність збільшується у східному напрямку.

До складу факторів, що впливають на бджільництво відносять природно-кліматичні особливості, ресурси кормової бази та екологічний стан території. Один з найважливіших кліматичних показників для бджільництва являється температура. Особливості клімату є те, що він впливає на час цвітіння медоносних культур, рівень продуктивності та терміни роботи бджіл в період медозбору. Територіальні екологічні умови впливають на якість меду та продукти його переробки. Території, які розташовуються в радіусі не менш як 3 км (відстань, яка є продуктивною для льоту бджіл) від антропогенно забруднених територій, зокрема сміттєзвалищ, складів отрутохімікатів, тваринницьких ферм, земель, де проводиться видобуток корисних копалин, - вважаються придатними територіями. Даний фактор обмежує площі земель для безпечного розташування пасік та вирощування кормової бази для бджіл (Гавришко, 2010). Структурно-територіальне розміщення населення – є одним із важливих чинників для розвитку галузі бджільництва, тому що території, які розташовані в регіонах з високим рівнем урбанізації є непридатними для ведення екологічно чистого продуктивного господарства.

Чернівецька область за районуванням території включає в себе три фізико-географічні зони: гірську, передгірську, лісостепову, які відрізняються за кліматичними показниками, складом сільськогосподарських земель, кількістю об'єктів природного-заповідного фонду (ПЗФ) та промисловістю. За

адміністративно-територіальним районуванням область включає Вижницький, Чернівецький та Дністровський райони. Для максимальної репрезентативності результатів досліджень зразки меду відбирали з пасік Дністровського (11 зразків) та Чернівецького (5 зразків) районів у межах Лісостепової зони (рис. 2.2), оскільки на території Сумської області немає гірської зони.



Рис. 2.2. Карта-схема досліджених районів Чернівецької області (А) з населеними пунктами розташування пасік (Б):

 (📍) – Чернівецький;  (📍) – Дністровський райони

Чернівецький район розташований у межах Передкарпаття і Лісостепової зони. Рельєф складається з рівнинної зони, 43 % земель покриті багаторічними насадженнями. Ґрунти представлені темно-сірими лісовими та дерновими, дерново-підзолистими поверхнево оглеєними і лучними ґрунтами гірських річкових долин (Смага, Казімір, 2013). Частка розораних земель – 60,9 %, частка с/г угідь (46 %) є однією з найменших в області. Площа сіножатей та пасовищ складають 8,2 та 11,2 тис. (Беспалько, Хрищук, 2013). Чернівецький район має найбільшу серед районів області кількість промислових об'єктів (15) і включає обласний центр, де зосередженні головні автомагістралі, які найбільше забруднюють атмосферне повітря. Обсяг шкідливих викидів в атмосферу становить 123,844 т. Містить 134 об'єкти ПЗФ загальною площею 27549,4 га, що становить 34 % від площі області (Грицку, 2018).

Дністровський район простягається у північно-східній частині Чернівецької області. Рельєф підвищений, хвилясто-пасмовий, лісовий

рівнинний. Клімат помірно континентальний. Середня температура січня – -4,8°C, липня – +19,2°C. Період, протягом якого температура перевищує +10°C, становить 180 днів. Річна кількість опадів коливається від 600 до 614 мм, більшість з яких випадає літом (70-75 %). Сніговий покрив нестійкий і його висота становить в середньому 17 см. Міститься у Передкарпатській фізико-географічній зоні, у теплому і вологому агрокліматичному районі.

У лісостеповій зоні Чернівецької області переважають сільськогосподарські угіддя, а в їх складі – рілля. Сільськогосподарські угіддя представлені в основному, ріллею (40,1 %), меншою мірою – сіножатями і пасовищами (13,5 %), багаторічними насадженнями (3,8 %). Загальна площа сільськогосподарських угідь – 469,7 тис. га, що становить 58 % до загальної площі території. Інтенсивний розвиток сільського господарства, хвилястий рельєф території призвів до значної ерозії ґрунтів: з 92,3 тис. га в 1959 році до понад 250 тис. га за останні роки, що становить більше половини всіх сільськогосподарських угідь області. Піддані водній ерозії 142,42 тис. га – це 17,6 % від загальної площі регіону.

Чисті та змішані букові, грабово-дубові ліси із флористичним різноманіттям займають великі площі лісових масивів.

Дана територія представлена різноманітними лучними комплексами – луки на багатих дерново-глейових, лучних ґрунтах (союзи *Festucion pratensis*, *Arrhenatherion elatioris*), луки на збіднених піщаних алювіальних відкладах (союзи *Cynosurion cristati*, *Holcetum lanati*), щучникові луки, які формуються в умовах підвищеної кислотності ґрунту в негативних формах рельєфу (союз *Deschampsion*).

В межах Дністровського району Чернівецької області склалися найсприятливіші кліматичні умови для вирощування фруктів (яблуко, слива). Середньорічне виробництво фруктів становить близько 200 тис. тон. У Недобоївській ОТГ сконцентровано холодильні фруктосховища (90 тис. тон).

В даній місцевості сконцентровано виробництво жерстяних банок, кришок для консервування, поліетиленової продукції, кріпильних виробів,

концентрованих соків, м'яса, керамічних блоків, паркетів та інших виробів з деревини.

Сільське господарство є також провідною галуззю району. В районі сформовано 3 основні напрямки виробництва сільськогосподарської продукції: вирощування зерна та м'ясо-молочної продукції (села Рукшин, Каплівка, Ворничани, Данківці, Білівці, Ярівка); вирощування овочевої продукції (села Перебиківці, Пригородок, Круглик, Владична); вирощування фруктів та ягід (села Недобоївці, Ширівці, Зарожани, Клішківці, Шилівці, Бочківці, Грозинці, Колінківці).

Дністровський район характеризується інтенсивним розвитком садівництва і здавна славиться яблуневими садами. Тут сформувалися своєрідні ґрунти та клімат для садівництва, завдяки природнім ландшафтам. Дністровський район по праву охрестили «Яблуневою агломерацією», адже вона утворилася навколо унікальності громад, навколо їх садів. Основу агломерації складають Клішковецька, Недобоївська, Рукшинська та Хотинська об'єднані територіальні громади. Яблунева агломерація налічує близько 50 000 осіб, 70 % з яких – малі товаровиробники, які займаються вирощуванням фруктів (Корнівський О., 2012).

Останніми роками спостерігається інтенсивний обробіток садів та полів, які негативно впливають на стан навколишнього середовища та здоров'я людей. Найбільшу небезпеку становить обприскування насаджень у денний час доби, особливо забороненими препаратами, які використовують аграрії, порушуючи регламент обробітку. Як наслідок, в цьому регіоні дуже часто спостерігається масова смертність бджіл.

Сільське господарство є однією із важливих галузей народно-господарського комплексу району. Земельні угіддя району складають 46,5 тис. га, з них 31,2 тис. га. ріллі. Серед виробництва продукції рослинництва переважає вирощування зернових культур. Відроджено тваринництво – свинарство та птахівництво.

На сьогоднішній день на базі створених колишніх 25 колективних сільськогосподарських підприємств виробничу діяльність здійснюють 9 товариств з обмеженою відповідальністю, 10 приватних підприємств, 117 фермерських господарств. Валове виробництво сільськогосподарської продукції у районі значно зросло.

Промисловість наразі представлена восьма підприємствами різних форм власності і є однією з важливих галузей народногосподарського комплексу району.

ТзОВ ВКТ «Арго» є одним із найбільших промислових підприємств району на якому виробляється більше 85 % загально-районних обсягів промислової продукції. Дане підприємство є одним з лідерів по виробництву металевої тари та пакувальних матеріалів на ринку України. Тут виробляються жерстяні банки, кришки для консервування, поліетиленова продукція, здійснюється лакування жерсті та літографія.

ВАТ «Калібр» є також важливим підприємством району, яке зосереджене на виробництві гвинтів, гайок, шайб, шпильок, метричних різьб, шурупів та інших оригінальних кріпильних виробів.

До складу підприємств харчової промисловості є ВАТ «Хотинський завод продтоварів», Владичанський консервний завод, ТзОВ «Буковинська АПК». Тут зосереджене виробництво концентрованих соків, консервної продукції, розроблена заготівля, забій, оптова торгівля м'яса свинини, яловичини та субпродуктів.

В районі розташоване товариство з обмеженою відповідальністю «Кадуба», яке сконцентроване на виробництві керамічного каменю і користується значним попитом як у районі, так і за його межами. Обсяги виробництва щорічно сягають більше 10,0 млн шт. ум. цегли.

ДП «Хотинський лісгосп» проводить комплексні заходи щодо збереження, захисту, лісовідновлення та раціонального використання лісових ресурсів. Здійснюється виробництво паркетів, чорнових меблевих заготівель, пиломатеріалів та промислова переробка деревини.

До складу природно-заповідного фонду входить національний природний парк «Хотинський», зокрема і ландшафтні заказники місцевого значення «Поливанів яр», «Молодівський яр», «Шебутинський яр», «Галицька стінка», «Бабинська стінка», «Гриняцька стінка»; іхтіологічні заказники «Бернівський острів», «Дарабанське плесо», «Орестівський», «Непоротівський», «Куютинський»; геологічні пам'ятки природи місцевого значення «Стратотип Дзвенигородської світи силуру», «Стратотип пригородської світи силуру». В даній місцевості досліджено понад 30 невеликих печер на місцях відслонення гіпсів та вапняків у схилах каньйону. Один із найвищих (30 м) водоспадів Буковини, який бере початок з потужного карстового джерела, розташований на околицях с. Гринячка.

Сучасний склад ґрунтів представлений сірими, світло-сірими та темно-сірими лісовими і чорноземами опідзоленими (Смага, Казімір, 2013). Розораність земель сягає 66,3 %, як наслідок, спостерігається значне скорочення сіножатей (2,2 %) та пасовищ (8 %). Достатня кількість тепла, вологи, мала глибина залягання ґрунтових вод є сприятливими природними умовами завдяки яким розвивається садівництво, адже саме в Дністровському районі локалізуються всі багаторічні насадження Чернівецької області (11,6 %) (Беспалько, Хрищук, 2013). Домінуючими плодовими є яблуні, сливи, груші тощо (Богачик, 2018). Для боротьби зі шкідниками садів проводять обприскування пестицидами (у середньому 6–8 разів на сезон) (Гунчак, 2017), які можуть провокувати ослаблення і загибель бджолосімей, а також отруєння продуктів бджільництва (Bogdanov, 2007). Також на території Дністровського району розташовано вісім підприємств, які займаються виробництвом концентрованих соків та консервної продукції, тар з металу та матеріалів для пакування. Викиди в атмосферне повітря поллютантів становлять 75,567 т. Природно-заповідний фонд території займає площу 927,45 га і включає в себе 27 об'єктів, які у відсотковому співвідношенні займають 1,3 % від загальної площі області (Грицьку, 2018).

Територія Сумської області більшою частиною знаходиться в

Придніпровській низовині, північна частина у межах Поліської низовини, на сході – Середньоруська височина. За фізико-географічним районуванням область розміщується у степовій і лісостеповій природних зонах, клімат більш континентальний (мала кількість опадів і збільшення різниці літніх і зимових температур) порівняно із Чернівецькою. За адміністративним поділом Сумська область поділяється на 5 районів (Децентралізація в Україні..., 2020). Зразки меду відібрано з пасік Сумського (6 зразків) та Роменського районів (13 зразків) (рис. 2.3).

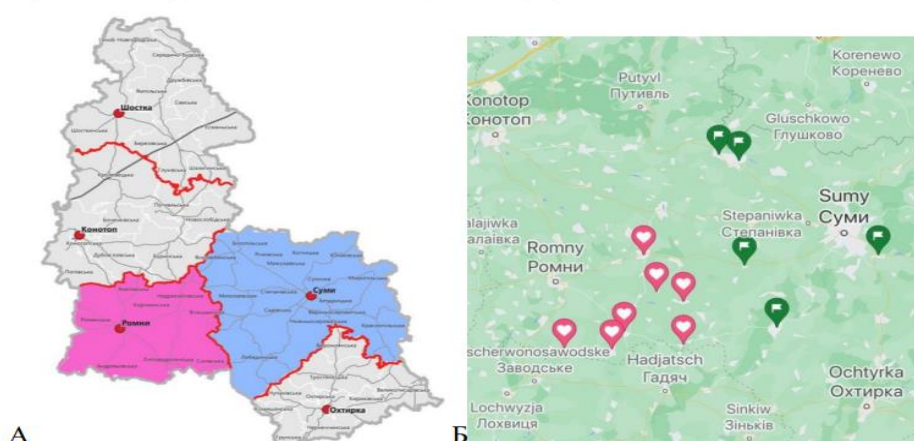


Рис. 2.3. Карта-схема досліджуваних районів Сумської області (А) з населеними пунктами розташування пасік (Б):



Сумський район, який знаходиться у східно-центральної частині Сумської області має високий ступінь розораності земель – 70,25 % за лісистості 4,32 %. У ґрунтовому покриві переважають чорноземи, тому відсоток розораності та освоєння земель зростає з кожним роком (Корнус, Данильченко, 2015). Місцевість представлена здебільшого с/г угіддями на місці лучних степів та кленово-липово-дубових і дубових лісів. Меншою мірою спостерігаються заплавні луки та природні пасовища.

Рівень техногенного навантаження вищий за середній, що обумовлено густотою заселення та територіальною концентрацією виробництва (Гупало, Данильченко, 2018). Провідними галузями промислового комплексу є

машинобудування, металообробна, хімічна та харчова промисловість. Ступінь антропогенного забруднення від викидів стаціонарних джерел – 1,71 тис. тонн за рік, що складає лише 9,77 % від загального забруднення атмосфери.

У межах *Роменського району* знаходиться найбільша в області кількість заповідних територій, хоча загальна площа ПЗФ становить 3,15 %, що є показником меншим від мінімального. Лісистість даної території складає близько 9 %. Ґрунти представлені чорноземами типовими, сірими, лучно-чорноземними, дерново-підзолистими.

2.2. Методики дослідження

Нами досліджено 35 зразків меду натурального з різнотрав'я з пасік досліджених областей. Період медозбору відбувався у 2021 році від кінця липня до початку вересня. У Чернівецькій області загалом відібрано 16 зразків поліфлорного меду, у Сумській – 19. Більшість пасік були у власності приватних господарств поблизу с/г земель або на пасовищах. Розташування точок відбору показано на рис. 2.2 та 2.3. Аналіз якості меду проводили у вересні 2021 року.

Відбір проб та оцінку якості меду за фізико-хімічними показниками здійснювали за ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» (ДСТУ 4497:2005, 2005).

1. Визначання вмісту гідроксиметилфурфуролу (ГМФ)

Якість меду за вмістом ГМФ визначали згідно методики ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови».

Апаратура, матеріали і реактиви

- Колориметр фотоелектричний;
- Терези лабораторні 2-го класу точності з найбільшою межею зважування 200 г згідно з ГОСТ 24104;
- Баня водяна;
- Секундомір;
- Електроплитка згідно з ГОСТ 14919;

- Термометр ртутний лабораторний до 100° С згідно з ГОСТ 28498;
- Колби мірні місткістю 50, 100 см³ згідно з ГОСТ 1770;
- Стакани хімічні місткістю 50 см³, пробірки скляні з притертою пробкою місткістю 20 см³ згідно з ГОСТ 25336;
- Піпетки мірні місткістю 1, 2, 5, 10 см³ згідно з ГОСТ 29227;
- Барбітурова кислота;
- Пара-толуїдин, ч.;
- Спирт ізопропіловий, ч., згідно з ГОСТ 9805;
- Кислота оцтова льодяна, х. ч., згідно з ГОСТ 61;
- Вода дистильована згідно з ГОСТ 6709;
- Калій заліzosиньородистий (червона кров'яна сіль), х. ч., згідно з ГОСТ 4207;
- Цинк сірчаноокислий кристалогідрат 7-ми водний, х. ч., згідно з ГОСТ 4174.

Готування до випробування

Готування розчину барбітурової кислоти

500 мг барбітурової кислоти, висушеної за температури 105 °С протягом години та 70 см³ дистильованої води вносять у мірну колбу місткістю 100 см³, розчиняють під час нагрівання на водяній бані, охолоджують до 20 °С і доводять до позначки. Охолоджений розчин можна зберігати тривалий час. У випадку утворення кристалів, розчин нагрівають на водяній бані (приблизно до 60 °С) до повного розчинення кристалів.

Готування розчину паратолуїдину

10 г паратолуїдину розчиняють у 50 см³ ізопропілового спирту під час нагрівання на водяній бані за температури до 45 °С, переносять у колбу місткістю 100 см³, додають 10 см³ льодяної оцтової кислоти, змішують, охолоджують до температури 20 °С та доводять до позначки ізопропіловим спиртом. Розчин використовують через 24 год після приготування. Зберігають у прохолодному та темному місці не більше 1 місяця.

Готування реактиву Керреса

1. 15,0 г калію заліzosиньородистого розчиняють дистильованою водою в мірній колбі місткістю 100 см³ та доводять до позначки.

2. 30 г цинку сірчаноокислого розчиняють дистильованою водою в мірній колбі місткістю 100 см³ та доводять до позначки.

Готування розчину меду

10 г меду зважують із похибкою не більше ніж 0,01 г, розчиняють у 20 см³ дистильованої води, кількісно переносять у мірну колбу місткістю 50 см³. Мутні розчини освітлюють реактивом Керреса. Для цього в колбу додають одну краплю розчину калію заліzosиньородистого, перемішують, далі додають одну краплю розчину цинку сірчаноокислого, перемішують і доводять водою до позначки. Перемішують та відфільтровують розчин крізь нещільний фільтр. Розчин використовують негайно.

Проведення випробування

У дві пробірки наливають по 2,0 см³ розчину меду та по 5,0 см³ розчину пара-толуїдину. В одну пробірку додають 1,0 см³ дистильованої води (контроль), змішують і заповнюють кювету товщиною 10 мм. Протягом 1 хв в другу пробірку вносять 1,0 см³ барбітурової кислоти, змішують і заповнюють другу кювету.

За довжини хвилі 550 нм вимірюють оптичну густину розчину меду по відношенню до контрольного розчину щохвилини протягом 6 хв.

Опрацьовування результатів

Вміст гідроксиметилфурфуролу (ГМФ), мг у 1 кг меду вираховують за формулою:

$$\text{ГМФ} = E \cdot 192,$$

Де E – максимальне значення виміряної оптичної густини;

192 – постійний коефіцієнт;

Допустима похибка випробувань

За кінцевий результат беруть середнє арифметичне результатів двох випробувань. Допустима розбіжність між двома випробуваннями не повинна перевищувати 0,5 мг/кг.

2. Визначання кислотності меду

Апаратура, матеріали і реактиви

- Терези лабораторні 2-го класу точності з найбільшою межею зважування 200 г згідно з ГОСТ 24104;
- Іономер лабораторний з ціною поділки 0,01 одиниць рН;
- Мішалка магнітна;
- Циліндри мірні місткістю 100 см³ згідно з ГОСТ 1770;
- Стакани хімічні місткістю 50 та 200 см³ згідно з ГОСТ 25336;
- Бюретка місткістю 25 см³ з ціною поділки 0,1 см³ згідно з ГОСТ 29251;
- Натрію гідроокис, х. ч. або ч. д. а., згідно з ГОСТ 4328, розчин концентрації 0,1 моль/дм³ (стандарт-титр);
- Вода дистильована згідно з ГОСТ 6709.

Готування випробування

Готування розчину меду

10 г меду, зваженого із похибкою не більше ніж 0,01 г, розчиняють у 75 см³ свіжокип'яченої дистильованої води.

Проведення випробування

Хімічний стакан із розчином меду ставлять на магнітну мішалку, занурюють рН-електроди та проводять вимірювання рН за постійного перемішування розчину. Після реєстрації величини рН розчин меду титрують за постійного перемішування розчином гідроокису натрію до рН 8,3. Показник повинен залишатися постійним протягом 2 хв.

Титрування повторюють двічі, готуючи новий розчин меду. Допустима розбіжність між титруваннями не повинна перевищувати 0,1 см³ розчину гідроокису натрію.

Опрацьовування результатів

Кислотність (К), міліеквівалентів розчину гідроокису натрію концентрації 0,1 моль/дм³ на 1 кг меду вираховують за формулою:

$$K = 10 \cdot V,$$

де 10 – коефіцієнт перерахунку;

V – об'єм розчину гідроокису натрію концентрації 0,1 моль/дм³, витраченого на титрування, см³.

Допустима похибка випробування

Допустима розбіжність між двома паралельними визначаннями не повинна перевищувати 2,0 міліеквівалента розчину гідроокису натрію на 1 кг меду.

Статистична обробка результатів дослідження

Вимірювання показників проводили у чотирикратній повторюваності. За допомогою програми Microsoft Office Excel 2010 дані обробляли статистично із обчисленням середнього арифметичного (M), стандартної похибки (m).

Визначали наступні статистичні показники:

M – середнє арифметичне за формулою:

$$M = \sum x / n,$$

де $\sum x$ – сума варіант досліджуваної сукупності;

n – об'єм сукупності;

δ – стандартне відхилення, яке характеризує варіювання сукупності об'єктів

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{n - 1}}$$

де $x - M$ – відхилення варіації від середнього арифметичного;

n – кількість об'єктів.

m – відхилення від середнього арифметичного за формулою:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{n \cdot (n - 1)}} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

Для статистичного аналізу та візуалізації даних використовували комп'ютерний програмний пакет для статистичного аналізу R (R: The Project for Statistical Computing; Шипунов А.Б. и др., 2014). Аналіз отриманих результатів проводили методами параметричної та непараметричної статистики за критерієм Манна-Уїтні.

2.3. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

При роботі в лабораторіях:

Вимоги безпеки перед початком роботи.

1. Лабораторія повинна знаходитись у прибраному та чистому стані; на робочому місці повинні розміщуватися лише необхідні прилади та матеріали, робочий інвентар повинен зберігатися у шафах або на складі.

2. Перед початком роботи необхідно:

- оглянути та впорядкувати робоче місце;
- перевірити витяжну систему;
- перевірити правильність підключення устаткування до електромережі;
- перевірити справність струмопровідних дротів і відсутність оголених ділянок;
- перевірити наявність захисного заземлення приладів.

3. У разі виявлення пошкоджень обладнання строго заборонено приступати до роботи. Працівник повинен інформувати керівника про виявлені

пошкодження.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Під час роботи у лабораторії слід дотримуватись таких правил:

- потрібно використовувати захисний одяг (лабораторний бавовняний халат, у разі необхідності гумові рукавички та окуляри; носіння респіраторних масок при роботі з дрібнодисперсними речовинами);
- двері під час роботи повинні бути зачиненими;
- необхідно дотримуватись запобіжних заходів при роботі з вибуховими та легкозаймистими речовинами. Вибухові та горючі речовини обов'язково потрібно зберігати в окремих приміщеннях у малих кількостях і в місцях, які захищені від світла, вологи і пилу;
- під час роботи з леткими речовинам необхідно витяжною шафою.

У приміщеннях кафедри забороняється:

- працювати без нагляду співробітника або лаборанта;
- працювати у верхньому одязі;
- їсти, пити, палити та зберігати продукти харчування, користуватися косметикою;
- викидати в раковини скло, сміття, виливати концентровані кислоти, луги, органічні розчинники, легкозаймисті та горючі рідини;
- користуватись електронагрівачами, джерелами відкритого вогню (сірниками, запальничками тощо);
- переносити обладнання без дозволу зав. кафедрою або зав. лабораторією;
- користуватись зіпсованими електроприладами;
- самостійно проводити ремонт розеток, вимикачів, запобіжників;
- користуватись витяжними шафами з розбитим склом або непрацюючою вентиляцією;
- зберігати реактиви у посуді без етикеток. По закінченні роботи слід

мити руки.

Робота з хімічними речовинами

Робота з хімічними речовинами має бути орієнтована на такі принципи:

1. Робота з шкідливими речовинами повинна відповідати вимогам техніки безпеки та захисту довкілля.
2. Використання токсичних та потенційно канцерогенних речовин необхідно зводити до мінімуму. При можливості такі речовини замінюються на менш токсичні.
3. У лабораторії зберігаються лише ті речовини, які необхідні для роботи найближчим часом.
4. У кожній лабораторії повинні бути списки небезпечних речовин.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

По закінченні роботи кожний працівник зобов'язаний:

- приводити до порядку робоче місце, прилади та апаратуру;
- виходячи з лабораторії останнім, необхідно зачинити вікна (кватирки), вимкнути світло, газ, перевірити чи вимкненні всі електроприлади та закриті крани, зачинити приміщення на ключ.

Ключі передаються черговому охоронцю, про що робиться запис у журналі.

Надання першої медичної допомоги

У випадку ураження людини струмом перш за все потрібно вимкнути рубильники та викликати «Швидку допомогу» за номером 03.

При легких термічних опіках шкіру слід промити етанолом, а потім змастити гліцерином або вазеліном. При більш сильних опіках обпечене місце після промивання концентрованим розчином перманганату калію та етанолом необхідно змастити засобом від опіків.

При опіках кислотами необхідно промити обпалене місце великою кількістю води протягом 10 хвилин, потім – 3% розчином соди.

При опіках лугами шкіру потрібно промити великою кількістю води, а

потім нейтралізувати 1% розчином борної кислоти. Аміак майже не діє на шкіру, але при попаданні в очі може викликати сильне пошкодження і навіть сліпоту.

При отруєнні хімікатами необхідно терміново викликати лікаря або відправити потерпілого в найближчу лікарню. Дуже важливо визначити, від якої речовини відбулося отруєння. Перша допомога при будь-якому отруєнні полягає в швидкому видаленні отрути з організму, а якщо це не можливо, то у знешкодженні її в організмі. При попаданні отрути в організм через ротовий отвір необхідно викликати блювання. Проте цього не можна робити, якщо потерпілий знаходиться без свідомості або перебуває у напівсвідомому стані, а також при різкому порушенні кровообігу. Найпростіший спосіб викликати блювання – ввести пальці глибоко в рот. Для видалення отрути зі шлунку, слід дати випити 5-8 склянок теплої (30-35°C) води, а після цього знов викликати блювання. Таке промивання шлунку слід повторити декілька разів. Якщо отрута відома, шлунок промивають чистою водою, або розчинами речовин, що нейтралізують отруту. При отруєнні кислотами для промивання шлунку застосовують воду (використання розчину соди не допускається). При отруєнні лугами промивку проводять 2% оцтовою або лимонною кислотою. При отруєнні ртуттю або свинцем для промивання використовують молоко.

При отруєнні парами постраждалого необхідно вивести на свіже повітря. При послабленні дихання та нестачі кисню слід застосовувати штучне дихання і викликати лікаря.

При попаданні хімікатів у очі їх необхідно негайно промити великою кількістю води. При порізах необхідно видалити з рани уламки скла або інших матеріалів, промити рану, краї ран продезінфікувати 3% спиртовим розчином йоду, а потім накласти стерильну пов'язку. При сильних кровотечах необхідно накласти джгут вище рани і викликати лікаря або направити того, хто постраждав, у лікарню.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) необхідно:

- негайно повідомити про це пожежну охорону за допомогою номера

телефону. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

- за можливістю вжити заходів щодо евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- повідомити про пожежу наукового керівника або працівників кафедри;
- у випадку оголошення евакуації терміново й організовано покинути приміщення лабораторії та навчальний корпус.

При роботі в польових умовах:

Перед виїздом в експедиції всіх співробітників навчають надавати першу невідкладну медичну допомогу при переломах, травмах, отруєннях, опіках, пораненнях, розтягненнях і вивихах, втраті свідомості. Співробітники зобов'язані дотримуватись правил особистої гігієни й санітарії, підтримувати чистоту й порядок на робочих місцях.

1. Заборонено виходити на маршрут без спеціального спорядження, необхідного для відповідних природних умов.
2. Інвентар необхідно утримувати в робочому стані, а при його транспортуванні дотримуватись необхідних заходів безпеки.
3. Заборонено користуватись несправним інвентарем.
4. Роботу в польових умовах проводити лише у світлий час доби.
5. При грозі заборонено перебувати поблизу металевих предметів (ліній електропередач, веж, стовпів), поодиноких дерев, у водоймах, швидко рухатись.
6. Необхідно розпалювати вогнище лише у відведених для цього місцях і дотримуватись правил протипожежної безпеки. Запорука успішної роботи в лабораторних та польових умовах – це дотримання вимог техніки безпеки, дисципліна, вимогливість до себе та оточуючих.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Концентрація ГМФ є показником якості меду і, зазвичай, відсутня або наявна у невеликій кількості у свіжому меді. ГМФ – циклічний альдегід, утворений у кислому середовищі при нагріванні меду за реакцією Майяра (неферментне утворення забарвлених меланоїдинів) із відновлювальних цукрів (Shapla et al., 2018). Дослідженнями (Norma Alias et al, 2018) показано, що нагрівання меду, тривалість і умови його зберігання впливають на вироблення ГМФ у меді. Високий рівень цієї сполуки може свідчити про фальсифікацію меду інвертним сиропом (Mouhoubi-Tafinine et al, 2018).

Згідно ДСТУ 4497:2005, показник вмісту ГМФ не має перевищувати 10 і 25 мг/кг у меді вищого та першого ґатунків відповідно, тоді як за стандартами Codex Alimentarius і Директивою Ради 2001/110/ЄС – не більше 40 мг/кг. З метою гармонізації українського стандарту якості меду вийшов наказ № 330 Мінагрополітики України від 19 червня 2019 року, за яким показник вмісту ГМФ має бути не більше 40 мг/кг (Наказ..., 2019).

За результатами дослідження було виявлено, що всі 16 зразків меду з Чернівецької області відповідали чинному стандарту ДСТУ 4497:2005 (рис. 3.1). Вміст ГМФ у зразках Чернівецької області коливався у межах 0,0–24,5, середнє значення вмісту ГМФ у зразках меду становив 8,2 мг/кг.

Натомість, всі 18 зразків меду з Сумської області, крім № 15 відповідали державним та міжнародним вимогам. Вміст ГМФ у зразках Сумської області коливався у межах 3,1–28,6 мг/кг, а середнє значення становило 11,0 мг/кг. (рис. 3.2). Вміст ГМФ у зразку поліфлорного меду № 15 (с. Семенівка) становив 28,6 мг/кг, і згідно національних стандартів не входив ні до вищого, ні до першого ґатунку, проте відповідав чинній нормі згідно наказу Мінагрополітики України № 330 від 19.06.2019 та міжнародним стандартам (не більше 40 мг/кг).

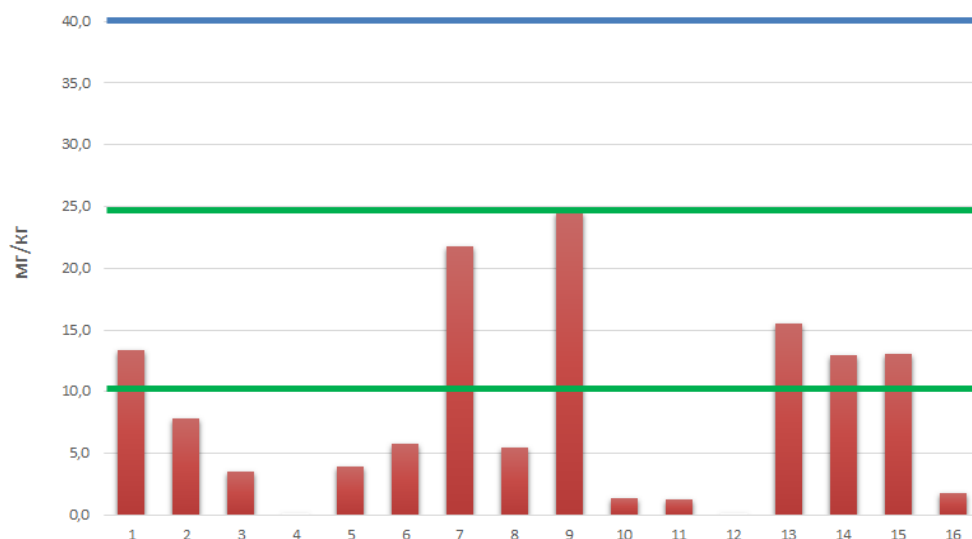


Рис. 3.1. Вміст ГМФ у зразках меду з пасік Чернівецької області

Примітка тут і подалі: — нормативні значення за ДСТУ 4497:2005 (нижня лінія для вищого ґатунку, верхня — для першого); — норма, визначена у Директиві Ради ЄС 2001/110/ЄС і Codex Alimentarius та наказом Мінагрополітики України № 330 від 19.06.2019

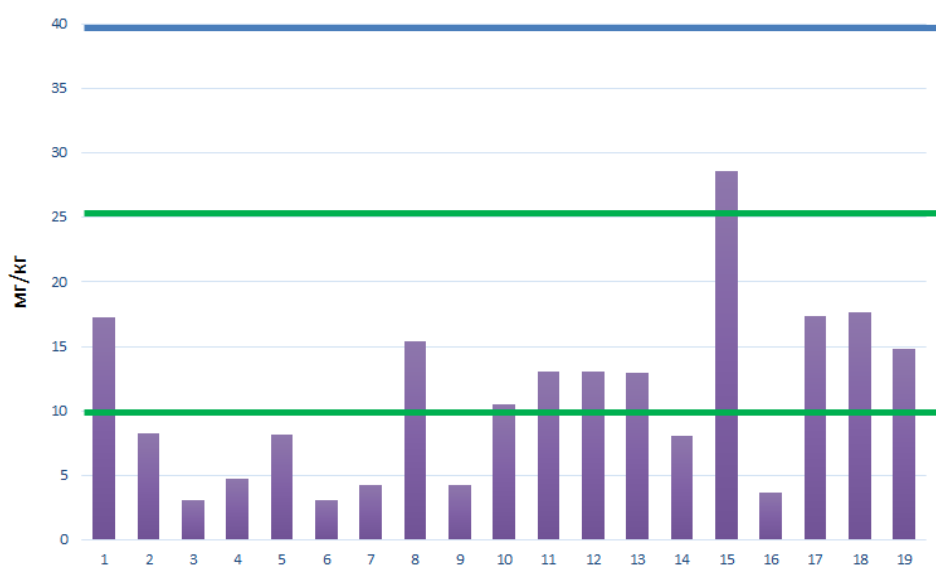


Рис. 3.2. Вміст ГМФ у зразках меду з пасік Сумської області

Вищі межі коливань вмісту ГМФ у зразках меду з Сумської області при вищих середньому значенні показника і медіані (рис. 3.3, А) можуть бути

зумовлені не лише нагріванням. Згідно авторів (Shapla et al., 2018), утворенню ГМФ у меді можуть сприяти, також, низький рН, висока вологість, каталізований кислотами гідроліз цукрів та збільшення співвідношення фруктоза/глюкоза через більшу тенденцію до утворення ГМФ із кетогексоз, таких як фруктоза порівняно з глюкозою.

Порівняльний аналіз отриманих результатів показав недостовірність різниці між дослідженими областями за критерієм Манна-Уїтні (рис. 3.3, А).

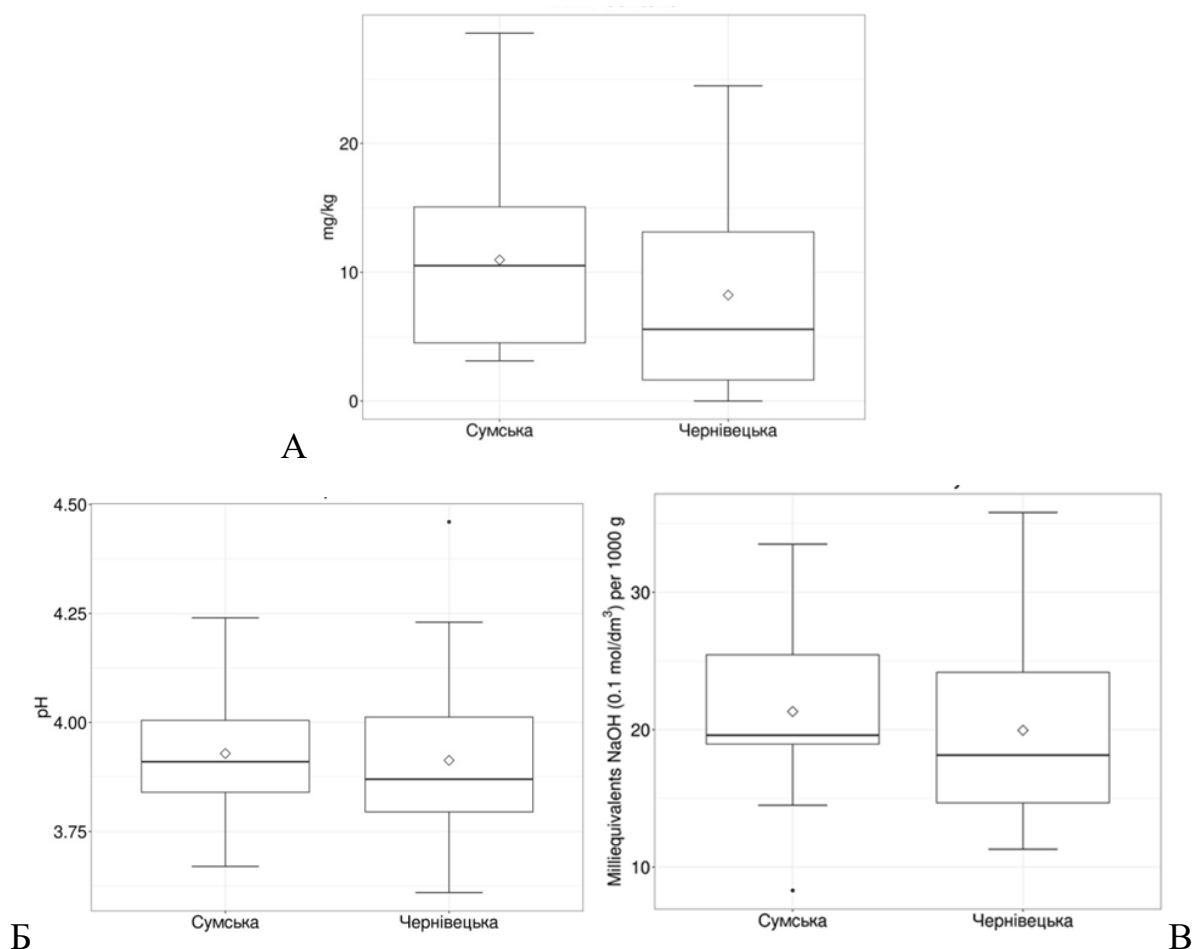


Рис. 3.3. Фізико-хімічні показники зразків меду (А – вміст ГМФ; Б – водневий показник; В – вільна кислотність) з пасік досліджених областей у межах Лісостепової зони України

Примітка: різниця між показниками областей недостовірна за критерієм Манна-Уїтні, $P > 0,05$

З 16 зразків меду з пасік Чернівецької області десять (62,5 %) належали до категорії вищого гатунку та шість (37,5 %) – до першого; для Сумської області відповідно – дев'ять (47,4 %) і дев'ять (47,4 %) (рис. 3.4).

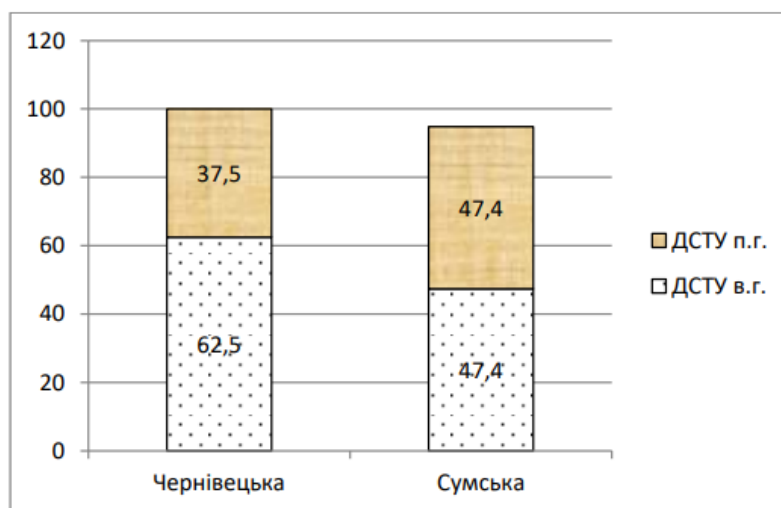


Рис. 3.4. Частка зразків меду досліджених областей Лісостепової зони України за вмістом ГМФ відповідних національному стандарту, %

Водневий показник характеризує активність чи концентрацію іонів водню у медових розчинах. Незважаючи на те, що межевий рівень рН на сьогодні не описаний Регулюючими комітетами, рівень водневого показника між 3,2 і 4,5 – природний (da Silva et al., 2016).

За результатами наших досліджень водневий показник у зразках меду Чернівецької коливався у межах 3,6–4,5 (рис. 3.5), тоді як у зразках меду із Сумської області значення рН коливалися в межах від 3,7–4,2 (рис. 3.6). Середнє значення для обох областей відповідало природному рівню (3,9).

Порівняльний аналіз отриманих результатів показав недостовірність різниці між дослідженими областями за критерієм Манна-Уїтні (рис. 3.3, Б).

Деякі автори указують на підвищення кислотності з плином часу, а також під час бродіння, тому що медові цукри за дії медових дріжджів перетворюються у кислоту. Цукрове бродіння – це утворення летких кислот (C_2 – C_{12}), які можуть пошкодити якість продукту. Крім того, органічні кислоти

вносять вклад у сенсорні властивості меду, які обумовлюють колір і смак продукту (da Silva et al., 2016).

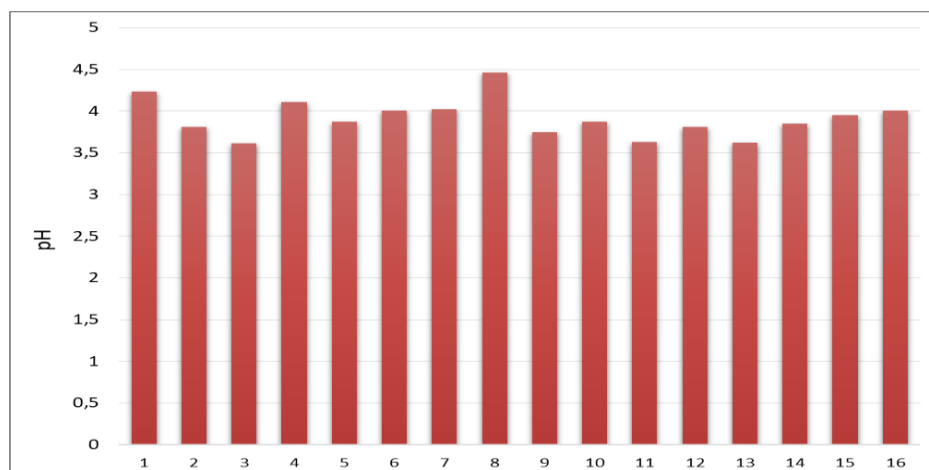


Рис. 3.5. Водневий показник у зразках меду з пасік Чернівецької області

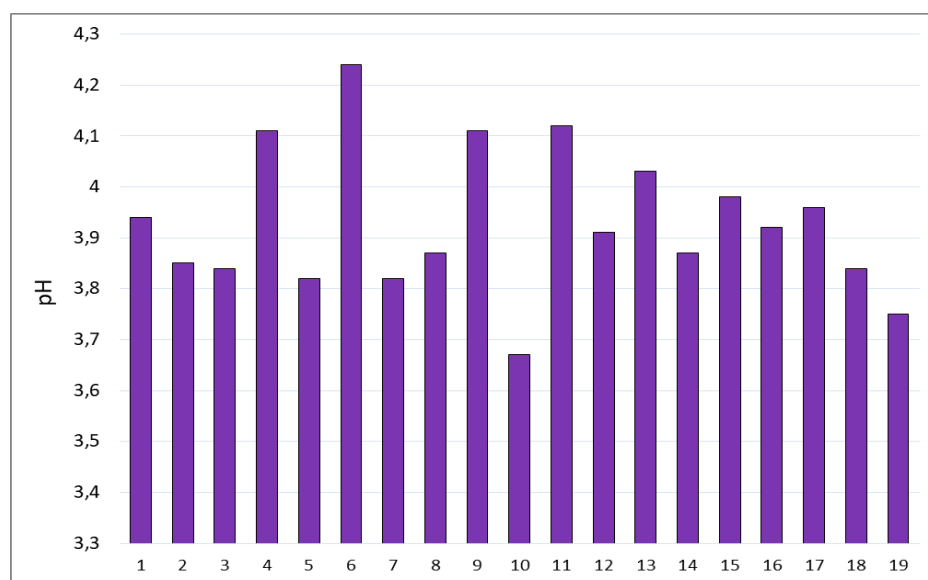


Рис. 3.6. Водневий показник у зразках меду з пасік Сумської області

Вільна кислотність є важливим параметром, який пов'язаний з погіршенням якості меду і характеризується наявністю органічних кислот у рівновазі з лактоном, внутрішніми ефірами і деякими неорганічними іонами, такими як фосфати, сульфати і хлориди (da Silva et al., 2016). За ДСТУ 4497:2005 вільна кислотність у меді вищого та першого ґатунків не повинна перевищувати 40 і 50 мекв/кг відповідно. Згідно європейських стандартів якості

меду та норм, визначених наказом Мінагрополітики України №330 від 19.06.2019 вільна кислотність не повинна перевищувати 50 мекв/кг.

Аналіз вільної кислотності меду виявив, що всі зразки досліджених областей відповідали вищому ґатунку якості за ДСТУ та європейським стандартам, що свідчить про свіжість аналізованого продукту. Вільна кислотність зразків з пасік Чернівецької області варіювала в межах 11,3 – 35,8 з середнім значенням 20 мекв/кг (рис. 3.7), з пасік Сумської області – у межах 8,3 – 33,5 з середнім 21,3 мекв/кг (рис. 3.8).

Отже, за вмістом ГМФ всі досліджені зразки меду відповідали європейським стандартам якості та наказу Мінагрополітики України № 330 від 19.06.2019.

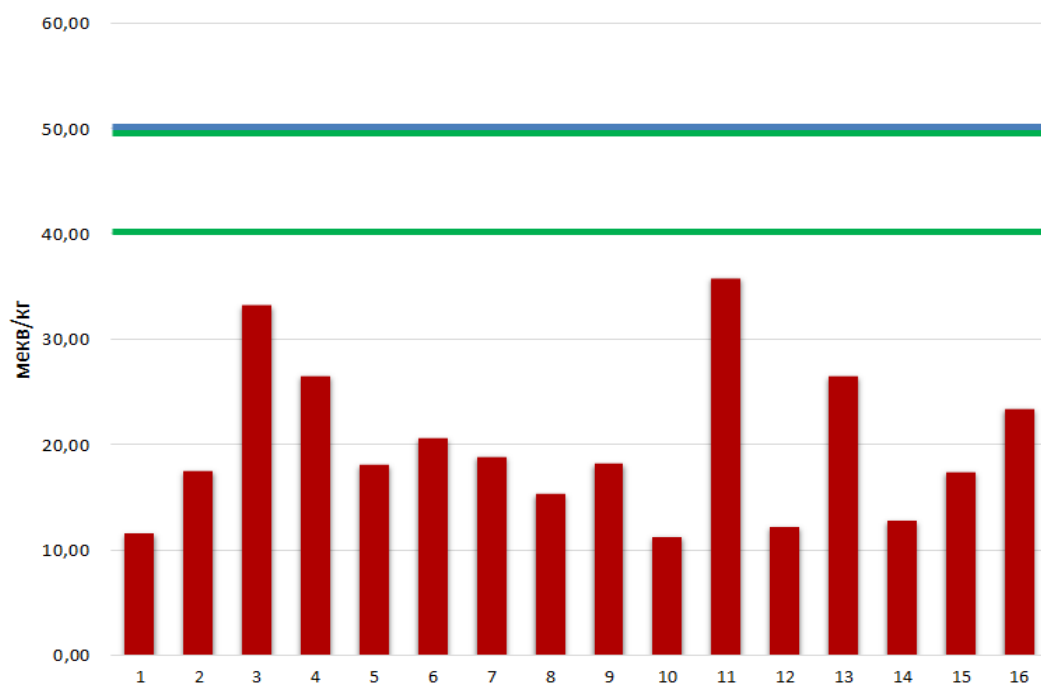


Рис. 3.7. Вільна кислотність зразків меду з пасік Чернівецької області

Примітка тут і подалі:  нормативні значення за ДСТУ 4497:2005 (нижня лінія для вищого ґатунку, верхня – для першого);  норма, визначена у Директиві Ради ЄС 2001/110/EC, Codex Alimentarius та наказом Мінагрополітики України № 330 від 19.06.2019

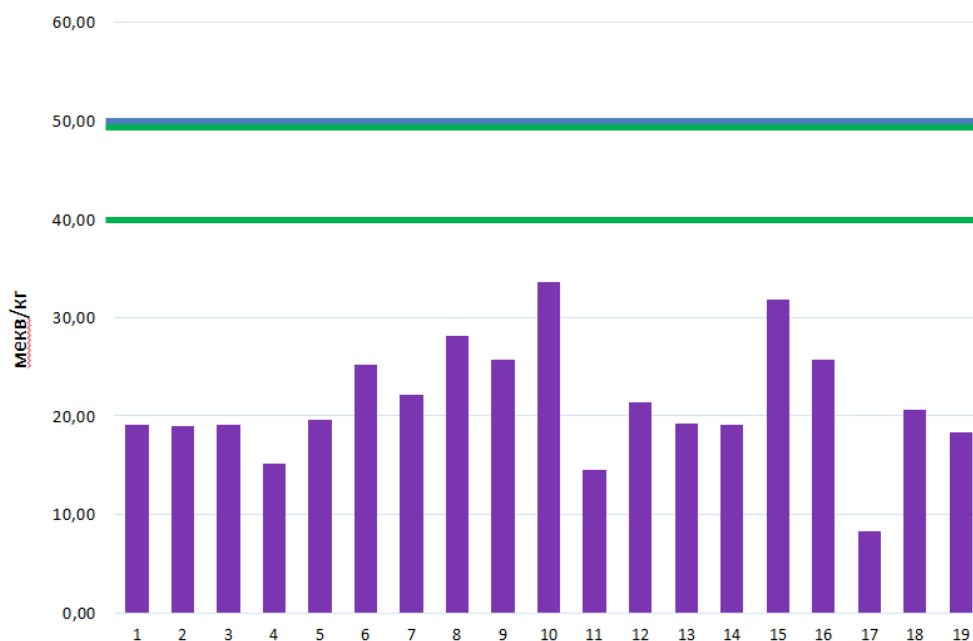


Рис. 3.8. Вільна кислотність зразків меду з пасік Сумської області

За вільною кислотністю зразки обох досліджених областей відповідали вищому ґатунку якості за ДСТУ та європейським стандартам, рівень водневого показника – природний.

Зроблено висновок, що у цілому якість меду з пасік Чернівецької та Сумської областей у межах Лісостепової зони України за дослідженими показниками висока, відповідає національним та міжнародним стандартам. Отримані результати свідчать про значні перспективи розвитку галузі бджільництва досліджених областей і мають високі шанси завоювати міжнародний ринок.

ВИСНОВКИ

1. Показано, що за вмістом ГМФ всі досліджені зразки меду відповідали міжнародним стандартам якості (не більше 40 мг/кг); за національним стандартом зразки меду вищого ґатунку переважали у Чернівецькій області (63 %), тоді як у Сумській виявлено зразок із максимальним вмістом ГМФ, який не відповідав ДСТУ (не більше 25 мг/кг), але відповідав стандартам Наказу Мінагрополітики України № 330 від 19.06.2019.
2. Виявлено, що за рівнем рН всі досліджені зразки меду відповідали природному рівню.
3. З'ясовано, що за показником вільної кислотності зразки досліджених областей відповідали вищому ґатунку якості за ДСТУ та міжнародним стандартам.
4. Встановлено, що за фізико-хімічними параметрами вмісту ГМФ, рН та вільної кислотності немає достовірної відмінності за критерієм Манна-Уїтні між зразками поліфлорного меду з пасік Чернівецької та Сумської областей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. KSE Агроцентр. Загальні збитки від війни в сільському господарстві України сягнули 4,3 млрд дол. США. 2022. С.3.
2. Бащенко М.І., Постоєнко В.О., Лазарева Л.М., Удосконалення системи оцінки якості та безпечності меду бджолиного в Україні, 2016. URL: https://agrovisnyk.com/archive_ua_2016_06_05.html (дата звернення: 15.11.2022).
3. Богачик Т. Сільські громади Хотинщини (кінець XIX – початок XX ст.). Науковий вісник Чернівецького університету. Сер. Історія. 2018. Вип. 2. С. 30-37.
4. Богданов Г. О., Поліщук В. П., Рівіс Й. Ф., Локутова О. А. Жирні кислоти пилку рослин та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл. Біологія тварин. Львів, 2003. Т. 2. С. 43–49.
5. Броварський В.Д., Лосєв О.М., Головецький І.І., Луців В.О., Якість різних сортів бджолиного меду торгової мережі м. Києва. 2011. № 2, т. 13. С. 330 – 335.
6. Горніч М. Асиметрія у наслідуванні ознаки медоносності. *Пасіка*. 1994. № 4. С. 7.
7. Горошко А. Г. Комплексна фізико- та суспільно-географічна характеристика Роменського району. Четверті Сумські наукові-географічні читання : зб. матеріалів Всеукр. наук. конф. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. С. 8–12.
8. Гречка Г. М. Сучасний медозбір і його використання бджолиними сім'ями. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сер. Сільське господарство. Тваринництво. 2011. Вип. 3. С. 63-67.
9. Гунчак М. В. Агроекологічний ризик застосування пестицидів в яблуневих насадженнях в умовах південно-західного лісостепу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Сер. Сільськогосподарські науки. 2017. Вип. 26. С. 38-45.

10. Гупало, С. О., Данильченко О. С. Оцінка техногенного навантаження на регіональні ландшафтні структури Сумської області. Треті Сумські наукові географічні читання : зб. матеріалів Всеукр. наук. конф. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018. С. 48–52.
11. Децентралізація в Україні : веб сайт. URL: <https://decentralization.gov.ua/> (дата звернення 12.11.2022).
12. Забарна І. В., Якубчак О. М. Аналіз контролю залишків ветеринарних препаратів у продукції тваринного походження в Україні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва*, 2012. Вип. 172. Ч. 1. С. 136–143.
13. Каганець О.О., Порівняльна характеристика міжнародних та національних показників якості меду. *Науковий вісник*. 2009. № 2, т. 11. С. 64 – 69.
14. Ковалевська, Є. І. та ін. Дослідження фізико-хімічних властивостей меду різного походження. 2012. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/886>
15. Корнівський О. Акценти на промисловість та сільське господарство: [народне господарство Хотинського району]. *Буковинський вісник державної служби та місцевого самоврядування*, 2012. Вип. 1. С. 13-14.
16. Корнус А. О., Корнус О. Г. Особливості територіальної організації зернового господарства Сумської області. Регіон – 2019: стратегія оптимального розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. С. 99–102.
17. Корнус А. О., Корнус О. Г. Промисловість Сумської області (економіко-географічне дослідження) : монографія. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2017. 136 с.
18. Крайнюк Л. М., Димитриевич Л. Р., Бондарчук В. М. и др. Методы контроля продукции животноводства и растительных жиров – Харьков: ХГУПТ, 2009. С. 237.

19. Куцан О.Т., Нємкова С.М., Доценко Р.В., Оробченко О.Л., Маслій І.Г., Десятникова О.В., Визначення показників фальсифікації меду цукровим сиропом або шляхом його прогрівання за високих температур. *Ветеринарна медицина*. 2014. Вип. 98. С. 170-172.
20. Лазарева Л. М., Ковтун В. А., Штангрет Л. І. Аналіз показників якості меду західного регіону України. *Ветеринарна медицина*. 2015. Вип. 101. С. 57 – 59.
21. Мед натуральний. Технічні умови: ДСТУ 4497-2005. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 36 с.
22. Мельник О. П., Шевченко О. Ю., Маринін А. І., Літвинчук, С. І. Фальсифікація меду і методи її виявлення. *Редакційна колегія*. 2022. С. 55.
23. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 330 від 19 червня 2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0725-19#Text>
24. Наказ про затвердження Програми розвитку галузі бджільництва в Україні від 2006 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0374555-06#Text>
25. Нейтер Р., Богонос М., Нів'євський О., Макаренко О. Центр досліджень продовольства та землекористування Київської школи економіки (KSE Агроцентр). 2022. Вип. 2. С. 1-7.
26. Огляд збитків та втрат в АПК. Kyiv School of Economics: веб сайт. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/lossesreportissue2ua-2.pdf> (дата звернення: 11. 10. 2022).
27. Памбук С.А., Мартиросян І.А., Кругляк Ю.О., Шляхи гармонізації українських та міжнародних вимог до якості меду / С. А. Памбук, І. А. Мартиросян, Ю. О. Кругляк // *Товарознавчий вісник*. - 2019. - Вип. 12. - С. 37-48 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tvis_2019_12_6 (дата звернення: 10.10.2022)
28. Петрашук І. Розвиток агропромислового комплексу Сторожинецького району. *Буковинський вісник державної служби та місцевого самоврядування*, 2009. Вип. 9. С. 25-27.
29. Пислар Г. В. Якість продукції бджільництва: світовий досвід та вітчизняна практика – Житомир : ЖНАЕУ, 2012. 317 с.

30. Поліщук В. П., Лосєв О. М., Головецький І. І. Технологія одержання бджолиного меду та методи лабораторного дослідження його якості. *Віпол.* 2013. С. 56-57.
31. Рибалко Ю. В., Бабка Р. В. Екологічна оцінка стабільності та антропогенного навантаження агроландшафтів Чернігівської області. *Агроекологічний журнал.* 2018. № 1. С. 21-27.
32. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. С. 544.
33. Сторожинеччина – словом і ділом. *Буковинське віче*, 2007. Вип. 5, С. 2-3.
34. Хоменко В.І., Ковбасенко В.М., Оксамитний М.К. та ін. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва. *Сільгоспосвіта.* 1995. С. 408.
35. Abdulmalik O et al, 5-hydroxymethyl-2-furfural modifies intracellular sickle haemoglobin and inhibits sickling of red blood cells. *Br J Haematol* 2005. P. 552–561.
36. Abraham K, Gürtler R, Berg K, Heinemeyer G, Lampen A, Appel KE, Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food. *Mol Nutr Food Res.* 2011. P. 667–678.
37. Ameer L.A., Mathieu O, Lalanne V, Trystram G, Birlouez-Aragon I Comparison of the effects of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperatures. *Food Chem* 2007. P. 1407–1416.
38. Baglio E. Honey: processing techniques and treatments. *Chemistry and technology of honey production.* 2018. P. 15-22.
39. Codex Alimentarius Standard 12 - 1981 for Honey: веб - сайт. URL: <http://www.codexalimentarius.org/>
40. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey : веб-сайт: URL:

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:010:0047:0052:EN:PDF>

41. Fromowitz M et al, Bone marrow genotoxicity of 2, 5-dimethylfuran, a green biofuel candidate. *Environ Mol Mutagen*, 2012. P. 488–491.
42. Germond J.E., Philippossian G, Richli U, Bracco I, Arnaud MJ, Rapid and complete urinary elimination of [14C]-5-hydroxymethyl-2-furaldehyde administered orally or intravenously to rats. *J Toxicol Environ Health*. 1987. P. 79–89.
43. Godfrey VB, Chen L-J, Grifn RJ, Lebetkin EH, Burka LT Distribution and metabolism of (5-hydroxymethyl) furfural in male F344 rats and B6C3F1 mice after oral administration. *J Toxicol Environ Health Part A* 1999. P. 199–210.
44. Gökmen V, Açar ÖÇ, Köksel H, Acar J, Effects of dough formula and baking conditions on acrylamide and hydroxymethylfurfural formation in cookies. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 104, No. 3. P. 1136 – 1142.
45. Gökmen V, Açar ÖÇ, Serpen A, Morales FJ, Effect of leavening agents and sugars on the formation of hydroxymethylfurfural in cookies during baking. *European Food Research and Technology*. 2008. Vol. 226. P. 1031 – 1037.
46. Gökmen V, Şenyuva HZ, Study of colour and acrylamide formation in coffee, wheat flour and potato chips during heating. *J. Food Chemistry*. 2006. Vol. 99, No. 2. P. 238 – 243.
47. Høie AH, Svendsen C, Brunborg G, Glatt H, Alexander J, Meinel W, Husøy T, Genotoxicity of three food processing contaminants in transgenic mice expressing human sulfotransferases 1A1 and 1A2 as assessed by the in vivo alkaline single cell gel electrophoresis assay. *Environ Mol Mutagen*, 2015. P. 709–714.
48. Islam A, Khalil I, Islam N, Moniruzzaman M, Mottalib A, Sulaiman SA, Gan SH, Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than 1 year. *BMC Complement Altern Med*. 2012. P. 177.
49. Jachimowicz T, El Sherbiny G, Zur Problematik der Verwendung von Invertzucker für die. *Bienenfütterung Apidologie*. 1975. P. 121–143.

50. Khalil M., Sulaiman S., Gan S., High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than 1 year. *Food Chem Toxicol*, 2010. P. 2388–2392.
51. Kowalski S., Kopuncová M., Ciesarová Z., Kukurová K. Free amino acids profile of Polish and Slovak honeys based on LC–MS/MS method without the prior derivatisation. *Journal of Food Science and Technology*, 2017, 54 (11), p. 3716–3723.
52. Kroh L.W., Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry*. 1994. Vol. 51. P. 373 – 379.
53. Lee H.S., Nagy S., Quality Changes and Nonenzymic Browning Intermediates in Grapefruit Juice During Storage. *J. Food science*. 1988. Vol. 53, No. 1. P. 168 – 172.
54. Li YX, Li Y, Qian ZJ, Kim MM, Kim SK, In vitro antioxidant activity of 5-HMF isolated from marine red alga *Laurencia undulata* in free-radicalmediated oxidative systems. *J Microbiol Biotechnol* 2009. P. 1319–1327.
55. Moniruzzaman M., Khalil M.I., Sulaiman S.A., Gan SH Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. *BMC Complement Altern Med*. 2013. P. 13 – 43.
56. Neupane K., Thapa R., Alternative to of-season sugar supplement feeding of honeybees. *J Inst Agric Anim Sci*, 2005. P. 77–81.
57. Nishi Y, Miyakawa Y, Kato K, Chromosome aberrations induced by pyrolysates of carbohydrates in Chinese hamster V79 cells. *Mutat Res Lett* 1989. P. 117–123.
58. Norma Alias, Koo Suey Ching, Alyani Nazeeha Ab Karim, Waleed Mugahed Al-Rahmi, Qusay Al-Maatouk, Numerical performance of healthy processing for HMF content in honey. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. 7 (4) P. 3687 – 3689.
59. Pastoriza de la Cueva S, Álvarez J, Végvári Á, Montilla-Gómez J, CruzLópez O, Delgado-Andrade C, Rufán-Henares, JA Relationship between HMF

intake and SMF formation in vivo: an animal and human study. *Mol Nutr Food Res* 2017. 61:1600773

60. Pita-Calvo C., Guerra-Rodriguez M. E., Vazquez M. Analytical methods used in the quality control of honey. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2017. Vol 65, No. 4. P. 690 – 703.

61. Rajchl A, Drgová L, Grégrová A, Čížková H, Ševčík R, Voldřich M, Rapid determination of 5-hydroxymethylfurfural by DART ionization with time-of-flight mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013. P. 4737–4745.

62. Suzuki M, Nakamura T, Iyoki S, Fujiwara A, Watanabe Y, Mohri K, Isobe K, Ono K, Yano S, Elucidation of Anti-allergic Activities of Curcumin-Related Compounds with a Special Reference to Their Anti-oxidative Activities. *Biol. Pharm. Bull.* 2005. Vol. 28, No. 8. P. 1438—1443.

63. Ummay Mahfuza Shapla, Md. Solayman, Nadia Alam, Md. Ibrahim Khalil, and Siew Hua Gan, 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*. 2018. P. 18.

64. Van der Zee R., Pisa L., Bijensterfte 2009–10 en toxische invertsuikersiroop. 2010. P. 1–15.

65. White J Jr, Spectrophotometric Method for Hydroxymethylfurfural in Honey. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, 1979. Vol. 62, No. 3. P. 509 – 514.

66. Winkler O., Beitrag zum nachweis und zur bestimmung von oxymethylfurfurol in honig und kunsthonig. *J. European Food Research and Technology*. 1955. P. 161 – 167.

67. Wootton M, Ryall L, A comparison of Codex Alimentarius Commission and HPLC methods for 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde determination in honey. *J Apic Res*. 1985. P. 120–124.

68. Yang W., Zhang C., Li C., Huang Z. Y., Miao X. Pathway of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde formation in honey. *Journal of Food Science and Technology*, 2019. 56 (5), p. 2417-2425.

69. Yilmaz E., Karadeniz F. Effect of storage on the bioactive compounds and antioxidant activity of quince nectar. *International Journal of Food Science & Technology*. 2014. Vol.49, No. 3. P. 718-725.

70. Zappala M., Fallico B., Arena E., Verzera A., Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. *Food Control*. 2005. Vol. 16, No. 3. P. 273 – 277.