

УДК 343.98

О. П. Борзов
старший науковий співробітник

Л. І. Ковальчук
старший судовий експерт

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ЕКСПЕРТНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ БДЖОЛИНОГО МЕДУ

У статті розглянуто актуальність сучасного дослідження бджолиного меду, як традиційними методами, так і за допомогою сучасного високотехнологічного лабораторного обладнання. Методи аналізу поділяються на методики встановлення якісного й кількісного хімічного складу меду та визначення його як регіонального, так і рослинного походження.

Основною метою лабораторного аналізу меду є можливість відрізнити якісний та корисний мед від дешевого небезпечного для здоров'я фальсифікату і встановити його якість згідно вимог ДСТУ та інших нормативних актів України.

Ключові слова: мед, дослідження, склад, фальсифікат.

В Україні нараховується близько 400 тисяч пасічників, які сумарно виробляють в середньому 70 тисяч тон меду на рік, що є найвищим показником у Європі. З кожним роком темпи продажу українського меду за кордон ростуть на кілька десятків відсотків. Україна посідає п'яте місце в світі за обсягом виробництва меду, і є беззмінним лідером з виробництва меду в Європі. Ми виробляємо близько 6 % світового меду і експортуємо його в 35 країн світу. Тому експертне дослідження якості меду неможливо переоцінити.

Вимоги до харчової продукції, в тому числі меду, встановлюються законом «Про основні засади та вимоги до безпеки і якості харчових продуктів», а також наказом Мінагрополітики від 8 серпня 2012 р. № 491 «Про затвердження Ветеринарно-санітарних вимог для потужностей (об'єктів) з виробництва продуктів бджільництва».

Насамперед, мед – основний продукт бджільництва – виробляється бджолами із зібраного на рослинах цукристого соку – нектару. Це нектарний, або квітковий мед. Відомий ще падевий мед, який теж належить до натурального. Його бджоли виробляють із паді – солодких виділень попелиць, щитівок, листоблішок, у яких залишаються незасвоєними 90 % вуглеводів з висмоктаного рослинного соку.

Квітковий нектар за хімічним складом відрізняється від меду підвищеним вмістом води (30-70 %) і низьким вмістом цукрів (10-30 %). Зміни квіткового нектару, яким він піддається при переробці бджолами в мед, складаються в основному з його зневоднення та інверсії моносахаридів (глюкоза, фруктоза). Зневоднення квіткового нектару проходить в хоботку бджоли і продовжується в сотах вулика. Інверсія сахарози проходить під дією інвертази, яка знаходиться в секреті слинних залоз бджоли.

У свіжому стані мед – це густа, солодка, сироподібна, майже прозора рідина з характерним ароматом (за основним видом медоносної рослини), яка з часом перетворюється в зернисту непрозору масу.

Хімічний склад меду складний і різноманітний і залежить від клімату, погоди, часу збору.

До складу меду входить до 30 різних цукрів, основними з яких є глюкоза і фруктоза. Разом вони називаються інвертним цукром, який становить до 90 % всіх цукрів меду. У меді знайдено до 20 різних мікроелементів: Ca, Fe, P, K, Na, ферменти, амінокислоти, вітаміни B1, B2, B6, C, біотин, вітамін PP, вільні і зв'язані органічні кислоти, декстрин, антибіотичні речовини.

Таким чином, мед містить повноцінний набір поживних речовин, необхідних для життєдіяльності людини, а тому його використовують як дієтичний та лікувальний продукт.

Однак отримання натурального бджолиного меду пов'язано зі значними матеріальними витратами. Високі ціни на натуральний мед роблять його дуже привабливим об'єктом фальсифікації.

Фальсифікований – це такий мед, в який додані різні харчові та кормові добавки для збільшення його маси (меляса бурякова і крохмальна, глюкоза, цукор тростинний і штучно інвертований, крохмаль, борошно, солодкі фруктові соки, желатин), або він отриманий в результаті підгодовлі бджіл цукром.

Аби відрізнити якісний та корисний мед від дешевого фальсифікату, важливо зробити експертизу меду. За допомогою спеціальних лабораторних досліджень можна визначити безпечність та якість меду і його відповідність Держстандарту України.

Зважаючи на те, що мед дуже часто використовується не лише як харчовий, а й лікувальний продукт, дуже важливим є певна регламентація його складу. Так, згідно з ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови», «натуральним медом можна вважати натуральну солодку речовину, що виробляється медоносними бджолами з нектару квітів або виділень з живих частин рослин або з комах, які паразитують на живих частинах рослин (з домішкою паді), які бджоли збирають, перетворюють змішуванням з особливими речовинами, що ними виробляються,

заготовляють та лишають у медових стільниках для визрівання і досягнення потрібної кондиції».

Так ДСТУ 4497:2005 допускає вміст води в товарному меді до 21 %, а загальний вміст сахарози по відношенню до безводної речовини не повинен перевищувати 6 %. Також ДСТУ 4497:2005 чітко регламентує вміст й інших речовин у складі меду, визначає густину, колір, консистенцію та запах. Важливо зазначити, що санітарно-гігієнічні вимоги до меду не допускають наявності нерозчинних домішок у його складі. *Отже, як ми щойно з'ясували, мед містить корисні речовини, але водночас у нього можуть потрапити такі небезпечні сполуки, як природні токсини рослин, пестициди, антибіотики, важкі метали, а на додачу ще й різноманітні харчові домішки. Як же бути в такому випадку і відрізнити справжній мед від суміші токсичних речовин?*

Аналіз меду – надійне рішення для визначення його якості та безпечності.

Оскільки, мед є широкоживим продуктом і до того ж існують санітарно-гігієнічні вимоги, які визначають його склад, доцільним є проведення експертизи меду. Дослідження меду на вміст основних сполук дасть змогу з'ясувати рівень його якості.

До складу меду входить близько 300 різних сполук. Логічним буде запитання про те, на що тоді, в такому випадку, краще звертати увагу в першу чергу?

Загалом лабораторні дослідження меду включають визначення хімічного складу продукту (відсотковий вміст води, цукрів, вітамінів, білків, амінокислот, мінеральних та інших речовин), пилкового складу, виявлення механічних нерозчинних домішок, бродіння, визначення антибіотиків та випадків фальсифікації меду.

Передусім необхідно проаналізувати продукт на вміст основних цукрів (глюкози, фруктози, сахарози), антибіотиків (стрептоміцину, тетрацикліну, хлорамфеніколу тощо), сульфаніламідних препаратів, важких металів, пестицидів тощо. Детальний лабораторний аналіз меду дасть змогу отримати повну інформацію про його основний склад та про відсоткове співвідношення усіх його компонентів.

На превеликий жаль, дуже часто трапляються випадки фальсифікації меду. Тому відомі випадки, коли штучний мед маскують під натуральний. До натурального меду підмішують борошно, крохмальну патоку, солод, штучний мед або інші речовини. Дуже часто для фальсифікації використовують харчові сполуки, які при належній обробці та здобруванні медом можуть бути виданими за натуральний продукт. Іноді буває так, що до складу меду можуть потрапляти небезпечні хімічні речовини (пестициди), радіоактивні елементи, важкі метали або антибіотики (такі як стрептоміцин) та сульфаніламідні препарати. Частково натуральність меду можна

визначати за пилковим складом (мікроскопічний аналіз меду), консистенції, загальному кислотному складу, кристалізації і кольору.

Фальсифікація меду цукровим сиропом виявляється в реакції з азотнокислим сріблом; штучно інвертований цукор виявляють, визначаючи ОМФ (оксиметилфурфурол). При фальсифікації діастазне число низьке або взагалі не виявляється (за відсутності меду в пробі); кислотність при штучній інверсії більше 4°C. Цукровий пісок додають в мед для прискорення кристалізації при прояві її перших ознак, через деякий час мед являє собою рівномірну закристалізуватися масу.

Желатин додають в мед для підвищення в'язкості і виявляють реакцією з таніном. Борошно або крохмаль додають в мед для створення видимості кристалізації. Дані домішки виявляються реакціями на йод або люголь. Домішки крейди виявляються додатком до розчиненого в пробірці меду декількох крапель будь-якої кислоти. Цукрову патоку визначають реакцією з азотнокислим сріблом; крохмальну патоку – реакцією з хлористим барієм; ознаки бродіння – рівнем кислотності; заміну квіткового меду на падевий – реакцією з оцтовокислим свинцем.

Окрім того, природний мед може містити отруйні речовини. Для виготовлення меду бджоли можуть збирати нектар не лише з липи чи соняшника, а й з болотного вереску, рододендрону, азалії, олеандру, чемериці, дурману та інших рослин. Разом з нектаром бджоли переносять у мед отруйні речовини цих рослин. Основною токсичною сполукою такого меду є глікозид андромедотоксин. Такий отруйний мед іноді називають п'яним. Це пов'язано з тим, що після його вживання у людини з'являються симптоми, подібні до симптомів сп'яніння, а саме: нудота, судоми, порушення координації рухів тощо. За своїм зовнішнім виглядом такий отруйний мед мало чим відрізняється від звичайного. Тому на око з'ясувати, чи безпечний цей продукт, практично неможливо.

Мікроскопічний аналіз меду є одним з основних методів, що дозволяє визначити як регіональне, так і рослинне походження меду. Необхідною умовою для проведення такого дослідження є наявність знань в галузі різних форм пилових зерен і наявності певного пилку в тому чи іншому меді.

Мікроскопічні дослідження меду є ефективним інструментом виявлення можливої його фальсифікації, особливо дорогого вітчизняного меду, такого як смерековий тощо. Нерідко такий мед змішують з більш дешевим з метою отримання більшого доходу. Мікроскопічне дослідження значною мірою служить захисту інтересів споживача. Перша ознака можливого бродіння меду, яким є наявність дріжджів, також визначається за допомогою мікроскопічного дослідження. При оцінці мікроскопічного зображення

використовуються поняття, розроблені Міжнародною комісією з ботаніки бджіл при IUBS, так звана комісія з пилку.

«Основний пилок»: більше 45 % всіх пилкових зерен (predominant pollen).

«Вторинний пилок»: 16-45 % всіх пилкових зерен (secondary pollen).

«Окремі включення пилку»: до 16 % всіх пилкових зерен (minor pollen).

Пилкові зерна, кількість яких не перевищує 1 %, не враховуються, але їх наявність зазначається, тобто в даному випадку проводиться не кількісний, а якісний аналіз.

Вміст пилку в меді незначний, але він збагачує його вітамінами, білками, мінеральними речовинами. Встановлено, що в кожному меді міститься не один вид пилку, а декілька. Проте мед вважається монофлерним – каштановий, соняшниковий тощо, якщо пилок однієї з цих рослин становить не менше 45 % загального змісту; гречаним, конюшинним, липовим, рапсовим, люцерновим – не менше 30 %.

«Переважаючим» вважається збір з тієї рослини, пилок якої є в меді основним, а сенсорні ознаки відповідають цим показникам. Такий мед може декларуватися за назвою переважаючого медоноса (ріпак, кульбаба, фацелія, соняшник і т.д.).

Подвійна назва допускається, коли в меді присутній основний пилок двох видів (напр., рапс-конюшина), основний і вторинний пилок (напр. конюшина–липа) або вторинний пилок двох видів з вираженими сенсорними ознаками (напр., липа-конюшина).

У разі сумнівів з приводу меду «липа-акація» можна взяти до уваги співвідношення фруктози і глюкози і глікози. Коефіцієнт їх співвідношення має становити як мінімум 1:3.

Описана класифікація не завжди може застосовуватися строго. Деякі рослини, наприклад незабудка або благородний каштан, виробляють надзвичайно багато пилку, в той час як інші рослини, такі як робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*) або робінія псевдоакація, колюча акація та біла акація; певні цитрусові, іноді дають дуже мало пилку. З цієї причини при визначенні основного пилку в меді слід враховувати статистичні дані по інтенсивності виробництва пилку тих чи інших рослин і відповідно коригувати результати.

Висока або низька продуктивність пилконосних рослин залежить, в тому числі, від форми квіток, їх розташування, а також від величини і зовнішнього вигляду пилкових зерен.

Високопродуктивним пилконосієм за даними IUBS вважається благородний каштан (*Castanea sativa*). Мед здобувається переважно з благородного каштана в тому випадку, коли в ньому присутні не менше 90 % пилкових зерен з цієї рослини і є відповідний йому аромат. Такі ж критерії використовуються при визначенні меду з

незабудки (*Myosotis*), а також чернокорня (*Cynoglossum*) і мімози (*Mimosa pudica*).

Пилок, який потрапляє в мед безпосередньо з нектаром, називається первинним. Від моменту надходження нектару у вулик до запечатування комірок зі зрілим медом вміст пилку в ньому може змінитися за рахунок вторинного попадання пилку. У незапечатані осередки може потрапляти пилок, що знаходиться у волосяному покриві бджіл. Крім того, молоді бджоли у вулику вживають в їжу велику кількість пилку. Оскільки вони залучені в процес обміну кормом, необхідним для дозрівання меду, то при цьому в мед також може вдруге потрапляти пилок. Оскільки в обох випадках вдруге в мед потрапляє пилок в основному з тих же рослин, з яких відбирається нектар, то зміна пилкового спектру утримується в рамках. Третинне включення пилку може відбуватися в результаті дій бджоляра. Запечатані медові стільники частково містять і запаси пилку (пергу), яка так міцно утрамбована в осередки, що залишається в них навіть під дією чималої відцентрової сили в процесі відкачки меду. На практиці третинне включення пилку при нормальному отриманні меду залишається в рамках. Виняток становлять вересовий мед (*Calluna vulgaris*), який необхідно відокремлювати від стільників особливим способом, або пресовий мед.

Існують і інші аномалії у рослин, наприклад у таких, які крім флорального мають також екстрафлоральні нектарники, тобто виробляють багато нектару і порівняно мало пилку, або у таких рослин, квітки яких розділені за статевою належністю, розташовуються на одній (однородній) або на різних (двородній) рослинах. Проблеми виникають і з визначенням меду, що містить велику кількість пилку, який не ідентифікується, оскільки співвідношення невідомого пилку в меді не можуть оцінюватися з достатньою часткою точності.

Мікроскопічне дослідження меду, як і інші аналізи, пов'язане з більш-менш складною підготовкою проб, тобто мед не можна досліджувати відразу. Спочатку готується медовий розчин, з нього виходить осад, який і використовується для виготовлення мікроскопічного препарату. Точна методика препарування (з фотодокументацією) описується в роботах Луво. Коротенько процес відбувається так. Пробу меду в 10 грам заливають 20 мл дистильованої води і ставлять на водяну баню до повного розчинення меду. Отриманий розчин центрифугують. Після чого осад переносять на предметне скло і фіксують спиртовим розчином. Потім проводять підрахунок пилкових зерен. Точність підрахунку і визначення пилку (можна по атласу пилкових зерен) багато в чому залежить від рівня професійної підготовки людини, яка проводить аналіз. За допомогою пилкового аналізу меду можна визначити ботанічне і географічне походження бджолиного меду.

Приготування препарату необхідно, оскільки без цього в полі зору мікроскопу була б занадто мала кількість пилку. В 1 г меду міститься близько 5000 пилкових зерен. Якщо мед відразу нанести на об'єктне скельце, то там виявиться місце лише для кількох міліграм, ця кількість зменшиться в 100 разів, і в полі зору мікроскопа виявиться занадто мало пилку. За допомогою описаного методу виділяється пилко, що міститься в 10 г меду.

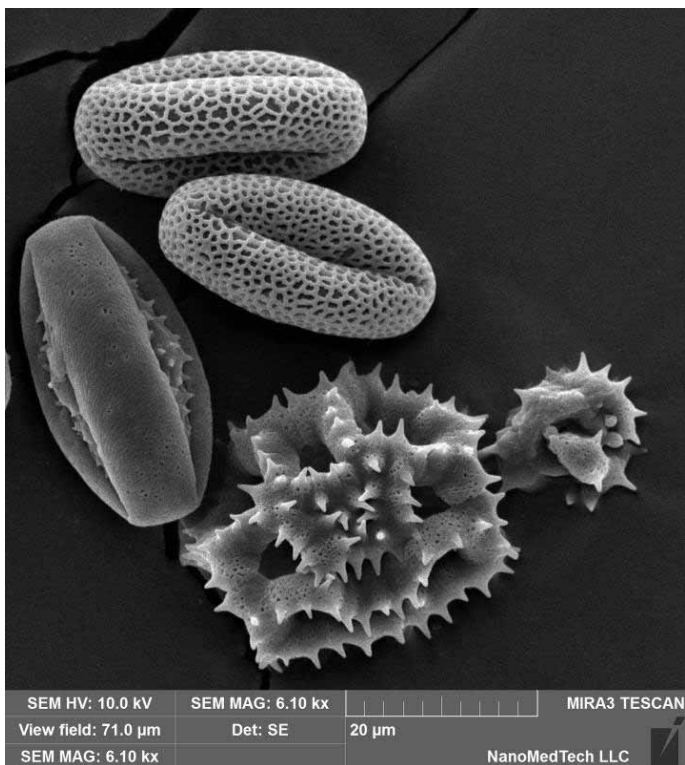
Результат аналізу на вміст пилку значною мірою залежить від того, хто його проводить. Всі інші види дослідження певною мірою автоматизовані. При аналізі вмісту пилку це неможливо через його складність. У даний час тільки людський мозок здатний розпізнавати безліч окремих пилкових зерен і їх комбінацій. В останні роки робляться спроби проводити цей вид аналізу за допомогою комп'ютерних систем обробки зображення, але поки безуспішно. Матеріал поки ще занадто складний для того, щоб він міг бути оброблений за прийнятний проміжок часу обчислювальною машиною. За своєю формою і розмірами пилкові зерна дуже різноманітні.

Характерними ознаками зерен пилку різних видів є:

- 1) кількість клітин, з яких складаються прості або складні зерна,
- 2) розмір зерен,
- 3) форма зерен, кругла, овальна, трикутна, еліпсоїдна і тд.,
- 4) кількість і будова герміналіїв у формі пор (porat), складок (colpat) або складчастих пор (colporat),
- 5) будова екзини, гладка, колюча, рифлена, сітчаста,
- 6) колір, жовтуватий, коричневий, зелений,
- 7) покрив,
- 8) вирости,
- 9) утворення ниток.

Пилко споріднених видів рослин, а часто навіть пилко рослин одного сімейства, має велику схожість, в результаті чого за допомогою оптичного мікроскопа можна визначити тільки сімейство рослин, якому належить пилко. З цієї причини необхідно мати гербарій зразків пилку, що дозволяє в будь-який момент скористатися наявними в ньому зразками для порівняння. Пилко для зразків збирають прямо з рослин. У тому випадку, коли точно визначити походження пилку за допомогою оптичного мікроскопа все ж не вдається, слід використовувати растровий електронний мікроскоп (див. мікрофотографію).

Варто зауважити, що навіть природний мед за умов свого неправильного зберігання (недотримання температурного режиму), порушення гігієнічних норм, механічного забруднення (наслідком цього всього може стати його бродіння) може втратити свої смакові й корисні властивості, або навіть стати небезпечним для здоров'я людини.



Мікрофотографія зерен пилку (скануючий електронний мікроскоп «Teskan Vega 3», збільшення 6100х).

Старий мед має більш темний колір, слабкий аромат, зміст ОМФ підвищено. При фальсифікації меду цукровим сиропом верхній шар залишається рідким без ознак кристалізації. Чи не кристалізується також мед, який схильний до температурної обробки і незрілий мед.

Існує цілий ряд показників, які належать до загальних змін фальсифікованого чи зіпсованого меду, а саме: збільшення газової фази; зменшення кількості вітамінів; зміна кількості мінерального залишку; зниження кислотності; загальна зміна фізико-хімічних властивостей (густина, консистенція, запах, колір, склад тощо). Навіть справжній досвідчений бджоляр та поціновувач цього продукту не завжди зможе легко та на око відрізнити підробку від кропіткої бджолиної праці.

Також, на сьогодні відомо більше 500 різних видів пестицидів, які використовуються в сільському господарстві. Бджоли-збиральниці

меду гинуть лише від тих інсектицидів, до яких вони чутливі. Натомість усі інші вони збирають разом із нектаром і переносять до пасіки, де всі ці речовини потрапляють до складу меду. До таких небезпечних сполук можна віднести хлорорганічні пестициди. Тривалість дії використовуваних на рослинах пестицидів може бути більшою від рекомендованих термінів ізоляції бджіл. Так, севин зберігається на фацелії до 17 днів, а гексахлоциклогександ – до 12 днів з моменту обробки. Проблема полягає в тому, що бджоляр ніколи не може бути упевненим на усі 100 %, звідки саме його бджоли приносять квітковий нектар для меду. Тому він ніколи напевне не знає, чи обробляли хімічними речовинами ті рослини, з яких бджоли взяли нектар, а якщо й обробляли, то як давно це було.

Звідки в меді антибіотики? Щоб захистити бджіл від патогенних бактерій, їм часто згодуюють антибіотики. Під час виготовлення меду ці сполуки здатні потрапляти в нього і зберігатися достатньо тривалий час (до 3 років!). Людині, яка з'їсть мед із антибіотиками, це може коштувати розладом травлення, пригніченням власної мікрофлори організму та алергією. Наявність високого вмісту антибіотиків є небажаною, оскільки, проникаючи в організм людини, вони здатні без розбору пригнічувати не лише шкідливу, а й корисну мікрофлору, тим самим викликаючи розлади функцій кишечника та знижуючи захисні властивості систем організму.

На додачу до перерахованих вище важких металів, пестицидів та антибіотиків до складу меду також можуть потрапляти радіоактивні елементи, пам'ятаючи, що ми проживаємо на території, яка постраждала від Чорнобильської катастрофи (а в світі взагалі розвинена атомна енергетика). Ці радіоактивні елементи потрапляють у мед таким самим шляхом, як і пестициди – через нектар. Згідно нормативних документів регламентовано визначення – Стронцію-90 та Цезію-137. Радіоактивні ізотопи цих елементів здатні накопичуватись у великих кількостях у кістковій тканині та щитовидній залозі. В подальшому це призводить до розвитку захворювань та погіршення їх функціонування.

Мед дуже смачний, цінний та надзвичайно корисний харчовий продукт. Він містить велику кількість важливих речовин, серед яких вуглеводи, білки і вільні амінокислоти, вітаміни, органічні та неорганічні кислоти, мінеральні речовини, пігменти й ароматичні сполуки. Усі ці речовини є дуже важливими та корисними для нормального функціонування клітин нашого організму.

У випадках, коли технологія виробництва меду порушується і справжній мед підмінюється фальсифікатом, – це може бути небезпечним для здоров'я. Тоді до складу меду можуть потрапити шкідливі речовини, серед яких важкі метали, радіоактивні речовини, пестициди й антибіотики. Для уникнення виробництва і споживання

неякісного продукту надзвичайно корисним буде сучасний лабораторний аналіз меду. Це дозволить відрізнити безпечний мед від неякісного фальсифікату.

Своєчасний лабораторний аналіз (експертні дослідження) меду є дуже вигідною та швидкою процедурою, після цієї процедури можна буде на 100 % переконатися в якості та безпечності цієї продукції.

Перелік посилань

1. ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови. Київ, 2005.
2. Бурмистров А. Н., Никитина В. А. Медоносные растения и их пыльца: справоч. Москва, 1990. 192 с.
3. Харченко Н. А., Рындин В. Е. Пчеловодство: учеб. для вузов. Москва, 2002. 368 с.
4. Куманов Р. Г., Ишбирин А. Р. Пыльцевой атлас. Уфа, 2013. 304 с.
5. Реуцкий И. А. Лечение медом и другими продуктами пчеловодства. Рекомендации для врачей и пациентов. Москва, 2007. 448 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЧЕЛИНОГО МЕДА

**А. П. Борзов,
Л. И. Ковальчук**

С каждым годом темпы продажи украинского меда растут на несколько десятков процентов. Украина занимает пятое место в мире и первое в Европе по объему производства пчелиного меда. Своевременный лабораторный анализ (экспертные исследования) меда очень выгодная и быстрая процедура, после которой можно будет убедиться в качестве и безопасности этой продукции.

В статье освещены как традиционные методы, так и исследования с помощью современного высокотехнологичного лабораторного оборудования, которые в свою очередь можно разделить на методики установления качественного и количественного химического состава меда, а также определения его регионального и растительного происхождения.

Основной целью лабораторного анализа меда – возможность отличить качественный и полезный мед от дешевого опасного для здоровья фальсификата и установить его качество в соответствии с требованиями ГОСТа и других нормативных актов Украины.

При проведении экспертиз меда для определения его регионального и растительного происхождения используется сканирующий электронный микроскоп «Тескан Vega 3»; определения химического (элементного) состава спектрометр энергий рентгеновского излучения СЕР-01 «ElvaX 2».

MODERN POSSIBILITIES OF EXPERT EXAMINATION OF HONEY

**A. Borzov
L. Kovalchuk**

Every year, the pace of sales of Ukrainian honey is growing by several tens of percent. Ukraine ranks fifth in the world and the first in Europe in terms of honey production. A timely laboratory analysis (expert research) of honey is a very beneficial and quick procedure, after which it will be possible to verify the quality and safety of this product.

The article deals with both traditional methods and research using modern high-tech laboratory equipment, which in turn can be divided into methods for establishing the qualitative and quantitative chemical composition of honey, as well as determining its regional and plant origin.

The main purpose of the laboratory analysis of honey is the ability to distinguish qualitative and useful honey from cheap and dangerous fake for health and to establish its quality in accordance with the requirements of DSTU (The National Standard of Ukraine) and other regulatory acts of Ukraine.

During the examination of honey to determine its regional and plant origin, a scanning electron microscope «Teskan Vega 3» is used; for the determination of the chemical (element) composition is used the spectrometer of the X-ray energies CEP-01 «ElvaX 2» as well.