

- якщо  $1\% \leq p < 5\%$ , однозначного статистичного висновку зробити не можна. Рекомендується повторити тест.

- якщо  $p < 1\%$ , можна дійти невтішного висновку, що суміш неоднорідна.

Отже, за результатами дослідження можемо зробити висновок, що змішування комбікорму є гарним, оскільки значення  $p$  знаходиться у діапазоні між 5% і 25%.

Також доцільно враховувати, що проведення подібних аналізів якості гомогенності комбікормів дозволяє оцінити якість змішувачів, що підтверджує безпеку кормів і надає гарантії споживачеві щодо виробництва, обробки, торгівлі, зберігання та транспортування кормових інгредієнтів і кормів для тварин не лише в Україні, а й у більшості європейських країн.

#### **Список використаних джерел:**

1. Sakhno T. V., Semenov A. O., Sakhno Y. E., Barashkov N. N. Determination of homogeneity of feed for animals using ferromagnetic microtracers. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2022. Vol. 1. P. 96–102. doi: 10.31210/visnyk2022.01.12.
2. Zawisłak K., Sobczak P., Weldycz A. Mixing as CCP in the production of industrial feed. *Journal of Central European Agriculture Year*. 2012. Vol. 13, Issue 3. P. 545–553.
3. Matuszek D., Tukiendorf M. Application of roof shaped and double cone inserts in mixing of granular elements in the flow process. *Int. Agrophysics*. 2008. Vol. 22. P. 147–150.
4. Heidenreich E., Strauch W. Decisive factors for solids mixing process in compound feed production. Part 2. *Feed Magazine*. 2000. Vol. 7–8. P. 286–292.
5. Сахно Т. В., Короткова І. В., Барашков Н. Н. Вивчення сегрегації феромагнітних мікротрейсерів від преміксів: результати тестування в модельних умовах і умовах транспортування і зберігання. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. № 17 (2). С. 28–33.
6. Sakhno T., Semenov A., Barashkov N. Assessing the quality of homogeneity of pet food using ferromagnetic microtracers. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2020. Vol. 20 (2, 78). P. 32–37.
7. GMP+ Feed Certification scheme Module: Feed Safety Assurance GMP+ BA2 Control of residues Version: 1st of July 2019.

## **ОСНОВНІ БІОХІМІЧНІ ТА БІООРГАНІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Куленко О.А. (м. Полтава)**

Біохімічні дослідження проводяться на матеріалі, отриманому від людини, тварин, рослин, мікробів та вірусів. Ним можуть бути продукти життєдіяльності організму, органи, тканини, клітини і субклітинні структури.

Матеріал одержують від живих і неживих організмів. Пробами для біохімічних досліджень живих організмів може бути вміст початкових і кінцевих речовин балансових дослідів, ангиостомії, різні біологічні рідини (кров, лімфа, ліквор, травні соки, сеча, хімус, піт), біопсійний матеріал (шматочки органів і тканин, видалених хірургічним шляхом), продукти життєдіяльності організму (молоко, шерсть, середовище існування мікробів). Проби слід брати швидко, з дотриманням правил асептики і антисептики, етикетувати, після чого піддавати відповідній обробці, яка забезпечувала б максимальне збереження прижиттєвого хімічного складу. Для біохімічних досліджень твердий матеріал (шматочки органів і тканин) подрібнюється до однорідної кашки (розтиранням у ступці з кварцовим піском) або до гомогенної маси (подрібненням в гомогенізаторах, ультразвуком, осмотичним цитолізом, методом заморожування і відтавання) [1-4].

Кількість біохімічних методів, які використовуються у теоретичній і прикладній біохімії, клінічній практиці і суміжних дисциплінах, величезне. Так, наприклад, для виявлення холестерину існує понад 100 біохімічних методів. Є декілька видів класифікацій. Найбільш прийнятна класифікація за способом підходу до визначення вмісту тієї або іншої речовини в субстраті [4].

*Методи електронної гісто- і цитохімії* дають можливість при збільшенні електронного мікроскопа 1–0,1 нм виявляти в субклітинних структурах локалізацію і кількість окремих хімічних речовин. Комплексне використання методів дозволило розшифрувати ультраструктуру клітини – основного об'єкту дослідження живої матерії.

*Основи методів кількісного аналізу.* Методи кількісного аналізу, які використовуються в біохімії, ґрунтуються на визначенні в тому або іншому субстраті кількості речовини за її екстенсивними властивостями (маса, об'єм) або фізичними, термічними, електричними, ядерними, хімічними, а також по взаємодії речовини з променистою енергією, дифракції рентгенівського

проміння і електронів, випуску випромінювання.

*Методи об'ємно-вагового аналізу.* Принципи об'ємно-вагового аналізу є основою біохімічного дослідження. По кількості речовини в субстраті розрізняють: макрометоди – для аналізу береться 40–50 мл розчину або близько 500 мг сухої речовини; напівмікрометоди – об'єм досліджуваного розчину складає від 1 до 100 мл, маса сухої речовини – від 10 до 100 мг; мікрометоди – об'єм досліджуваного розчину – декілька десятих часток мілілітра, маса сухої речовини – декілька міліграмів; ультрамікрометоди – об'єм досліджуваного розчину менше 0,1 мл, маса сухої речовини менше 1 мг. Об'ємно-ваговий аналіз оснований на кількісному визначенні об'єму або маси досліджуваної речовини.

Методи об'ємно-вагового аналізу, основані на титруванні, ділять на чотири групи: ацидометричні, алкаліметричні, оксидометричні і осадження. Для першої групи як титруючий розчин застосовують розчин кислоти, другої – розчин лугу, третьої – окислювачі, четвертої – солі важких металів. Перші дві групи методів називають методами нейтралізації. Методом нейтралізації визначають, наприклад, загальний і залишковий азот по Кьельдалю, оксидометрією визначають цукор крові. Кількісний вміст сухої речовини визначається гравіметричним методом. Наважку проби розчиняють, малорозчинний осад промивають, потім висушують або прожарюють до постійного значення маси, а потім визначають її величину. Прикладом може бути визначення маси казеїну в молоці.

*Оптичні методи* володіють високою чутливістю (вони виявляють у пробах вміст речовин у концентраціях менше 0,001 мг), специфічністю і точністю. Розрізняють п'ять основних груп оптичних методів: адсорбційні, нефелометричні і турбідиметричні, люмінесцентні, спектральні і поляриметричні.

Адсорбційні методи основані на визначенні кількості речовини в розчинах по інтенсивності поглинання ним світлової енергії. Залежно від

використання світлової енергії розрізняють фотометрію і спектрофотометрію. Фотометрія включає власне фотометричні (візуальні і фотоелектроколориметричні) і колориметричні (стандартних серій і шкали, колориметричного титрування, порівняння) методи. Прикладом широкого використання цих методів в лабораторній практиці є визначення фосфору в сироватці крові фотоелектроколориметром по Фіску-Суббароу. Розрізняють три види спектрофотометрії: фотографічну, термоелектричну і фотоелектричну. У біохімії найчастіше використовується фотоелектрична спектрофотометрія, наприклад, визначення нуклеїнових кислот спектрофотометрами.

Нефелометричні і турбідиметричні методи (візуальні і об'єктивні) оснований на вимірюванні інтенсивності світлового потоку, розсіяного суспензіями окремих речовин. При нефелометрії вимірюється інтенсивність розсіяного світлового потоку в напрямі, перпендикулярному до падаючого світлового потоку. При турбідиметрії вимірюється інтенсивність світлового потоку, який пройшов через кювету з розчином, що вивчається, у напрямі падаючого світлового потоку. Ці методи застосовуються при визначенні в різних розчинах вмісту білків, амінокислот, деяких вітамінів і інших речовин. Наприклад, фотоелектроколориметрами-нефелометрами визначають вміст альбумінів і глобулінів в сироватці крові.

Люмінесцентний аналіз володіє високою чутливістю (від 0,0001 до 1000 мкг), специфічністю виявлення мінімальних кількостей речовин, яскравістю і контрастністю. Він оснований на здатності окремих речовин спочатку поглинати, а потім випромінювати світлову енергію. Деякі речовини володіють власною (первинною) люмінесценцією (вітаміни групи А, ліпофусцин, амілоїди, бензопірен). У інших сполук ця властивість виникає після обробки їх флуорохромами (вторинна люмінесценція). Метод використовується для визначення вмісту вітаміну В<sub>1</sub> у сечі електронним флуориметром по Вангу і Харрісу.

Спектральний аналіз дає можливість вивчати якісний і кількісний склад молекул і атомів різних речовин на основі визначення спектрів поглинання або випускання світлової енергії. Розрізняють декілька видів спектрального аналізу – емісійний, адсорбційний і комбінаційний. У клініці широко застосовується полум'яно-фотометричний метод визначення натрію, калію і кальцію в сироватці крові по Габшу.

Поляриметричний аналіз оснований на здатності оптично активних речовин в розчині обертати площину поляризованого світла. У складі молекули такої речовини є асиметричні атоми вуглецю. Як приклад назвемо визначення вмісту глюкози в сечі поляриметром або глюкозиметром.

*Хроматографічні методи.* Найчастіше використовуються як попередні методи біохімічного аналізу. Так, цими методами з різних сумішей виділяють речовини в чистому вигляді, а потім іншими методами (головним чином, об'ємно-ваговими і оптичними) визначають їх кількісний вміст. Методи були розроблені і введені російським ботаніком М.С. Цветом у 1903 році. Залежно від середовища, де проводиться розділення, розрізняють газову, газорідинну і рідинну хроматографію; залежно від механізму розділення – адсорбційну (молекулярну), розподільну, іонообмінну, осадову, окисно-відновну, адсорбційно-комплексоутворюючу; залежно від методу проведення – колоночну, капілярну, площинну (паперову і в тонкому шарі); залежно від мети дослідження – аналітичну, препаративну і промислово. Методи хроматографії часто застосовують спільно з методами електрофореза для виділення і очищення різних речовин з сумішей (наприклад, якісне і кількісне визначення амінокислот в сироватці крові за допомогою хроматографії).

*Методи електрофореза.* Застосовуються для розділення білків на окремі фракції (альбуміни,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -глобуліни) і підфракції, а також для виділення ізоферментів та інших речовин з біологічних рідин і штучних розчинів. Розрізняють препаративний і кількісний електрофорез. Препаративний

електрофорез застосовується для розділення сумішей речовин в газовому і рідкому середовищах. Кількісний електрофорез використовується для визначення кількості речовин після їх розділення. В біохімічних дослідженнях часто використовуються зональний фронтальний (або вільний) електрофорез, мікроскопічний та імуноелектрофорез. Залежно від природи носія зональний електрофорез може проводитися на папері, в гелях, в блоках і т.д. В клініці часто проводиться електрофоретичне визначення білкових фракцій сироватки крові на папері. У ряді випадків застосовується універсальний прилад для імуноелектрофореза і електрофореза білків (УЕФ), за допомогою якого білки розділяють на агар-агарі, папері, крохмалі, проводячи потім їх кількісне визначення.

*Методи полярографії.* Це група електрохімічних методів, оснований на явищі дифузійного струму, величина якого пропорційна концентрації речовини, що обумовлює цей струм. Розрізняють постійнострумову, зміннострумову, високочастотну, імпульсну і осцилографічну полярографію. Методи використовуються для ранньої діагностики хвороб серцево-судинної системи, визначення вмісту в тканинах кисню і мікроелементів, оцінки якості м'яса та ін. В клініці застосовується полярографічний метод визначення вмісту фосфору в сироватці крові (за М.О. Кондрашовою).

*Манометрові методи.* Основані на вимірюванні тиску рідин або газів манометрами. Використовується для вимірювання тиску газів (найчастіше  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$ ) під час їх поглинання або утворення при постійній температурі і об'ємі в закритій системі. Застосовуються при вивченні тканинного обміну, різних видів бродіння, дослідженні газообміну між кров'ю і тканинами, визначенні ряду продуктів проміжного обміну, амінокислот, активності окремих ферментативних систем і т.д. Прикладом може бути метод визначення окислювального фосфорилування по Варбургу.

*Інші методи біохімічних досліджень.* Окрім розглянутих, у біохімії

застосовуються методи ультрацентрифугування і радіоактивних ізотопів. В першому випадку використовуються ультрацентрифуги, що дають від 20000 до 200000 об/хв. Методи ділять на декілька видів: визначення швидкості седиментації, рівноваги седиментації і метод диференційного центрифугування. Вони дають можливість отримати окремі фракції і підфракції клітин і тканин, хімічний склад яких вивчається різноманітними методами об'ємно-вагового, оптичного, полярографічного і інших аналізів. При використанні методу радіоактивних ізотопів піддослідній тварині ін'єкцією або з кормом вводиться мічений попередник, після чого він включається в реакції обміну речовин. Радіоактивний розпад мічених атомів потім уловлюється радіометрами. У лабораторній практиці застосовується метод визначення оновлення фосфору білків.

*Статистична обробка результатів біохімічних досліджень.* Цифрові дані, отримані різними біохімічними методами, піддаються статистичній обробці. Така обробка дозволяє об'єктивно оцінити результати досліджень. Існує ряд методів статистичної обробки, які приводяться в керівництві по використанню біохімічних методів. Після статистичної обробки приступають до узагальнення результатів біохімічних досліджень. Узагальнення відображаються в таблицях, графіках, діаграмах і інших матеріалах. На підставі цього формулюються висновки про закономірності явищ, що вивчаються, – біохімічній статистиці і динаміці живих організмів [4].

#### **Список використаних джерел**

1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн. 2. Біологічна хімія / Ю.І. Губський, І.В. Ніженковська, М.М. Корда та ін.; за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – К.: ВСВ «Медицина», 2016. – С. 181-190.
2. Біологічна хімія: підручник / О.Я. Склярів, Н.В. Фартушок, Т.І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ, 2014. – С. 212-227.
3. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Губський Ю. І. – Київ-Вінниця: Нова книга, 2011. – С. 267-285.
4. Склярів О.Я., Фартушок Н.В., Соїка Л.Д., Смачило І.С. Біологічна хімія з біохімічними методами дослідження / Склярів О.Я., Фартушок Н.В., Соїка Л.Д., Смачило І.С. – К.: Медицина, 2009. – С. 257- 259, 261-269.