

**Білоцерківський національний аграрний університет
Одеський державний аграрний університет**

**О. О. Борщ, Ю. В. Засуха,
О. І. Соболев, Л. М. Кельвич**

**МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
У ТВАРИННИЦТВІ**

Навчальний посібник

**Біла Церква
2024**

УДК 636:001.8(076.8)

М 54

*Розглянуто, схвалено та рекомендовано до видання на засіданні
Вченої ради Білоцерківського національного аграрного університету
(протокол №4 від 24.05.2024 р.)*

Рецензенти:

С. Ю. Рубан, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України, завідувач кафедри генетики, розведення та біотехнології тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Р. В. Ставецька, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри генетики, розведення та селекції тварин Білоцерківського національного аграрного університету.

М 54 Борщ О. О, Засуха Ю. В., Соболев О. І., Кельвич Л. М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: навчальний посібник / за заг редакцією О. І. Соболева. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2024. 310 с.

ISBN 978-617-

Навчальний посібник «Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві» підготовлено для здобувачів другого (магістерського) та третього (освітньо-наукового) рівнів вищої освіти за спеціальністю 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва». У навчальному посібнику узагальнено й систематизовано теоретичні надбання щодо основних принципів та вимог до формування груп тварин для проведення різних видів експериментальних досліджень; розглянуто методи і методики визначення найбільш інформативних показників продуктивності різних видів сільськогосподарських тварин і птиці, оцінки якості їх продукції, а також ряд економічних показників за якими оцінюють ефективність результатів наукових досліджень.

Навчальний посібник також буде корисним для науково-педагогічних працівників, науковців та фахівців-практиків, діяльність яких пов'язана з виробництвом і переробкою продукції тваринництва.

УДК 636:001.8(076.8)

ISBN 978-617-

© О.О. Борщ, Ю.В. Засуха,
О.І. Соколев, Л.М. Кельвич

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Тема 1. Зоогігієнічний контроль мікроклімату у тваринницьких приміщеннях і методи визначення його основних параметрів....	6
Тема 2. Показники продуктивності молодняку великої рогатої худоби, що вирощується на м'ясо та методи їх визначення.....	50
Тема 3. Показники росту і розвитку ремонтного молодняку великої рогатої худоби та методи їх визначення.....	69
Тема 4. Показники молочної продуктивності корів та методи їх визначення.....	74
Тема 5. Показники продуктивності свиноматок і якості спермопродукції кнурів-плідників та методи їх визначення.....	82
Тема 6. Показники м'ясної продуктивності відгодівельного молодняку свиней та методи їх визначення.....	94
Тема 7. Показники продуктивності дорослої сільськогосподарської птиці промислового та батьківського стада та методи їх визначення.....	111
Тема 8. Показники м'ясної продуктивності молодняку сільськогосподарської птиці та методи їх визначення.....	124
Тема 9. Показники вовнової продуктивності овець та методи їх визначення.....	133
Тема 10. Показники м'ясної продуктивності овець та методи їх визначення.....	154
Тема 11. Відтворні та продуктивні якості плідників риб та методи їх визначення.....	169
Тема 12. Показники продуктивності бджолиних сімей та методи їх визначення.....	180
Тема 13. Біокліматологічні показники та оцінка комфорту тварин...	225
Тема 14. Показники продуктивності дорослих коней та методи їх визначення.....	242
Тема 15. Методичні основи оцінки економічної ефективності результатів закінчених наукових досліджень.....	262
Тема 16. Формування груп тварин для проведення наукових досліджень.....	275
Тема 17. Особливості проведення наукових експериментів з використанням лабораторних тварин.....	285
Список рекомендованої літератури.....	300

ПЕРЕДМОВА

Тваринництво є стратегічно важливою галуззю агропромислового комплексу, яка визначає здоров'я людей та економічну безпеку країни. Послідовне збільшення обсягів виробництва продукції тваринництва та підвищення її якості відповідно до міжнародних стандартів, значною мірою залежать від наукового забезпечення цієї галузі.

У становленні наукових основ тваринництва чільне місце займає зоотехнічна наука, яка є невід'ємним елементом загальної культури української нації, має свою історію, пріоритети і перспективи розвитку. Становлення зоотехнічної науки відбувалося у процесі інтеграції окремих поодиноких наукових фактів у струнку і логічну теоретичну систему, для якої характерні такі системні параметри, як цілісність, структурованість, ієрархічність, функціональність, еволюційна залежність, динамічність, цілеспрямованість, результативність, відповідність попиту.

Зоотехнічна наука історично сформувалася як наукове знання зі своїм специфічним предметом і завданнями, поняттями, категоріями та методологією. Одним з найважливіших завдань зоотехнічної науки є розроблення науково обґрунтованих заходів з розвитку практичного тваринництва та впровадження прогресивних технологій виробництва високоякісної тваринницької продукції, насамперед, харчового призначення (молоко, м'ясо, яйця), а також деяких видів сировини для переробних галузей промисловості (вовна, шкіра).

Впровадження інноваційних наукових розробок на промислових підприємствах тваринницької галузі вимагає якісно нової теоретичної та практичної підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних орієнтуватися в потоці наукової інформації, знаходити найбільш раціональні технологічні, конструкторські та організаційні рішення. З огляду на зазначене, нині фахівці галузі тваринництва повинні мати не тільки глибоку професійну підготовку, а й певний обсяг знань з теоретико-методологічних засад наукової діяльності. Такі знання необхідні для самостійного виконання в умовах виробництва завдань та обов'язків науково-дослідницького й інноваційного характеру.

У контексті вимог сучасності, до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів другого (магістерського) та третього (освітньо-наукового) рівнів вищої освіти за спеціальністю 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва» була включена дисципліна «Методологія та організація наукових досліджень» з новими завданнями, які покликані сформулювати у здобувачів ґрунтовні знання щодо принципів наукової методології, аналітичних технологій та методів проведення лабораторних і виробничих досліджень у галузі тваринництва.

Запропонований навчальний посібник сприятиме формуванню у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і відповідних практичних умінь і навичок щодо організації та проведення наукових досліджень на різних видах сільськогосподарських тварин і птиці, при вирішенні фахових завдань, що пов'язані з розробкою нових і вдосконаленням існуючих технологій у галузі виробництва та переробки продукції тваринництва з подальшим впровадженням їх у виробництво.

У навчальному посібнику узагальнено й систематизовано теоретичні надбання щодо основних принципів та вимог до формування груп тварин для проведення різних видів експериментальних досліджень; розглянуто методи і методики визначення найбільш інформативних показників продуктивності різних видів сільськогосподарських тварин, оцінки якості їх продукції, а також ряд економічних показників за якими оцінюють ефективність результатів наукових досліджень.

Навчальний посібник також буде корисним для науково-педагогічних працівників, науковців та фахівців-практиків, діяльність яких пов'язана з виробництвом і переробкою продукції тваринництва.

ТЕМА 1

ЗООГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ МІКРОКЛІМАТУ У ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ І МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень з метою удосконалення систем утримання тварин, видалення гною та створення оптимального мікроклімату на комплексах з промисловою технологією виробництва молока, м'яса та яєць. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під мікрокліматом тваринницьких і птахівничих приміщень розуміють клімат обмеженого простору, який являє собою динамічні комплекси параметрів повітряного середовища: температури, вологості, атмосферного тиску, швидкості руху повітря, освітленості, шумів, аероіонізації, концентрації вуглекислого газу, аміаку, сірководню й інших газів, а також часток пилу, мікроорганізмів тощо. Формування його залежить від кліматичних умов місцевості, об'ємно-планувальних рішень будівлі, технології утримання тварин, ефективності систем вентиляції, опалення, каналізації, теплотехнічних властивостей огорожувальних конструкцій, ефективності систем і способів видалення гною, складу і чисельності поголів'я, щільності розміщення, типу годівлі, розпорядку дня, а також від ретельного виконання санітарних вимог з утримання і догляду за тваринами.

Без створення для тварин сприятливого мікроклімату вони не в змозі реалізувати свої високі породні і племінні якості, та проявити потенційну продуктивну здатність, обумовлену спадковістю.

Мікроклімат впливає на фізіологічні процеси в організмі тварин (терморегуляцію, газоенергетичний обмін, дихання, кровообіг, травлення, обмін речовин), а також на продуктивність, відтворну здатність, резистентність і здоров'я. У результаті несприятливого мікроклімату збільшуються витрати кормів на одиницю продукції, скорочуються строки експлуатації механізмів, обладнання і приміщень, проявляються хвороби серед обслуговуючого персоналу.

Під час проведення наукових досліджень з метою удосконалення систем утримання тварин і птиці, видалення гною (посліду) та створення оптимального мікроклімату на комплексах з промисловою технологією виробництва молока, м'яса і яєць досліджують різні нормативні показники.

Визначення температури повітря. Температура повітря є одним з основних чинників, який характеризує стан мікроклімату в приміщенні. Вона впливає на температуру тіла тварин, інтенсивність

теплопродукції та обміну речовин в організмі, а отже визначає їх стан здоров'я та рівень продуктивності. За тривалої дії низьких чи високих температур повітря в організмі тварин виникає стан гіпер- або гіпотермії, порушується збалансованість теплообміну, що негативно позначається на споживанні та засвоєнні поживних речовин корму.

У приміщеннях для тварин температуру повітря визначають у різний час доби (вранці, вдень, увечері та за необхідності – вночі). Для повної характеристики температурного режиму приміщень вимірювання температури проводять у шести і більше точках. Зони вимірювання вибирають посередині і в двох протилежних кутах приміщення, по діагоналі, на відстані 3 м від повздовжніх стін і 0,8–1 м від торцевих (рис. 1.1). По вертикалі вимірювання температури повітря у приміщеннях здійснюють у двох зонах (на рівні лежання і стояння тварин):

- у корівниках і конюшнях – на відстані 0,5 і 1,2 м від підлоги;
- у свинарниках і вівчарнях – на відстані 0,3 і 0,7 м від підлоги;
- у пташниках, за утримання на підлозі – на відстані 0,2 і 0,5 м від підлоги;
- у пташниках за кліткового утримання – на рівні середини клітки кожного ярусу кліткової батареї.

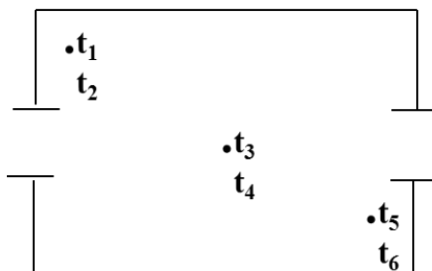


Рис. 1.1. План тваринницького приміщення.

Параметри температурного режиму повітря приміщень розраховують за наступними формулами:

а) середня температура приміщення:

$$t_{\text{ср.}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}{6}; \quad (1.1)$$

б) перепад температури повітря по вертикалі:

$$\Delta t_{\text{верт.}} = \frac{t_1 + t_3 + t_5}{3} - \frac{t_2 + t_4 + t_6}{3}; \quad (1.2)$$

в) перепад температури повітря по горизонталі:

$$\Delta t_{\text{гор.}} = \frac{t_5 + t_6}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2}; \quad (1.3)$$

Прилади в приміщенні розміщують так, щоб на них не впливали сонячні промені, тепле повітря від нагрівальних пристроїв, холодне повітря від дверей, вікон і вентиляційних каналів. Тривалість визначення температури в кожній точці має бути не менше 10 хв з моменту встановлення термометра.

У наукових дослідженнях переважно застосовують для вимірювання температури шкалу Цельсія ($^{\circ}\text{C}$). На шкалі Цельсія (міжнародна шкала) точка танення льоду позначена 0°C , а точка кипіння води 100°C . Проміжок між точками розділено на 100 частин.

Відомі й інші температурні шкали: Кельвіна, Реомюра, Фаренгейта. У термометрах з шкалою Реомюра ($^{\circ}\text{R}$) точка танення льоду 0° , а точка кипіння води 30° . У термометрах із шкалою Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$) точка танення льоду $+32^{\circ}$, а точка кипіння води $+212^{\circ}$. Проміжок між точками розділено на 180 частин. Отже, один градус шкали Цельсія еквівалентний $0,8^{\circ}$ шкали Реомюра і $1,8^{\circ}$ шкали Фаренгейта.

Для переведення значень температури на одній шкалі в іншу використовують коефіцієнти:

$$1^{\circ}\text{C} = 4/5^{\circ}\text{R} \text{ або } 9/5^{\circ}\text{F};$$

$$1^{\circ}\text{R} = 5/4^{\circ}\text{C} \text{ або } 9/4^{\circ}\text{F};$$

$$1^{\circ}\text{F} = 5/9^{\circ}\text{C} \text{ або } 4/9^{\circ}\text{R}.$$

Температуру можна вимірювати постійно або час від часу. Неперервне вимірювання можна здійснювати або прямим зчитуванням, або ресструванням.

Для вимірювання температури повітря у тваринницьких приміщеннях, залежно від конкретних умов, використовують прилади з різним принципом дії, зокрема рідинні та деформаційні термометри.

У рідинних термометрах, принцип дії яких ґрунтується на розширенні, використовують ртуть або етиловий спирт, рідше – толуол, поліетилсилоксан, петролейний ефір, пентанову суміш. Спиртові термометри застосовують для визначення низьких температур (від $+70^{\circ}$ до -120°C), а для вимірювання більш високих температур (від -35° до $+375^{\circ}\text{C}$) використовують ртутні термометри. Показання ртутних термометрів характеризуються високою точністю, оскільки ртуть з її поверхні в капілярі майже не випаровується, не змочує скла і коефіцієнт розширення ртуті залишається майже постійним (0,00018).

У покази термометрів уводять поправки, які наведені в повірочному свідоцтві термометра. Відлік по усіх рідинних термометрах проводять з точністю $0,1^{\circ}\text{C}$.

За призначенням рідинні термометри розподіляють на максимальні та мінімальні (рис. 1.2).

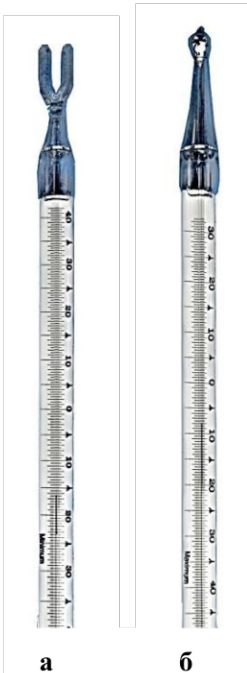


Рис. 1.2.
Термометри:
а – мінімальний;
б – максимальний.

Максимальний термометр застосовують для вимірювання найвищої температури у приміщенні. Це ртутний термометр з циліндричним (або кулеподібним) резервуаром. Межі шкали можуть бути від $+51$ ($+71$ °C) до -36 (-21 °C). Максимальний термометр встановлюють горизонтально.

Мінімальний термометр застосовують за вимірювання найнижчої температури у приміщенні. Це спиртовий термометр, межі шкал можуть бути від $+21$ ($+30$ °C) до -41 (-75 °C). Резервуар термометра циліндричний. Робоче положення такого термометра горизонтальне. Мінімальні покази за термометром визначають за легким штифтом, який виготовлено з темного скла з потовщеннями на кінцях.

За використання рідинних термометрів необхідно дотримуватися наступних правил:

1) під час зняття показів термометра правильно оцінювати положення рівня стовпчика рідини в капілярі відносно шкали. У термометрах, наповнених ртуттю, меніск опуклий, тому відлік виконують за рівнем дотичної до меніска. У термометрах, наповнених спиртом, меніск увігнутий, тому відлік виконують за рівнем дотичної до увігнутої частини меніска;

2) під час зняття показів лінія зору спостерігача має бути на рівні рідини в капілярі.

Для реєстрування температури повітря протягом певного часу використовують деформаційні термометри, принцип роботи яких ґрунтується на властивості твердих тіл змінювати лінійні розміри залежно від змін температури. До цієї групи приладів належить термограф – самописний прилад, який застосовують для

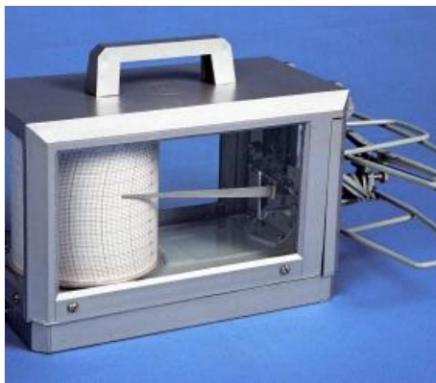


Рис. 1.3. Термограф М-16А.

безперервної реєстрації змін температури повітря. Залежно від годинникового механізму термографи є добові (М-16АС) і тижневі (М-16АН) (рис. 1.3).

Визначення атмосферного тиску. Атмосферний тиск – це сила, з якою атмосфера (умовний стовп повітря, що розташований між поверхнею Землі та верхньою межею атмосфери) діє (тисне) на одиницю площі земної поверхні. Зниження атмосферного тиску призводить до зниження парціального тиску в повітрі, що вдихають тварини. Недостатнє надходження в кров кисню з повітря спричиняє кисневе голодування – гіпоксію, що проявляється абсолютною або відносною недостатністю біологічного окиснення і зумовленою нею енергетичною незабезпеченістю життєвих процесів. Такий стан у тварин здебільшого спостерігається за перегону тварин на високогірні пасовища (високогірна хвороба), а також у тваринницьких приміщеннях, коли механічна вентиляція за одиницю часу видаляє повітря більше, ніж його надходить.

Атмосферний тиск вимірюють в міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.), у барах (бар) і мілібарах (мбар). Основною одиницею вимірювання в Міжнародній системі одиниць (СІ) є паскаль (Па), який дорівнює силі в 1 ньютон (Н), що діє на площу 1 м^2 , тобто $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$. В метеорології атмосферний тиск виражають у гектопаскалях (гПа), тобто $1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па}$.

Співвідношення між різними одиницями вимірювання атмосферного тиску такі:

$1 \text{ мм рт. ст.} = 1,333 \text{ мбар} = 1,333 \text{ гПа};$

$1 \text{ мбар} = 0,75 \text{ мм рт. ст.} = 1 \text{ гПа};$

$1 \text{ гПа} = 1 \text{ мбар} = 0,75 \text{ мм. рт. ст.};$

$1 \text{ бар} = 750,06 \text{ мм рт. ст.} = 997,6 \text{ гПа}.$

Величину атмосферного тиску визначають барометрами. Розрізняють рідинні (діють за принципом сполучених посудин), металеві та інші барометри.

Найточнішим стандартним приладом є ртутний барометр, який має форму двох сполучених посудин, наповнених ртуттю (рис. 1.4). Одна з посудин – скляна трубка без верхнього отвору завдовжки близько 90 см, в якій між ртуттю і закритим верхнім кінцем відсутнє повітря. Друга посудина – відкрита. За одиницю вимірювання атмосферного тиску слугує величина, пропорційна вазі ртутного стовпчика – його висота, виражена в мм рт. ст. або в мбар. Залежно від конструкції сполучених посудин ртутні барометри поділяють на: чашкові; сифонні; сифонно-чашкові. Промисловість випускає серійно лише чашкові і сифонно-чашкові барометри. Межі вимірювань ртутного барометра – від 810 до 1070 гПа.



Рис. 1.4. Ртутний барометр.

Показники ртутного барометра відраховують за положенням меніска ртуті на шкалі. Для одержання істинного значення атмосферного тиску в показники ртутних барометрів необхідно ввести послідовно (тобто одна за одною) низку поправок: інструментальну, на температуру, на силу тяжіння.

Інструментальна поправка залежить від якості виготовлення приладу. Вона зазначається в повірочному свідоцтві кожного барометра і не змінюється до його чергової повірки.

Поправка на температуру є найбільш значною. Визначаючи тиск за різних температур, показники барометра приводять до нульової температури за формулою:

$$H_0 = H_t - t \times 0,00016275, \quad (1.4)$$

де H_0 – показники барометра, приведені до 0° ; H_t – показники барометра за даної температури; t – температура повітря під час спостереження; 0,00016275 – коефіцієнт розширення ртуті.

Вирахувану поправку за температури повітря вище 0°C віднімають, а за температури нижче 0°C додають до значення показників приладу. Поправки на температуру можна визначити за допомогою спеціальної таблиці.

Поправка на силу тяжіння приводить покази усіх ртутних барометрів до показників нормальної сили тяжіння, тобто на рівні моря, на широті 45° . Ці поправки для різних широт і висот наведені у спеціальних таблицях. Поправки на широту для барометрів, які розміщені на північ від широти 45° , мають знак плюс, а на південь від цієї широти – знак мінус. Поправки на висоту місця також мають знак мінус для барометрів, встановлених вище рівня моря (навіть якщо ці барометри знаходяться на широті 45°).

Точність визначення тиску за барометром залежить від дотримання правил установки. Ртутний барометр у приміщенні поміщають у спеціальну шафку, яку прикріплюють до стінки. У шафці барометр підвішують за кільце до спеціального гачка. Барометр не має піддаватися впливу різкої зміни температури та прямих сонячних променів. Відстань від підлоги до чашки барометра має становити 70–80 см.



Рис. 1.5. Барометр-анероїд.

Металеві барометри (анероїди та барографи) застосовують за визначення атмосферного тиску в приміщеннях, а також для безперервної реєстрації його значень у часі (рис. 1.5). Сприймаючою частиною приладу є анероїдна металева коробка у вигляді набору порожнистих кільцевих чашечок з тиском в них 50–60 мм рт. ст. Принцип дії барометра-анероїда ґрунтується на властивості мембранної коробки реагувати на зміну атмосферного тиску (прогинатися за підвищення тиску і розправлятися за його зниження).

Для отримання істинних величин тиску за показаннями анероїда, останні коригують трьома поправками: шкаловою (на тиск), температурною, і додатковою (постійна для кожного приладу), які наведені у перевірочному свідоцтві (сертифікаті), що додається до анероїда. Усі три поправки алгебраїчно підсумовують (з урахуванням знака “+” чи “-”) згідно з показаннями анероїда, в результаті чого отримують істинне значення атмосферного тиску.

Для безперервної реєстрації значень атмосферного тиску і їх запису протягом доби або тижня використовують барографи (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Барограф метеорологічний анероїдний М-22А.

Усі ртутні барометри – абсолютні прилади (за їх показами безпосередньо вимірюється атмосферний тиск). Металічні барометри (анероїди) є відносними приладами.

Водночас є інші барометри, наприклад електронні (цифрові), у яких лінійні показники звичайного барометра-анероїда перетворюються в електронний сигнал, що обробляється мікропроцесором і виводиться на рідкокристалічний екран (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Вимірювач атмосферного тиску цифровий БАР.

Визначення вологості повітря. Під вологістю повітря (вологоемністю) розуміють уміст водяних парів у повітрі.

Вологість повітря впливає на тваринний організм як прямо, так і опосередковано. Холодне вологе повітря, як більш теплоємне і теплопровідне, збільшує тепловіддачу з організму, знижує температуру тіла тварин, що призводить до перевитрати корму, спричиняє простудні хвороби. Вологе повітря за високих температур гальмує тепловіддачу через зменшення випаровування поту з поверхні тіла, що призводить до перегрівання організму, погіршення апетиту, зниження продуктивності.

Опосередкований вплив високої вологості повітря на організм тварин визначається збільшенням нагромадження шкідливих газів, мікроорганізмів у повітрі, зниженням теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій, корозією металевого обладнання, погіршенням збереженості кормів, якості продукції (молока, вовни).

Надмірно сухе повітря також негативно впливає на організм: збільшується потовиділення, шкіра і слизові оболонки висихають, з'являються тріщинки шкіри, ратиць.

Уміст водяної пари у повітрі можна оцінювати багатьма величинами: абсолютною і відносною вологістю, пружністю водяної пари, точкою роси, дефіцитом вологості та ін.

Абсолютна вологість (A) – маса водяної пари у грамах в одиниці об'єму повітря (г/м^3).

Максимальна вологість (E) – найбільша кількість водяної пари у грамах (або парціальний тиск водяної пари повітря у гектопаскалях або в міліметрах ртутного стовпчика), що може вміститися в 1 м^3 повітря за певної температури. Значення максимальної вологості за різних температур знаходять у відповідних таблицях.

Відносна вологість (f) – відношення абсолютної вологості повітря до максимальної вологості повітря за температури виражена у відсотках.

Дефіцит насичення водяної пари (d) – різниця між максимальною і абсолютною вологістю повітря за певної температури (гПа).

Точка роси (t_d) – температура, за якої водяна пара, що знаходиться у повітрі, досягає стану насичення за незмінного тиску і переходить у рідкий стан, тобто це температура, за якої відносна вологість повітря досягає 100 % ($^{\circ}\text{C}$).

Між розглянутими характеристиками вологості повітря є встановлені зв'язки. Тому за допомогою формул (або спеціальних таблиць, які називають психрометричними) визначають одну із них, знаючи іншу.

Для вимірювання вологості повітря застосовують десятки методів і сотні видів приладів, реалізованих на їхній основі. Найбільш вдала класифікація методів вимірювання вологості повітря заснована на фазовому стані вимірюваної вологи (рис. 1.8). Оскільки волога у навколишньому середовищі може знаходитися в усіх фазах: газоподібній (водяна пара), рідкій (дощ, роса), твердій (лід).

Для визначення абсолютної вологості повітря у тваринницьких приміщеннях застосовують переважно *психрометричний* та *гігрометричний (деформаційний)* методи.

Психрометричний метод ґрунтується на вимірюванні температури повітря одночасно двома термометрами: “сухим”, тобто звичайним, та “мокрим”, термочутливий елемент якого обгорнутий зволоженою тканиною. Випаровування вологи сприяє охолодженню вологої тканини до температури, яку називають температурою “мокрого”. За показаннями “сухого” та “мокрого” термометрів за допомогою психрометричних таблиць або математичних формул визначають відносну вологість. Крім того, відносну вологість за показами психрометра, однак з меншою точністю (без введення поправок), можна визначити за допомогою психрометричного графіка.



Рис. 1.8. Класифікація методів вимірювання вологості повітря.

Для вимірювання абсолютної вологості повітря психрометричним методом використовують станційний психрометр Августа (рис. 1.9) і динамічний (аспіраційний) психрометр Ассмана (рис. 1.10).

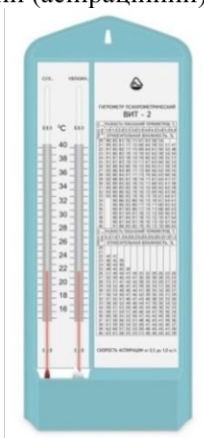


Рис. 1.9. Психрометр Августа ВІТ-2.



Рис. 1.10. Психрометр Ассмана МВ-4-2М.

Значним недоліком психрометра Августа є його залежність від швидкості руху повітря, яка впливає на інтенсивність випаровування, а отже на охолодження вологого термометра приладу.

У психрометра Ассмана цей недолік ліквідований завдяки вентилятору, який створює навколо резервуарів термометрів постійну швидкість руху повітря (4 м/с), а резервуари термометрів захищені від

теплової радіації металевими гільзами з фібровими прокладками. Водночас ці термометри характеризуються більш точним визначенням температури.

Психрометр підвішують на штативі у точці дослідження і через 10–15 хв знімають значення термометрів. Внаслідок випаровування води з поверхні вологого термометра він буде більш охолоджуватись і його показники будуть нижчі від сухого термометра. За 100 % відносної вологості повітря різниці в показниках термометрів не буде.

Порядок роботи з аспіраційним психрометром Ассмана:

1) витримайте психрометр не менше 15 хв у середовищі, абсолютну вологість якого хочете визначити;

2) зніміть значення “сухого” і “мокрого” термометрів. Під час зняття показників, кут зору має бути перпендикулярним капілярам термометрів;

3) значення “сухого” і “мокрого” термометрів знімають у різних місцях приміщення 2 рази за добу о 12–13 і о 20–21 годині за місцевим часом;

4) вирахуйте різницю фактичних значень температури “сухого” і “мокрого” термометрів;

5) визначте середньоарифметичні показники “сухого” і “мокрого” термометрів.

Визначення абсолютної вологості повітря психрометром можливе лише за температури повітря, які вказані на шкалі термометрів, однак не нижче $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за користування статичним і не нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – за використання динамічного психрометра.

За різниці температур обох термометрів з урахуванням поправок на швидкість руху повітря визначають абсолютну вологість повітря. Якщо використовували психрометр Августа, абсолютну вологість повітря розраховують за формулою Рен'є, якщо психрометр Ассмана – за формулою Шпрунга:

$$\text{формула Рен'є: } A = E - [a \times (T_1 - T_2) \times B], \quad (1.5)$$

$$\text{формула Шпрунга: } A = E - [0,5 \times (T_1 - T_2) \times B/755], \quad (1.6)$$

де A – абсолютна вологість повітря (г/м^3 , мм рт. ст.); E – максимальна вологість повітря при температурі “мокрого” термометра (за таблицею максимальної пружності, табл. 1.1) (г/м^3 ; мм рт. ст.); a – психрометричний коефіцієнт, що залежить від швидкості руху повітря (табл. 1.2); T_1 — температура “сухого” термометра, $^{\circ}\text{C}$; T_2 — температура “мокрого” термометра, $^{\circ}\text{C}$; B – атмосферний тиск повітря під час проведення досліджень, мм рт. ст.; 0,5 – постійний психрометричний коефіцієнт; 755 – середній атмосферний тиск, мм рт. ст.

Таблиця 1.1 – **Максимальна пружність водяної пари, мм рт. ст., або г/м³**

Темпе- ратура	Десяті частки градуса									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
- 1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,60	4,63	4,67	4,70	4,73	4,77	4,80	4,84	4,87	4,91
+ 1	4,96	4,98	5,01	5,05	5,08	5,12	5,16	5,19	5,23	5,27
+ 2	5,30	5,34	5,38	5,42	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65
+ 3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,01	6,06
+ 4	6,10	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,35	6,40	6,45	6,49
+ 5	6,53	6,58	6,63	6,67	6,72	6,76	6,81	6,86	6,90	6,95
+ 6	7,00	7,05	7,10	7,14	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
+ 7	7,49	7,54	7,60	7,65	7,70	7,75	7,80	7,86	7,91	7,96
+ 8	8,02	8,07	8,13	8,18	8,24	8,29	8,35	8,40	8,46	8,52
+ 9	8,57	8,63	8,69	8,75	8,81	8,87	8,93	8,99	9,05	9,11
+ 10	9,17	9,23	9,29	9,35	9,41	9,47	9,54	9,60	9,67	9,73
+ 11	9,79	9,86	9,92	9,99	10,05	10,12	10,19	10,26	10,32	10,39
+ 12	10,46	10,53	10,60	10,67	10,73	10,80	10,88	10,95	11,02	11,09
+ 13	11,16	11,24	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,69	11,76	11,83
+ 14	11,91	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62
+ 15	12,70	12,78	12,86	12,95	13,03	13,11	13,20	13,28	13,37	13,45
+ 16	13,54	13,62	13,71	13,80	13,89	13,97	14,06	14,15	14,24	14,33
+ 17	14,42	14,51	14,61	14,70	14,79	14,88	14,98	15,07	15,17	15,20
+ 18	15,36	15,45	15,55	15,65	15,75	15,85	15,95	16,05	16,15	16,25
+ 19	16,35	16,45	16,55	16,66	16,76	16,86	16,96	17,07	17,18	17,25
+ 20	17,39	17,50	17,61	17,72	17,83	17,94	18,05	18,16	18,27	18,38
+ 21	18,50	18,61	18,72	18,84	18,95	19,07	19,19	19,31	19,42	19,54
+ 22	19,66	19,78	19,90	20,02	20,14	20,27	20,39	20,51	20,64	20,76
+ 23	20,91	21,02	21,14	21,27	21,41	21,53	21,66	21,79	21,92	22,05
+ 24	22,18	22,32	22,45	22,59	22,72	22,86	23,00	23,14	23,24	23,42
+ 25	23,55	23,69	23,83	23,98	24,12	24,26	24,41	24,55	24,70	24,84
+ 26	24,99	25,14	25,29	25,44	25,59	25,74	25,89	26,05	26,20	26,35
+ 27	26,51	26,68	26,82	26,93	27,14	27,29	27,46	27,62	27,78	27,94
+ 28	28,10	28,27	28,43	28,60	28,77	28,93	29,10	29,27	29,44	29,61
+ 29	29,78	29,96	30,13	30,31	30,48	30,65	30,83	31,01	31,19	31,37
+ 37	46,73	46,99	47,24	47,50	47,76	48,02	48,28	48,55	48,81	49,08
+ 38	49,35	49,61	49,88	50,16	50,70	50,80	50,98	51,25	51,53	51,81
+ 39	52,09	52,37	52,65	52,94	53,22	53,51	53,60	54,09	54,38	54,67
+ 40	54,97	55,26	55,56	55,85	56,15	56,45	56,76	57,06	57,36	57,67

Таблиця 1.2 – **Величина психрометричного коефіцієнта**

Коефіцієнт	Швидкість руху повітря, м/с	Характеристика руху повітря
0,0013	до 0,13	Визначення вологості проводиться в приміщенні для тварин при закритій вентиляції
0,0011	до 0,20	Визначення проводиться в приміщенні для тварин при звичайних умовах слабого руху повітря
0,0009	до 0,40	Визначення проводиться у приміщенні при діючій вентиляції

Відносну вологість повітря визначають за формулою:

$$f = \frac{A}{E} \times 100 \%, \quad (1.7)$$

де f – відносна вологість повітря; A – абсолютна вологість повітря; E – максимальна вологість повітря за температури “сухого” термометра (за таблицею максимальної пружності).

У виробничій практиці відносну вологість повітря визначають за допомогою спеціальної таблиці, використовуючи покази “сухого” і “мокрого” термометрів.

Гігрометричний (деформаційний) метод ґрунтується на здатності деяких гігроскопічних тіл (знежирена волосина людини) змінювати свою довжину залежно від вологості повітря. Для визначення вологості повітря гігрометричним методом і в умовах знижених температур (нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), використовують гігрометри і гігрографи.

Зручним приладом для швидкого визначення відносної вологості повітря є гігрометр волосяний М-19 (рис. 1.11). Дія приладу ґрунтується на властивості знежиреного людського волоса змінювати свою довжину залежно від відносної вологості повітря. Прилад досить простий, однаково добре працює як за плюсових, так і низьких мінусових температур повітря.

Зв'язок між довжиною волоса і відотною вологістю повітря нелінійний, тому шкала гігрометра нерівномірна. Гігрометр розрахований на роботу за температур від $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Межі вимірювання відносної вологості повітря від 30 до 100 %, похибка вимірювання $\pm 10\text{ }%$, ціна поділки шкали – 1 %. Відлік роблять до цілої поділки шкали.

Чутливість гігрометра з часом змінюється, тому його покази необхідно порівнювати з відотною вологістю, визначеною за

допомогою психрометра. Покази волосяного гігрометра відносні, і тому для отримання істинних значень відносної вологості повітря в зимовий період (за температур нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) в покази гігрометра вводять поправки, які отримують порівнянням показів гігрометра з показами психрометра. На основі цих вимірювань будують графік зв'язку між показами психрометра і гігрометра, який використовують для переведення показів гігрометра в покази психрометра.

Для безперервного спостереження і запису зміни відносної вологості повітря використовуються гігрографи М-21А (рис.1.12). Вони бувають двох типів: добові (М-21АС) і тижневі (М-21АН). Гігрограф розрахований на роботу за температур від $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Межі вимірювання відносної вологості повітря – від 30 до 100 %, похибка вимірювання $\pm 10\text{ }%$.



**Рис. 1.11. Гігрометр
волосяний М-19.**



Рис. 1.12. Гігрограф М-21А.

Сьогодні значного практичного поширення набувають електричні вологометричні прилади нового покоління (електричні зонди), які дозволяють проводити дистанційні вимірювання і визначати відносну вологість без використання первинних таблиць у широкому інтервалі температур. Такими приладами є термогігрометри testo 610 (рис. 1.13), ТМ-730 (рис. 1.14) та інші. Прилади застосовують для вимірювання відносної вологості та температури повітря (максимальної і мінімальної), автоматичного розрахунку точки роси. Похибка вимірювання $\pm 2,5\text{ }%$. Прилади обладнані функцією фіксації виміряного значення температури та вологості на дисплеї.



Рис. 1.13. Термогігрометр testo 610.



Рис. 1.14. Термогігрометр TM-730.

Розрахунок точки роси – досить складний алгоритм, що потребує не лише знання певних фізичних параметрів, а також вміння користуватися математичними формулами. Для швидкого розрахунку точки роси використовують таблицю максимальної пружності (табл. 1.1). Знаючи фактичну температуру і відносну вологість повітря, можна визначити температуру випадання конденсату. Конденсат – це продукт утворений в результаті переходу рідини з газового стану в рідкий. Чим вище відносна вологість повітря, тим вище значення точки роси, відповідно, чим менша вологість, тим вона нижче.

Визначення руху повітря. Під швидкістю руху повітря в приміщеннях розуміють відстань пройдену його масою за одиницю часу. Рух повітря вимірюють в метрах за секунду (м/с).

Рух повітря впливає на тепловіддачу з поверхні тіла тварин через конвекцію. Чим швидший рух повітря тим більша тепловтрата. У сукупності з температурою і вологістю повітря у холодну пору року посилені повітряні потоки зумовлюють простудні хвороби у тварин, оскільки мають значну охолоджувальну силу, у літньо-спекотний період, навпаки, полегшують їх фізіологічний стан.

У тваринницьких приміщеннях переміщення повітряних мас може бути поперечно-повздовжнім, низхідним і висхідним. Рух повітря залежить від напрямку і сили вітру зовні, ефективності роботи вентиляції, розміщення і умов експлуатації обігрівальних приладів, частоти і тривалості відкривання дверей та вікон, способу розміщення тварин тощо. У практиці тваринництва швидкість руху повітря визначають безпосередньо у приміщеннях та вентиляційних каналах.

Швидкість руху повітря у тваринницьких приміщеннях та на відкритому повітрі вимірюють анемометрами різноманітних конструкцій, кататермометрами та іншими приладами.

Анемометр – це легкий портативний прилад, зручний у користуванні. Принцип його роботи полягає у виявленні зміни певної фізичної властивості потоку, або у дії потоку на механічний пристрій, розміщений у потоці. Анемометр може вимірювати повну величину швидкості, величину швидкості у площині та компоненту швидкості в певному напрямку. Крім того, сучасні анемометри залежно від моделі можуть вимірювати напрям вітру, об'ємну витрату повітря, вологість, температуру, тиск. Отже, анемометри перетворюються на портативні метеостанції.

Залежно від способу вимірювання та типу приймального пристрою анемометри поділяють на такі види: *обертальні* (чашкові або крильчасті); *телові*; *вихрові*; *динамометричні* (з трубками Піто); *ультразвукові* (акустичні); *оптичні* (лазерні Допплерівські).

Найпоширенішими є *обертальні анемометри*, що відрізняються типом приймального пристрою (чашка чи крильчатка).

У чашкових анемометрах чутливим елементом є хрестовина з чотирма металевими чашками напівсферичної форми, що закріплені на осі. Якщо цей пристрій потрапляє у потік, то тиск повітря на внутрішню поверхню чашки перевищує тиск на її зовнішню поверхню, внаслідок чого виникає обертання лопаті. Вісь лопаті приєднана до вимірювального механізму, який підраховує кількість обертів за певний проміжок часу. Отже, чашкові анемометри проводять вимірювання швидкості потоку в площині, перпендикулярній до осі обертання чашок, миттєву, або усереднену в певному проміжку часу. Діапазон вимірювання чашкових анемометрів становить від 1 до 20 м/с.

На рис. 1.15 зображено анемометр ручний чашковий з рахунковим механізмом типу МС-13. На анемометрі є три шкали. Центральна шкала має 100 поділок з ціною поділки три оберти (один оберт центральної великої стрілки відповідає 300 обертам вертушки). Малі шкали мають по 10 поділок. Збоку з корпусу виступає важіль аретира лічильника, поворотом якого за часовою стрілкою лічильник вмикається, а проти часової – вимикається.

Крильчасті анемометри (рис. 1.16) – прилади більш чутливі і здатні вимірювати швидкість руху повітря в межах від 0,1 до 5 м/с. Основною відмінністю цих приладів від чашкових є використання як чутливого елемента крильчатки. Крильчатка прикріплена до трубчастої осі, що приєднана до механізму підрахунку обертів за певний проміжок часу. У більш простих моделях крильчатка жорстко приєднана до вимірювального блока, в інших – за допомогою гнучкого з'єднання для вимірювань у важкодоступних місцях. Швидкість повітряного потоку

визначають за градуйованим графіком, що додається до приладу. За числом обертів, що припадають на одну секунду, визначають швидкість руху повітря (м/с).



Рис. 1.15.
**Анемометр ручний
чашковий.**



Рис. 1.16.
**Анемометр
крильчастий.**

Правила роботи з анемометром:

- 1) перед початком вимірювань записують початкові показання стрілок (в “одиницях”, “десятках”, “сотнях”, “тисячах”);
- 2) встановлюють анемометр у точці дослідження вітроприймачем протилежно руху повітря;
- 3) через 10–15 с, коли чашки/крильця почнуть обертатися з постійною швидкістю, одночасно вмикають анемометр та секундомір. Через 100 с анемометр вимикають і записують нові показники лічильника (на всіх трьох шкалах). Визначають різницю в показках лічильника;
- 4) вимірювання швидкості руху повітря проводять у трьох повтореннях. Знаходять суму різниць показів лічильника і ділять її на сумарний час вимірів (на час експозиції в секундах). У такий спосіб дізнаються зміну показів лічильника за 1 с.

У чашковому анемометрі дві поділки шкали лічильника відповідають швидкості руху повітря 1 м/с. До кожного крильчастого анемометра додаються графіки для визначення дійсної швидкості руху повітря. За одним визначають швидкість руху повітря, менш ніж 1 м/с, а за другим швидкість руху повітря від 1 до 5 м/с. На вертикальній осі

графіка знаходять число, яке відповідає числу поділок шкали лічильника анемометра за 1 с. Від цієї точки проводять горизонтальну лінію до точки перетину з лінією графіка, а із одержаної точки – вертикальну лінію до перетину із горизонтальною віссю. Точка перетину вертикалі із горизонтальною віссю вказує на швидкість руху повітря у метрах за 1 с.

Менш поширеними, однак досить точними є *теплові анемометри*. Здебільшого їх використовують для вимірювання швидкостей повільних потоків, характеризуються низькою інерційністю, проте потребують постійного калібрування. Принцип роботи теплового анемометра полягає у вимірюванні температури пластини чи нитки розжарювання, яка обдувається вітром. Залежно від швидкості вітру необхідна різна енергія для того, щоб підтримувати температуру сталою. Тобто за температурою пластини можна визначити швидкість вітру. Водночас досить відомі термоанемометри данської фірми DISA Electronic A/S, італійської DELTA OHM та американської Weather Measure Corporation. Зокрема, термоанемометр HD 2103.1/2103.2 (рис. 1.17) зазначеної вище італійської фірми призначений для вимірювання швидкості повітряного потоку і температури повітря.



Рис. 1.17.
**Термоанемометр HD
2103.1/2103.2.**

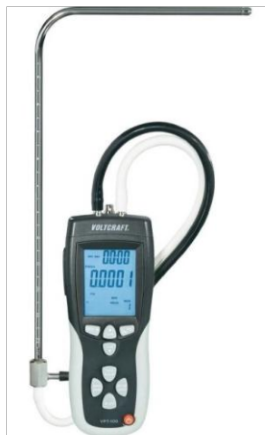


Рис. 1.18.
**Динамометричний
анемометр
Voltcraft VPT-100.**

Температуру вимірюють зондами контакту повітря. Експлуатують термоанемометр від -5 до +50 °С. Ряд крильчаток різного діаметра, які сумісні з вимірювальним блоком, забезпечують прецизійний результат

у різних умовах. Сучасні теплові анемометри обладнані рідкокристалічним екраном, на який виводиться результат. Швидкість руху повітря, для зручності використання, може відображатися у різних одиницях вимірювання (фути/хв, м/с, км/год, мілі/год).

Принцип роботи *динамометричного анемометра* полягає у порівнянні внутрішнього тиску повітря всередині скляної Г-подібної трубки, закритої з одного кінця (трубка Пито) та зовнішнього тиску. Німецька компанія Testo Industrial Services GmbH випускає різні моделі динамометричного анемометра, одна з яких Voltcraft VPT-100 (рис.1.18).

Принцип роботи *ультразвукового анемометра* ґрунтується на тому, що звук (ультразвук) поширюється швидше у напрямку дії вітру. Ультразвукові анемометри вимірюють величину швидкості повітря у межах 0–75 м/с. Їх недоліком є залежність швидкості поширення ультразвуку від температури, вологості, атмосферного тиску, проте вони можуть вимірювати і напрямок руху повітря та температуру. Розрізняють двовимірні та тривимірні ультразвукові анемометри. Двовимірний анемометр може вимірювати швидкість і напрямок лише горизонтальних потоків повітря. Тривимірний анемометр здатний проводити вимірювання трьох компонентів напрямку руху потоку. Акустичні анемометри випускає ряд фірм, серед яких зазначена вище американська (США) Weather Measure Corporation та японська Kaijo Denki Co (рис. 1.19).

Прилади цієї групи відрізняються високою чутливістю (до 1 см/с), малою статичною похибкою (до 1 %), високими показниками динамічних характеристик (інерційність не більше 0,01 с).



Рис. 1.19. Ультразвуковий анемометр SenSpot™.

Оптичний (лазерний доплерівський) анемометр – це складна оптико-електронна система, що вимірює лінійну швидкість методом Доплера. Принцип дії системи наступний: пучок лазерного випромінювання від нерухомого приймального пристрою опромінює об'єкт, що рухається. Відображене від об'єкта випромінювання ресструється приймальним пристроєм. Порівнюють частоту випромінювання об'єкта, що рухається, і приймального пристрою. Значення відрізняються на величину, пропорційну швидкості руху об'єкта відносно приймального пристрою. Згаданий вище ефект за розсіювання випромінювання приймача середовищем, що рухається, покладено в основу створення лазерних доплерівських анемометрів (рис.1.20).

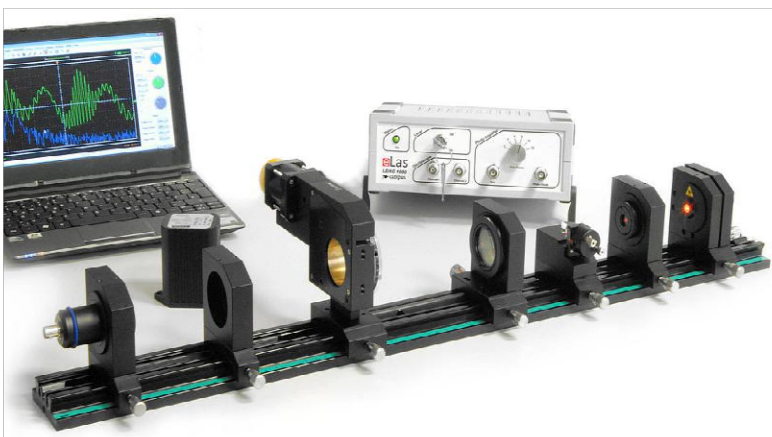


Рис. 1.20. Лазерний доплерівський анемометр.

За природою використовуваного (радіохвилі, світло або звук) доплерівські випромінювачі бувають трьох видів: радіолокаційні (доплерівські радары); лазерні або оптичні (доплерівські лідары); акустичні або звукові (доплерівські сонари). За способом подачі сигналу імпульсні та з безперервним випромінюванням.

Цей метод забезпечує безконтактне вимірювання швидкості потоку газоподібних, рідких і твердих середовищ, що містять неоднорідності, які розсіюють світло. Величини швидкостей можуть мати значення від мкм/с до км/с. Лазерні анемометри допомагають розрахувати швидкість вітру навколо різних будівель, автомобілів тощо.

Прилади цього типу виготовляють англійська фірма Malvern Instruments LTD, американська Thermo Systems Inc, данська DISA Electronic A/S та ін. Їх виробляють, здебільшого, для проведення спеціальних наукових досліджень, оскільки можуть дати значно більше інформації про параметри повітря, порівняно з іншими приладами.

Водночас слід розглянути *мультифункціональні анемометри*, які разом з власне анемометром поєднують у собі інші функціональні можливості. Наприклад, гігроанемометри мають датчик вологості. Серед інших вимірюваних характеристик є освітленість (люксметр), температура (термометр), шум (шумомір), концентрація CO₂ та ін. Одним із таких типів є мультифункціональний прилад Flus et-965, який дає змогу виконувати заміри таких фізичних величин: освітленості, температури, швидкості руху повітря, відносної вологості повітря, шуму.

Мультифункціональні прилади характеризуються високою точністю, роздільною здатністю для всіх вимірювальних параметрів, мають додаткові функції розрахунку максимуму/мінімуму, індикацію про низький заряд та перевищення вимірювального діапазону, та, здебільшого, оснащені рідинно-кристалічним екраном. Вимірювання швидкості потоку для зручності можна проводити у різних одиницях (фути/хв, м/с, км/год, мілі/год і т. п.). Більш вартісні моделі мають функцію підключення до комп'ютера з метою обробки результатів, побудови графіків та подальшого аналізу. Можливості розрахунку максимального, мінімального та усередненого значення спрощують статистичний аналіз, автоматичне відключення економить заряд батареї, підсвічування дозволяє працювати за обмеженого освітлення.



Рис. 1.21. Мультифункціональний прилад Flus et-965.

Кататермометри використовують для вимірювання малих швидкостей руху повітря (0,1–0,5 м/с). Бувають двох типів: циліндричні та кулькові (рис. 1.22). Вони подібні на звичайний спиртовий термометр з циліндричним або кульовим резервуаром у нижній частині, що переходить у капіляр з розширенням у його верхній частині.

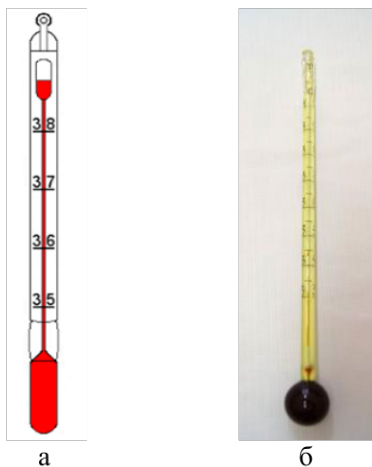


Рис. 1.22. Кататермометр:
а – циліндричний; б – кульковий.

Принцип дії приладу ґрунтується на оцінюванні охолоджувальної здатності руху повітря у певному інтервалі температур. Шкала кататермометра проградуєвана від 35 до 38 °С (у приладі з циліндричним резервуаром) і від 33 до 40 °С (у приладі з кульовим резервуаром); середня точка шкали –36,5 °С. На зворотному боці шкали нанесено величини індивідуального фактору кататермометра. Це величина тепловтрати у мілікалоріях (мкал) з 1 см² поверхні резервуара за охолодження від 38 до 35 °.

Користуються цим приладом наступним способом: спиртовий резервуар занурюють у склянку з підігрітою водою до 70–80 °С і тримають його у вертикальному положенні доти, доки спирт не займе 1/2 частину об'єму верхнього розширення капіляра кататермометра. Потім прилад виймають з води, резервуар витирають насухо і підвішують у зоні визначення руху повітря. Для фіксації кататермометра користуються дерев'яним штативом або підставкою, оскільки дерево є поганим провідником тепла. Заміряють час, протягом

якого кататермометр охолоне з 38 до 35 °С. Процедуру повторюють п'ять разів. Дані першого виміру, як найменш точного, відкидають, після чого з чотирьох вимірів вираховують середньоарифметичне значення часу охолодження. Темп охолодження приладу залежить від швидкості руху повітря, тому заміряний час і буде функцією від швидкості руху повітря.

Використовуючи результати вимірювань, визначають швидкість руху повітря за відповідними формулами та таблицею, що додається до кататермометра.

Величину охолодження циліндричного та кульового кататермометра знаходять за формулою:

$$H = \frac{\Phi}{t}, \quad (1.8)$$

де H – охолоджувальна сила повітря (ката-індекс), мкал/см²/с; F – фактор кататермометра (позначений на тильному боці приладу), мкал/см²/град; t – час охолодження від 38 до 35 °С, с.

Під час роботи з кульковим кататермометром охолодження можливо проводити в інтервалі температур, сума котрих, поділена на два, давала б результат 36,5 °С (від 40 до 33 °С, від 39 до 34 °С, від 38 до 35 °С). Якщо за вимірювання кульковим кататермометром тривалість охолодження проводили від 38 до 35 °С, охолоджувальну здатність повітря вираховують за наведеною вище формулою. В останніх випадках розрахунок кататермометричного індексу проводять за формулою:

$$H = \frac{\Phi \times (T_1 - T_2)}{t}, \quad (1.9)$$

де F – фактор кататермометра, мкал/см²/град; T_1 – верхнє значення інтервалу температури при охолодженні, °С; T_2 – нижнє значення інтервалу температури при охолодженні, °С; t – час охолодження від 38 до 35 °С, с.

Далі встановлюють різницю між середньою температурою кататермометра (36,5 °С) і температурою повітря в приміщенні під час досліджень (Q) за формулою:

$$Q = \frac{(T_1 + T_2)}{2} - t_0, \quad (1.10)$$

де T_1 – верхнє значення інтервалу температури при охолодженні, °С; T_2 – нижнє значення інтервалу температури при охолодженні, °С; t_0 – температура повітря в приміщенні під час досліджень, °С.

Потім знаходять частку від ділення $\frac{H}{Q}$ і за допомогою даних таблиці 1.3 визначають швидкість руху повітря.

Таблиця 1.3 – Швидкість руху повітря

Н Q	Швидкість, м/с		Н Q	Швидкість, м/с	
	за кататермометром			за кататермометром	
	циліндричним	кульковим		циліндричним	кульковим
0,29	0,051	0,00	0,61	1,04	1,04
0,30	0,063	0,011	0,62	1,09	1,09
0,31	0,076	0,0231	0,63	1,13	1,12
0,32	0,090	0,035	0,64	1,18	1,14
0,33	0,106	0,05	0,65	1,22	1,18
0,34	0,122	0,07	0,66	1,27	1,22
0,35	0,141	0,076	0,67	1,32	1,27
0,36	0,160	0,09	0,68	1,37	1,31
0,37	0,181	0,11	0,69	1,42	1,36
0,38	0,203	0,13	0,70	1,47	1,40
0,39	0,226	0,15	0,71	1,52	1,45
0,40	0,250	0,17	0,72	1,58	1,49
0,41	0,276	0,19	0,73	1,63	1,54
0,42	0,303	0,21	0,74	1,68	1,58
0,43	0,331	0,23	0,75	1,74	1,62
0,44	0,360	0,25	0,76	1,80	1,67
0,45	0,391	0,28	0,77	1,85	1,72
0,46	0,423	0,31	0,78	1,91	1,76
0,47	0,456	0,34	0,79	1,98	1,81
0,48	0,490	0,37	0,80	2,03	1,86
0,49	0,526	0,40	0,81	2,06	1,91
0,50	0,563	0,44	0,82	2,16	1,95
0,51	0,601	0,48	0,83	2,22	2,00
0,52	0,640	0,52	0,84	2,28	2,05
0,53	0,681	0,56	0,85	2,34	2,08
0,54	0,723	0,60	0,86	2,41	2,11
0,55	0,766	0,69	0,87	2,48	2,17
0,56	0,810	0,74	0,88	2,54	2,22
0,57	0,856	0,78	0,89	2,61	2,28
0,58	0,903	0,90	0,90	2,63	2,34
0,59	0,951	0,96	0,91	2,75	2,39
0,60	1,000	1,00	0,92	2,82	2,45

Визначення природної і штучної освітленості. Для більшості тварин світло має інформаційне значення для орієнтації у просторі та часі. Видиме світло позитивно впливає на регуляцію життєвих функцій та адаптаційні процеси в організмі. Функціонально-морфологічні зміни, зумовлені дефіцитом світла, призводять до порушень обміну речовин, розладів діяльності органів і тканин, зниження продуктивності, відтворної здатності та природної резистентності тварин.

Одиниця освітленості – люкс (лк) – освітленість поверхні площею 1 м^2 світловим потоком в 1 лм.

Природне освітлення – освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом (видима частина променевої енергії сонця). Природне освітлення постійно змінюється протягом дня залежно від погоди та інших чинників. Нормування природної освітленості приміщень здійснюють двома методами – *геометричним* і *світлотехнічним*.

За використання геометричного методу розраховують світловий коефіцієнт за формулою:

$$CK = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{в}}}, \quad (1.11)$$

де CK – світловий коефіцієнт; $S_{\text{п}}$ – площа підлоги, м^2 ; $S_{\text{в}}$ – площа вікон, м^2 .

За використання світлотехнічного методу розраховують коефіцієнт природного освітлення (КПО) за формулою:

$$\text{КПО} = \frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{з}}} \times 100 \%, \quad (1.12)$$

де КПО – коефіцієнт природного освітлення; $E_{\text{п}}$ – освітленість всередині приміщення, лк; $E_{\text{з}}$ – освітленість під відкритим небом.

Коефіцієнт природного освітлення показує, яку частину зовнішнього дифузійного світла небосхилу у процентах становить освітлення в певній точці всередині приміщення.

Недостатнє природне освітлення (особливо у зимовий час) компенсують штучним (електричним світлом).

Природне освітлення вимірюють в люксах (лк), штучне – в люксах або потужністю електричних ламп на одиниці площі підлоги ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Для контролю освітленості використовують люксметри різних типів, принцип дії яких полягає у перетворенні світла в електричний струм, який виводиться на відградуйовану в люксах шкалу амперметра. В Україні досить поширеним є прилад Ю-116 (рис. 1.23). Він складається з фотоелемента і приєднаного до нього стрілкового гальванометра.



Рис. 1.23. Люксметр Ю-116.

Правила визначення освітленості люксметром:

1) розташувати прилад в горизонтальному положенні, направивши фотоелемент в сторону джерела освітлення. Не допускається установка приладу поблизу струмопровідних проводів, що створюють потужне магнітне поле;

2) перевірити, чи знаходиться стрілка приладу на нульовому діленні шкали. Для цього фотоелемент слід від'єднати від вимірювача і, в разі необхідності, підправити стрілку в нульове положення за допомогою коректора,

який розташований на лицьовій стороні корпусу;

3) підключити фотоелемент до гальванометра, дотримуючись полярності, що вказана на затискачах;

4) вимірювання всередині приміщення слід починати при натиснутій правій кнопці, що відповідає найбільшому значенню діапазонів вимірювання, слід користуватися шкалою 0–100. За відхилення стрілки менше 10 поділів, натиснути ліву кнопку і відлік показань знімати за шкалою 0–30. В разі використання насадок, показання приладу в поділках множать на відповідні коефіцієнти перерахунку шкали. Вимірювання природної освітленості всередині приміщення, поблизу вікон слід проводити з поглиначем;

5) закінчивши вимірювання вимикають фотоелемент з гальванометра, а його стрілки закріплюють за допомогою аретира.

Оскільки прилад проградуваний для вимірювання освітленості, яку створюють лампи розжарювання, то для люмінесцентних ламп денного світла (ЛД) вводять поправний коефіцієнт 0,9; для ламп білого кольору (ЛБ) – 1,1; для ртутних (ЛДР) – 1,2.

Останнім часом у розвинутих країнах світу розроблено за освоєно серійне виробництво люксметрів нового покоління, які працюючи за ти самим принципом дії, однак мають значно більші можливості порівняно з люксметром Ю-116. Наприклад, люксметр Walcom LX-1010BS (рис. 1.24) розрахований на точкове вимірювання широкого діапазону освітлення. Весь діапазон розбитий на три частини (2000, 20000, 100000 LUX), що дозволяє проводити більш точні виміри. Прилад має функцію запам'ятовування результату вимірювання.

Великий LCD-екран дозволяє легко зчитувати інформацію, а меню приладу просте у використанні. Проте, відсутність світлових фільтрів призводить до похибки у 10 лк.



Рис. 1.24. Портативний люксметр Walcom LX-1010BS.

Більш досконалий люксметр Tenmars TM-202 (рис. 1.25) має фільтр для відсікання випромінювання поза видимим діапазоном та низку таких функцій: індикація перевантаження; індикація низького заряду батареї; фіксація значень, функція максимального, мінімального та середнього значення; ручне налаштування нуля. Цей універсальний люксметр призначений для вимірювання рівнів освітленості, які створюють усі відомі джерела світла.



Рис. 1.25. Люксметр Tenmars TM-202.

Значне використання для освітлення приміщень світлодіодних джерел білого світла обумовило розробку люксметрів, спеціально призначених для вимірювання сили їх випромінювання.

Типовими прикладами цих приладів є TM-201L, TM-209, TM-209N, TM-209M.

Визначення інтенсивності шуму. Шум – це сукупність звуків різної інтенсивності і висоти, що зумовлюють неприємні або тривожні суб'єктивні відчуття. Шум є однією із форм хвильового (фізичного) забруднення довкілля, адаптація організмів до якого практично

неможлива. У зв'язку з комплексною механізацією виробничих процесів у тваринницьких приміщеннях рівні шумів, порівняно з природними умовами, значно вище. Основним джерелом шуму у сучасних тваринницьких приміщеннях є тварини, установки для механічного доїння корів, агрегати для підготовки і роздавання кормів, системи з прибирання і видаленню гною, вентиляційно-опалювальні агрегати та ін.

Сьогодні вже доведено, що надмірний шум шкідливо впливає на центральну нервову, серцево-судинну та інші системи організму, що призводить до фізичної втоми, зниження продуктивності тварин. Отже, дію шуму прирівнюють до дії стресового чинника. Надмірний шум впливає і на працівників ферми, зумовлюючи зростання виробничого травматизму.

Для гігієнічної характеристики шуму прийняті відповідні величини.

1. Децибел (дБ) – відносна величина, яка показує, на скільки певий звук у логарифмічних знаменнях більший за поріг чутності.

2. Герц (Гц) – частота коливання хвилі в 1 с.

За частотою коливання хвилі розрізняють шуми: *низькочастотні* (до 300 Гц), *середньочастотні* (від 300 до 800 Гц) та *високочастотні* (понад 800 Гц).

За тривалістю поширення звукової хвилі та її гучністю шум може бути *постійний* (шум, рівень звуку якого змінюється в часі не більше, ніж на 5 дБ), *непостійний* (шум, рівень звуку якого змінюється в часі більше ніж на 5 дБ, *коливальний* (непостійний шум, рівень якого безупинно змінюється в часі, переривчастий).

За контролювання шумів необхідно, насамперед, їх виміряти. Контрольно-вимірювальна апаратура різноманітна, вона включає як ручні шумоміри, так й складні лабораторні системи для їх аналізу та обробки. Знання застосовуваних методів та обладнання є основним чинником, який дозволяє оцінювати шуми, утворені механізмами у виробничих умовах.

Загальноприйнята назва приладів, які призначені для вимірювання шумів – шумоміри. Ці прилади складаються з датчика (мікрофона), підсилювача, частотних фільтрів (аналізатора частоти), реєструвального приладу (самописця або магнітофону) та індикатора, який показує рівень вимірюваної величини у дБ. Є шумоміри чотирьох класів точності (0, 1, 2 і 3). Клас 0 – це зразкові засоби вимірювань; клас 1 – застосовують для лабораторних і натурних вимірювань; 2 клас – для технічних вимірювань; 3 клас – для орієнтовних вимірювань. У кожного класу приладів є відповідний частотний

діапазон: шумоміри класів 0 і 1 розраховані на частоти від 20 Гц до 18 кГц; класу 2 – від 20 Гц до 8 кГц; класу 3 – від 31,5 Гц до 8 кГц.

Одним із досить поширених на виробництві є прилад ВШ-2000 (рис. 1.26). Він працює за температури повітря від -10 до +40 °С і відносної вологості повітря 80 %. Ним можна вимірювати рівень шуму в межах від 25 до 136 дБ у діапазоні частоти від 10 до 20000 Гц.

Водночас є ряд приладів, що почали виготовляти у 80-ті роки ХХ століття, однак і сьогодні їх використовують для вимірювань рівнів шуму. Одним з таких приладів є прецизійний імпульсний шумомір Robotron 00024 (00 024) (RFT) (рис. 1.27).



Рис. 1.26. Шумомір цифровий ВШ-2000.

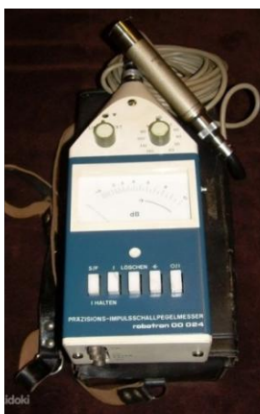


Рис. 1.27. Імпульсний шумомір Robotron 00024.



Рис. 1.28. Професійний шумомір FLUS ET-958.

Крім цих приладів, звичайно, є низка більш сучасних приладів, один з них професійний шумомір FLUS ET-958 (рис. 1.28). Він оснащений вбудованим чутливим електретним мікрофоном і проводить заміри не лише онлайн, а також може записувати дані та передавати їх на засіб комп'ютерної техніки.

Визначення вмісту шкідливих газів у повітрі. У тваринницьких приміщеннях за несвоєчасного прибирання гною, сечі, підстилки, а також при за неправильної будови та експлуатації каналізаційної і вентиляційної систем можуть накопичуватись шкідливі гази – аміак, сірководень, клоачні гази. Тривале стійлове утримання високопродуктивних тварин у погано вентильованих приміщеннях без прогулянок призводить до хронічної кисневої недостатності,

порушення окислювальних процесів, зниження стійкості до захворювань.

Аміак – безбарвний отруйний газ, який спричинює у тварин запалення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів та кон'юнктиви очей, знижує здатність оболонок протистояти проникненню крізь них мікроорганізмів. У крові аміак сполучається з гемоглобіном, що втрачає при цьому властивість зв'язувати кисень під час дихання, і тварина гине.

Сірководень – отруйний газ з різким запахом тухлих яєць. Він має нервово-паралітичну дію, за високої вологості повітря затримується на слизових оболонках верхніх дихальних шляхів і кон'юнктиві очей, зумовлюючи їх подразнення, запалення та набряк.

Вуглекислий газ утворюється під час окислювальних процесів у тканинах організму. Найбільша кількість цього газу є в середній частині приміщень. Під стелею його більше, ніж біля підлоги. Тривалий вплив на організм тварин повітря, яке містить більше 1 % вуглекислого газу, може призвести до хронічного отруєння. Тварини стають млявими, знижується їх продуктивність і стійкість до захворювань.

Для проведення аналізів з визначення концентрації шкідливих газів у повітряному середовищі є ряд методів:

1) *лабораторні* – відібрану пробу повітря аналізують в лабораторії хімічними або фізико-хімічними методами (тетраметричними, фотометричними, хроматографічними, мас-спектрометричними та ін.). Цими способами можна з достатньою точністю визначити кількість домішок в повітрі, однак вони потребують значних витрат часу;

2) *автоматичні* – аналізують за допомогою автоматичних газоаналізаторів. Вони можуть бути заблоковані із звуковою або світловою сигналізацією;

3) *експрес-методи* для швидкого визначення шкідливих речовин в повітрі тваринницьких приміщень – використовують газоаналізатори та газовизначники (портативні прилади з ручним забором повітря).

Лабораторні методи використовують досить часто під час проведення наукових досліджень. Визначення концентрації шкідливих газів у повітрі здійснюють такими лабораторними методами: аміаку – титриметричним методом; сірководню – титриметричним методом; вуглекислого газу – титриметричним методом Суботіна-Нагорського, пробірковим – за Прохоровим, Демчуком та ін. Проте такі методи лише частково відповідають вимогам газового аналізу. Здебільшого виникає необхідність безперервного аналізу проб газу у віддалених місцях, що неможливо зробити за допомогою звичайних лабораторних методик.

У виробничих умовах найчастіше використовують експресний контроль. Його можна здійснювати портативними *приладами ручної дії* з індикаторними трубками, а також безперервному чи періодичному режимі *автоматичними пристроями* контролю. Ті й інші можуть бути стаціонарними і переносними. Завданням контролю не є точне визначення концентрації забруднювача в повітрі, а встановлення, чи перевищує його вміст допустимі норми. Експресний контроль має низку переваг: дослідження виконують протягом кількох хвилин; обладнання для аналізу легко транспортувати; повністю виключається застосування підрахунків.

Прилади газового аналізу – газоаналізатори – становлять найважливішу частину комплексу приладів експресного контролю повітряного середовища у тваринницьких приміщеннях. Газоаналізаторами визначають вміст речовин у діапазоні 0,5–5 ГДК з відносною похибкою $\pm 25\%$.

Розрізняють газоаналізатори: кондуктометричні, дифузійні, спектрографічні, спектрофотометричні, лінійно-колориметричні та ін.

Газоаналізатори кондуктометричні визначають ступінь зміни електропровідності розчину-сорбенту за поглинання ним шкідливих речовин після аспірації забрудненого повітря.

Газоаналізатори дифузійні визначають різницю в швидкості дифузії різних газів через пористі перегородки.

Газоаналізатори спектрографічні сфокусовані на отриманні спектральних ліній, властивих даній речовині.

Спектрофотометричні газоаналізатори визначають довжину хвилі в ультрафіолетовій області спектра речовини, розчиненої в даному середовищі.

Принцип роботи *лінійно-колориметричних газоаналізаторів* (УГ-2, ГХ-2) ґрунтується на вимірюванні забарвлення шару індикаторного порошку в індикаторній трубці після пропускання через неї повітрязбірним пристроєм досліджуваного повітря робочої зони. Як порошок-індикатор застосовують: силікагель, електрокорунд, порцеляновий порошок та ін. Довжина забарвленого шару індикаторного порошку в трубці пропорційна концентрації аналізованого газу в повітрі, її вимірюють за шкалою, яка відкалібрована в мг/м^3 .

Серед промислових аналізаторів здебільшого застосовують універсальний газоаналізатор УГ-2, призначений для вимірювання масових концентрацій шкідливих речовин у повітряному середовищі тваринницьких приміщень. Діапазони вимірювань, мг/м^3 : аміак – від 2,5 до 30; сірководень – від 5 до 30; оксид вуглецю – від 5 до 120.



Рис. 1.28. Універсальний газоаналізатор УГ-2.

Газоаналізатор УГ-2 складається з повітрязабірного пристрою, вимірювальних шкал, штока, зразків індикаторних трубок і фільтрувальних патронів, запаяних ампул з індикаторними порошками і набору інструментів, які необхідні для приготування індикаторних трубок і фільтруючих патронів (рис. 1.28). Умови експлуатації приладу УГ-2: температура навколишнього повітря від 10 до 30 °С, відносна вологість – не більше 90 %, атмосферний тиск від 680 до 780 мм рт. ст., масова частка пилу не більше 40 мг/м³.

Методика визначення концентрації шкідливих газів наступна.

1. Закласти за допомогою тонкого металевого стержня невеликий ватний тампон з одного боку скляної індикаторної трубки на глибину не більше 1–2 мм, так, щоб він не виходив за межі скляної трубки, інакше він може закупорити гумові шланги. Перед початком роботи індикаторні трубки необхідно витримати 30 хв для досягнення температури навколишнього середовища.

2. За допомогою маленької скляної лійки заповнити індикаторну трубку порошком, який є індикатором досліджуваного газу.

3. Ущільнити порошок у індикаторній трубці металевим стержнем, закласти трубку з індикаторним порошком з іншого боку ватним тампоном.

4. Із тарувальної діаграми для досліджуваного газу вибрати об'єм повітря, який має пройти через індикаторну трубку; знайти шток, на грані якого вказано вибрану величину об'єму. Для визначення допустимих концентрацій газів об'єм засмоктаного повітря має становити: для аміаку 200 мл (тривалість руху штока до заглиблення 30–60 с, загальний час засмоктування повітря 120 с); сірководню – 300 мл (тривалість руху штока до заглиблення 140–200 с, загальний час засмоктування повітря 300 с); окису вуглецю – 200 мл (тривалість руху штока до заглиблення 180–240 с, загальний час засмоктування повітря 420 с).

5. Вставити шток відповідною гранню у втулку на газоаналізаторі, відвести заскочку-фіксатор, направити рукою шток вниз, поки фіксатор під дією пружини не потрапить у верхню ямку канавки штока.

6. Підготовлену для аналізу індикаторну трубку з'єднати одним кінцем з гумовою трубкою сильфона газоаналізатора, а іншим кінцем – з гумовою трубкою, яка виходить з лабораторного боксу, заповненого газом. Вимір варто починати не пізніше 1 хв після присідання трубки.

7. Притримуючи рукою шток, відвести заскочку-фіксатор, і як тільки шток почне рухатися вгору, відпустити. З цього моменту до потрапляння заскочки-фіксатора у нижню ямку штока повітря з досліджуванним газом буде проходити через індикаторну трубку.

8. Після припинення руху штока потрібно витягти індикаторну трубку з гумових трубок та, відвівши заскочку-фіксатор, витягти шток з втулки газоаналізатора.

9. Витримавши зазначений час, прикласти індикаторну трубку з порошком, частина стовпчика якого змінила колір, до шкали тарувальної діаграми так, щоб початок зміненого кольору стовпчика індикаторного порошку збігався з нульовою поділкою шкали. Верхня межа забарвленого стовпчика покаже на шкалі величину концентрації шкідливих газів (звернути увагу на відповідність шкали зазначеному об'єму). Розмитість межі кольорів початкового та порошку, що прореагував і змінив колір, не має бути більше 2 мм. Відрахувати результат вимірювання від середини розмитості. Якщо розмитість межі перевищує 2 мм, то вимірювання слід повторити.

10. Порівняти колір порошку в індикаторній трубці з відповідним кольором, вказаним у характеристиці індикаторних порошків.

11. Вимірювання проводять не менше 2–3 разів, щоразу новою трубкою. За результат вимірювання приймають середнє значення.

Порівняно з визначенням аміаку і сірководню, де застосовують одну фільтрувальну скляну трубку і один індикаторний порошок, для визначення окису вуглецю використовують фільтрувальний скляний патрон з трьома перетяжками: у вузький кінець патрона вкладають тампон із вати і через широкий кінець патрона насипають індикаторний порошок на окис вуглецю до першої перетяжки, потім – силікагель хромовоокислого ангідриду до другої перетяжки, після цього – активоване вугілля, останню частину патрона заповнюють силікагелем сірчаноокислої ртуті, вкладають ватний тампон і закривають заглушками обидва кінці зарядженого патрону.

Сьогодні поряд з добре відомим універсальним газоаналізатором УГ-2, розроблено близько 90 різних модифікацій аналізаторів повітряного середовища у виробничих приміщеннях, які зареєстровані в державному підприємстві «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»).

Визначення загальної мікробної забрудненості повітря. У виробничих умовах джерелами мікробів-контамінантів можуть бути ґрунт, повітря, вода, корми, люди. Із ґрунту в тваринницькі приміщення потрапляють спороутворювальні бацили, конідії грибів, актиноміцети; ці ж мікроорганізми з пилом можуть потрапити в повітря, за посередництвом якого вони здатні проникнути в організм тварин. Протягом доби кількість мікроорганізмів у повітрі приміщень неоднакова, що пов'язано із технологічним процесом. зокрема, вона збільшується у 10 і навіть 100 разів за годину сипкими кормами та під час видалення гною.

Для запобігання мікробного забруднення повітря та з'ясування його причин, необхідними заходами є проведення бактеріологічного контролю усіх можливих джерел контамінації.

Мікробіологічне дослідження повітря можна розділити на 4 етапи: відбір проб; обробка, транспортування та зберігання проб; бактеріологічний посів і культивування мікроорганізмів; ідентифікація виділеної культури.

Правильне взяття проб гарантує точність дослідження. У тваринницьких приміщеннях точки відбору проб встановлюють за типом конверта: 4 точки по кутах приміщення (на відстані 1 м від стін) і 5-а точка – в центрі. Проби повітря відбирають вдень, на рівні лежання і стояння тварин.

Відбір проб повітря здійснюють переважно за допомогою двох методів: *седиментаційного* та *аспіраційного*.

Седиментаційний метод вважається найбільш простим, однак він не дає точних даних щодо забруднення, тому що дуже залежить від фізико-хімічних властивостей повітря. Він полягає в здатності мікроорганізмів під дією сили тяжіння і під впливом руху повітря (разом з частинками пилу і крапельками аерозолі) осідати на поверхню живильного середовища у відкриті чашки Петрі. Чашки встановлюють в точках відбору на горизонтальній поверхні. Під час визначення загального мікробного обсіменіння чашки з м'ясо-пептонним агаром залишають відкритими на 5–10 хв або довше залежно від ступеня передбачуваного бактеріального забруднення. Для виявлення стрептококів застосовують середовище Гарро або Туржецького, стафілококів – молочно-сольовий або жовтково-сольовий агар, дріжджів і грибів – суслоагар або середовище Сабуро. За визначення показових мікроорганізмів чашки залишають відкритими протягом 40–60 хв. Після чого їх закривають і поміщають на 48 год у термостат за температури 37 °С для інкубації, а потім підраховують кількість пророслих мікробних колоній.

Кількість мікробних тіл (колоній) в 1 м^3 повітря підраховують, зважаючи на те, що на площі 100 см^2 агару бактеріологічної чашки за 5 хв осідає приблизно стільки мікробних тіл, скільки їх міститься у 10 л повітря.

У разі значного мікробного забруднення повітря іноді важко підрахувати кількість пророслих колоній на чашці. В таких випадках на бактеріологічні чашки слід висівати мікроорганізми з меншого об'єму повітря. Зокрема можна зробити так: з відпрацьованої рентгенівської плівки знімають емульсії, а плівку скручують так, щоб утворився циліндр, діаметр якого на $1\text{--}2 \text{ мм}$ більший за діаметр меншої тарілочки бактеріологічної чашки. Плівку склеюють або зшивають. Висота циліндра має бути такою, щоб його об'єм дорівнював 1 л . Такі циліндри знезаражують бактерицидними лампами і загортають у знезаражений таким же способом папір. У місці дослідження папір розгортають, циліндр рухами руки $2\text{--}3$ рази врізують у повітря, ставлять на відкриту бактеріологічну чашку з м'ясо-пептонним агаром, закривають зверху більшою тарілочкою чашки і витримують протягом 10 хв . Потім циліндр виймають, чашку закривають і після 48 -годинного витримування її у термостаті підраховують кількість колоній. Кількість пророслих колоній на бактеріологічній чашці відповідає кількості тисяч мікробних тіл в 1 м^3 повітря.

Седиментаційний метод має низку недоліків: на поверхню середовища осідають лише грубодисперсні фракції аерозолі; нерідко колонії утворюються не з одиначної клітини, а із скупчення мікробів; на застосовуваних поживних середовищах виростає лише частина повітряної мікрофлори.

Більш досконалим методом є аспіраційний. Він заснований на примусовому осадженні мікроорганізмів з повітря на поверхню щільного поживного середовища або на рідке поживне середовище (м'ясо-пептонний бульйон, буферний розчин, ізотонічний розчин хлориду натрію та ін.). За аспіраційного методу для взяття проб використовують: апарат Кротова, бактеріовловлювач Речменського, прилад для відбору проб повітря (ПОВ-1), пробовідбірник аерозольний бактеріологічний (ПАБ-1), бактеріально-вірусний електропреципітатор (БВЕП-1), пробовідбірник «Тайфун» Р-40 (М) бактеріологічний, прилади Киктенко, Андерсена, Дьяконова, МБ та ін. В основу дії приладів покладений принцип удару струменя повітря об поверхню поживного середовища, що міститься в чашці Петрі. При цьому частинки пилу і аерозолі прилипають до середовища, а разом з ними і мікроорганізми, що знаходяться в повітрі.



Рис. 1.29. Апарат Кротова.

Сьогодні для визначення мікробної контамінації повітря закритих приміщень широко використовують апарат Кротова (рис. 1.29). Він має вигляд циліндра, всередині якого є мотор, вентилятор, рухомий столик і мікроманометр.

Методика визначення. Стерильну бактеріологічну чашку Петрі з поживним середовищем поміщають на диск приладу (столик), що рухається зі швидкістю 1 об./с, ретельно закривають кришку за допомогою затискачів, встановлених на його корпусі. Прилад включають у електромережу, за допомогою реометра встановлюють швидкість руху повітря – 25 л/хв.

Зазвичай відбір проб проводять протягом 5 хв. Повітря вентилятором засмоктується через щілину кришки, якою закрита чашка. Мікроорганізми осідають на поверхні агару, а повітря проходить через мікроманометр і виводиться назовні. Після взяття проби повітря в приміщенні чашки закривають кришками й поміщають у термостат. Чашки Петрі з м'ясо-пептонним агаром витримують в термостаті за $32,5 \pm 2,5$ °C, з агаром Сабуро – за температури $22,5 \pm 2,5$ °C протягом 48 год. Потім підраховують кількість колоній та вираховують кількість мікроорганізмів в 1 м^3 повітря. Розрахунок здійснюють за формулою:

$$X = \frac{a \times 1000}{b}, \quad (1.13)$$

де X – кількість мікроорганізмів в одиниці об'єму повітря, тис. мікробних тіл (колоній)/ м^3 ; a – кількість колоній, що вирости на чашці Петрі після терміну інкубації, тис. мікробних тіл (колоній); b – об'єм досліджуваної проби повітря, приведений до нормальних умов, л; 1000 – коефіцієнт перерахунку л в м^3 .

Приведення об'єму взятих проб повітря до нормальних умов, тобто до об'ємів за звичайної температури та барометричного тиску 760 мм рт. ст., проводять за формулою:

$$V_0 = \frac{V \times B}{(1 + \alpha t) \times 760}, \quad (1.14)$$

де V_0 – шуканий об'єм повітря за нормальних умов, л; V – об'єм повітря, взятий для аналізу, л; B – барометричний тиск, мм рт. ст.; α – коефіцієнт розширення повітря за нагрівання на 1 °C (0,003667); t – температура повітря у момент взяття проби повітря.

Є ще один метод відбору проб – *за допомогою фільтрів і рідин*. За цього методу досліджуване повітря протягають аспіратором або шприцом через певну кількість стерильного фізіологічного розчину, налитого в поглинач. Після цього поглинач переносять у лабораторію, стерильною піпеткою відбирають з нього певну кількість розчину і висівають його на чашку Петрі з м'ясо-пептонним агаром. Після 48-годинної інкубації у термостаті підраховують кількість колоній та вираховують кількість мікроорганізмів в 1 м³ повітря.

Визначення загальної запиленості повітря. *Пил* – дрібні тверді частинки в повітрі розміром не більш як 100 мікрометрів (мкм), які осідають під дією власної ваги, однак деякий час можуть перебувати в повітрі у зваженому стані. Пил утворюється за вивітрювання та здрібнення ґрунту, під час руху тварин, за виконання сільськогосподарських робіт і технологічних процесів на тваринницьких фермах, під час подрібнення зерна, спалювання палива тощо.

Пил може бути як токсичним, так і нетоксичним. Однак навіть нетоксичний пил може адсорбувати на своїй поверхні газоподібні, рідкі чи тверді сполуки. Через це змінюються його властивості та збільшується небезпека як для тварин, так і для людей. Небезпека пилу для тварин і людей визначається його хімічною природою, концентрацією, токсичністю, здатністю сорбувати забруднювальні речовини.

Пил шкідливо діє на організм тварини прямо або опосередковано. Прямо – внаслідок забруднення шкіри, вовни, ураження кон'юнктиви і легень, що призводить до порушення фізіологічної функції шкіри, погіршується якість вовни, виникають дерматити, кон'юнктивіти, риніти, трахеїти, пневмоконіози і пневмомікози. Непряма дія пилу полягає у його нагромадженні на шерстяному покриву тварин. Разом з потом, жиропотом і відмерлим епідермісом шкіри пил створює поживне середовище для розвитку і розмноження нашкірних паразитів, мікроорганізмів та грибів. Пил повітря відбиває сонячні світлові і ультрафіолетові промені, нейтралізує негативні іони кисню. Осідаючи на шибках вікон, пил знижує природну освітленість приміщень, підвищує у них вологість. Пил завдає значних економічних збитків унаслідок забруднення повітря, погіршення якості кормів, поширення заразних хвороб. За кількістю мікроорганізмів у повітрі можна судити про еколого-санітарний стан приміщень і технологію виробництва.

Пилові частинки можуть мати різні розміри і форму. За розміром частинок, пил можна розподілити на тонкодисперсний (легкі і рухомі частинки розміром до 50 мк, які довго утримуються в повітрі і в разі

вдихання твариною і людиною зумовлюють подразнення слизових оболонок і можуть накопичуватися в легенях) та грубодисперсний (великі та важкі частки, що швидко осаджуються). За формою часточки пилу можуть бути як округлими правильної форми, так і мати гострі кути. Потрапляючи в організм тварин і людей вони можуть завдавати механічних пошкоджень гострими краями.

За встановлення запиленості повітря одиницею визначення є міліграм пилу в 1 м³ повітря.

Сучасні методи виміру концентрації пилу поділяють на дві групи:

- 1) методи, засновані на попередньому осадженні (з виділенням дисперсної фази);
- 2) методи без попереднього осадження пилу (без виділення дисперсної фази).

До першої групи належать такі методи: *ваговий; фотометричний; іонізаційний; рахунковий; люмінесцентний*; до другої – *оптичні; електричні; вимірювання дисперсного складу аерозолів*.

На сьогодні як в Україні, так і за кордоном, найбільш поширеним із групи методів кількісного аналізу є ваговий метод, що дає змогу визначити вагову концентрацію пилу в повітрі. Цей метод ґрунтується на принципі одержання приросту ваги за пропускання через фільтр досліджуваного повітря визначеного об'єму (метод аспірації через фільтр. Аспірація – викачування, видування). Різниця у вазі фільтра після протягання і до протягання запиленого повітря характеризує вміст пилу в об'ємі протягненого повітря.

Ваговий метод визначення запиленості дає можливість одержати:

- а) загальне уявлення про кількість пилу в повітрі;
- б) дані для порівняння отриманої величини з гранично допустимими величинами вмісту пилу в повітрі, встановленими законодавством;
- в) кількісні дані для обґрунтування розрахунку пилоосаджувальних пристроїв і т. п.;
- г) матеріали для оцінювання ефективності дії вентиляції (у порівнянні кількості пилу в повітрі за дії і за бездіяльності вентиляції);
- д) дані про загальну кількість речовини, що видаляється у вигляді пилу (за дослідження вмісту пилу у повітрі, що відсмоктується вентиляційною установкою).

Ваговий метод виміру концентрації пилу полягає у виділенні з пилогазового потоку часток пилу і визначенні їхньої маси за допомогою зважування. Він заснований на фільтрації запиленого повітря через фільтр або на седиментаційному, термо-преципітаційному, інерційному електростатичному осадженні пилу з наступним визначенням його уловленої маси.

Водночас широко застосовують методику визначення запиленості повітря з використанням аналітичних аерозольних фільтрів із тканини (фільтрів АФА), що мають високу ефективність фільтрації (затримують частки розміром 0,1–0,2 мкм) і малий аеродинамічний опір, порівняно з фільтрами з вати. Як фільтрувальний матеріал для АФА застосовують тканини ФПП-15, ФПМ-15 та ін. Цей матеріал являє собою рівномірний шар ультратонких волокон з полімерів на марлевій підкладці чи без неї. Завдяки їх гідрофобності фільтри можна зважувати без сушіння. Фільтри АФА складаються з окремого чи нанесених на опорне кільце фільтрувального елемента і захисних паперових полів з виступами. Загальна вага фільтра 50–110 мг, за відповідних діаметрів – 45–70 мм.

Методика визначення масової концентрації пилу за допомогою фільтрів АФА передбачає такі етапи: попередню підготовку і зважування фільтра, добір проби, визначення приросту ваги фільтра після добору проби, обчислення концентрації пилу.

Для відбирання проб повітря з метою виміру концентрації пилу, який є в ньому, використовують спеціальну установку (рис. 1.30).

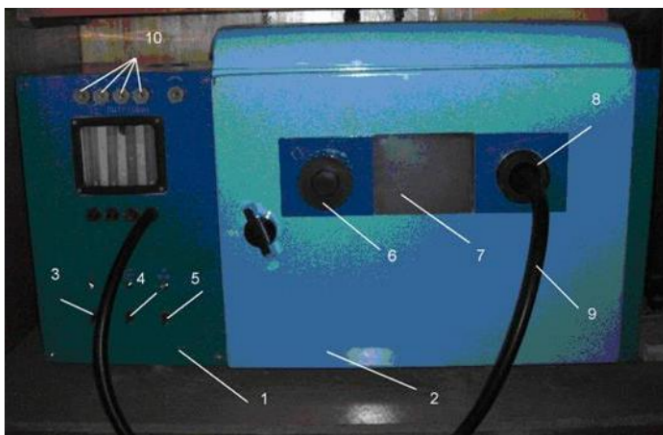


Рис. 1.30. Лабораторна установка для дослідження запиленості повітря ваговим методом:

- 1 – приборний блок; 2 – пилова камера; 3 – вимикач напруги живлення установки; 4 – вимикач аспіратора; 5 – вимикач вентилятора; 6 – рукоятка керування бункером-дозатором з пилом; 7 – оглядове вікно; 8 – патрон з аспіраційним фільтром; 9 – трубка, що з'єднує патрон с аспіратором; 10 – реометри.

Методика виміру концентрації пилу в повітрі наступна.

1. Зважити паперовий фільтр АФА, попередньо витягнувши його з пакета, і вату (взяти 0,5 г) на аналітичній вазі з точністю до 1 мг.

2. Паперовий фільтр вставити в патрон фільтротримача, а вату – в алонж.

3. Увімкнути аспіратор і ручкою вентиля відрегулювати необхідну об'ємну швидкість відбирання проби та вимкнути прилад (оптимальна швидкість відбору, виміряна за допомогою ротаметрів, має становити 10–15 л/хв).

4. Патрон фільтротримача вставити в отвір пилевої камери за допомогою пробки з гумовою трубкою.

5. Увімкнути вентилятор камери, в якій є пил.

6. Увімкнути аспіратор та протягом 5 хв протягувати запилене повітря через патрон і алонж. Одночасно з увімкненням, зафіксувати час початку протягування повітря за секундоміром, механічним чи пісковим годинниками.

7. Вимкнути аспіратор та вентилятор змішувальної камери через 5 хв.

8. Від'єднати від алонжа пробку з гумовою трубкою. Обережно витягнути пінцетом вату та зважити її.

9. Обережно вийняти фільтр з патрона фільтротримача. Паперовий фільтр тримати осадом догори. Зважити фільтр.

10. Зважувати фільтр і вату з точністю до 1 мг.

11. Із відповідних приладів зняти покази барометричного тиску й температури повітря в місці відбирання проби повітря.

12. Обчислити концентрації пилу в повітрі.

Точність визначення масової концентрації пилу залежить насамперед від точності зважування і визначення об'єму повітря, прокачаного через фільтр. Для підвищення точності цих вимірів відбір проби проводять одночасно на три фільтри, після чого визначають середнє значення похибки, яке зазвичай становить близько 10 %.

Концентрацію пилу в повітрі розраховують за формулою:

$$X = \frac{P_2 + P_1}{V_1}, \quad (1.15)$$

де X – концентрація пилу в повітрі, мг/м³; P_1 , – маса фільтра чи вати до протягнення повітря, мг; P_2 – маса фільтра чи вати після протягнення повітря, мг; V_1 – об'єм повітря, яке протягнене через фільтри, л.

Об'єм повітря, яке протягнене через фільтри розраховують за формулою:

$$V_1 = V \times T, \quad (1.16)$$

де V_1 – об'єм повітря, яке протягнене через фільтри, л; V – покази поплавка ротаметра аспіратора, об'ємна швидкість, л/хв; T – тривалість протягнення повітря, хв.

Приведення об'єму повітря до нормальних умов, тобто до такого об'єму, який би він займав за температури $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ і тиску 760 мм. рт. ст., проводять за формулою:

$$V_0 = \frac{V_1 \times 273 \times B}{(273 + t) \times 760}, \quad (1.17)$$

де V_0 – об'єм повітря приведений до нормальних умов, м^3 ; B – барометричний тиск у місці відбирання проби, мм. рт. ст.; t – температура повітря в місці відбирання проби, $^{\circ}\text{C}$.

Концентрацію пилу в повітрі за нормальних умов розраховують за формулою:

$$X = \frac{P_2 + P_1}{V_0}, \quad (1.18)$$

де X – концентрація пилу в повітрі за нормальних умов, $\text{мг}/\text{м}^3$; P_1 , – маса фільтра чи вати до протягнення повітря, мг; P_2 – маса фільтра чи вати після протягнення повітря, мг; V_0 – об'єм повітря, V_0 – об'єм повітря приведений до нормальних умов, м^3 .

Концентрацію пилу в повітрі тваринницьких приміщень також можна визначити за допомогою переносних аналізаторів пилу ИКП-5. Аналізатори пилу модифікацій ИКП-5 і ИКП-5РМ призначені для виміру масової концентрації пилу в повітрі, а також технологічного контролю систем кондиціонування, вентиляційних систем і чистоти повітря об'єктів різного призначення.

Принцип дії аналізаторів ИКП-5 – електроіндукційний, що ґрунтується на періодичному примусовому заряді часток пилу в полі коронного змінного імпульсного розряду та у подальшому вимірюванні струму перенесення заряджених часток через визначення наведеної ними змінної напруги. Амплітуда напруги пропорційна масовій концентрації пилу. Діапазон вимірювання від 0 до $30\text{ мг}/\text{м}^3$.

Аналізатори ИКП-5 виконані у вигляді єдиного блоку (рис. 1.31). Модифікація ИКП-5РМ оснащена взаємозамінними імпакторами для виділення і оцінки дрібної фракції пилу менше 10 і $2,5\text{ мкм}$. Живлення аналізаторів ИКП-5 здійснюється від мережі змінного струму через мережевий адаптер або від вбудованої акумуляторної батареї. Результати вимірів відображаються на екрані в режимі реального часу в $\text{мг}/\text{м}^3$. Аналізатори ИКП-5 оснащені цифровим інтерфейсом RS-232. Вимірювання запиленості повітря приладом ИКП-5 проводять не менше 3 разів. Час вимірювання 10 с. За результат вимірювання приймають середнє значення.



Рис. 1.31. Аналізатори повітря ИКП-5РМ і ИКП-5.

В умовах виробництва, загальну запиленість повітря тваринницьких приміщень можна визначити за допомогою інших аналізаторів, серійне виробництво яких налагоджено у багатьох країнах світу.

Визначення адаптаційної пластичності тварин. Під час зміни параметрів мікроклімату (температура, вологість, освітленість) в тваринницьких приміщеннях, систем утримання тварин (прив'язна або безприв'язна), технологічного обладнання, умов годівлі тощо, важливо знати як реагують і пристосовуються (адаптуються) тварини до нових умов зовнішнього середовища. Для оцінки структурних змін, фізіологічних процесів або поведінкових реакцій організму, під час наукових досліджень визначають адаптаційну пластичність тварин.

Адаптація – це специфічні властивості живих організмів, які можуть забезпечити виживання і розмноження організмів у конкретних умовах середовища. Це спосіб, завдяки якому живий організм відповідає на вплив зовнішнього середовища.

З метою визначення адаптаційної пластичності тварин до умов зовнішнього середовища, взимку (у січні-лютому) та влітку (у липні-серпні) проводять вивчення розвитку волосяного покриву тварин через визначення маси і кількості волосу з 1 см² тіла, його структури, довжини та діаметра.

Крім того, адаптацію тварин до умов зовнішнього середовища встановлюють за допомогою визначення загальних клінічних показників (температура тіла, частота дихання та пульсу) взимку (у січні-лютому) уранці, вдень і увечері та влітку (липень-серпень) уранці і вдень.

На підставі цих даних розраховують коефіцієнт адаптації за формулою:

$$KA = \frac{TT}{38,33} - \frac{ЧД}{23}, \quad (1.19)$$

де КА – коефіцієнт адаптації (витривалості) тварин; ТТ – температура тіла тварини за випробування в конкретних умовах, °С; 38,33 – температура тіла тварини за сприятливих умов, °С; ЧД – частота дихання тварини за випробування в конкретних умовах, кількість/хв; 23 – частота дихання тварини за сприятливих умов, кількість/хв.

При цьому вважають, що чим нижче абсолютна величина коефіцієнта адаптації, тим вище у тварини стійкість до конкретних умов. Слід зазначити, що адаптаційна пластичність тварин м'ясних порід вища, ніж молочних.

Для вираження міри стійкості тварин до високої температури розраховують коефіцієнт їх теплостійкості за формулою:

$$KT = \frac{T_B}{T_y} + \frac{ЧД_B}{ЧД_y}, \quad (1.20)$$

де КТ – коефіцієнт теплостійкості тварин; T_B – температура тіла тварини вдень, °С; T_y – температура тіла тварини уранці, °С; $ЧД_B$ – частота дихання тварини вдень, кількість/хв; $ЧД_y$ – частота дихання тварини уранці, кількість/хв.

При цьому вважають, що чим нижче абсолютна величина коефіцієнту теплостійкості, тим вище термостійкість тварини (стійкість до високої температури).

Більш інформативною є оцінка ефектів загальної та специфічної адаптаційної здатності тварин за кількісними ознаками продуктивності. Тому з метою визначення рівня адаптації тварин часто використовують індекси, які враховують співвідношення фактичних і оптимальних показників продуктивності, тривалості відтворювального циклу тощо. Наприклад, під час наукових досліджень, реакцію лактуючих коровів на зміни умов зовнішнього середовища оцінюють за індексом адаптації:

$$I = \frac{365 - МПО}{МЖ} \times 27,4, \quad (1.21)$$

де І – індекс адаптації; МОП – міжотельний період (діб); 365 – тривалість року; МЖ – молочна продуктивність корів за закінчену подовжену або тривалу лактації, виражена в кілограмах молочного жиру; 27,4 – коефіцієнт.

Максимальне значення індексу може становити +37,0, мінімальне – 192,0. В ідеалі (МОП=365 діб) індекс адаптації дорівнює 0. Від’ємний знак індексу вказує на порушення балансу між середовищем і організмом тварини.

Цей індекс дозволяє оцінити рівень розвитку специфічних особливостей однієї особини або популяції загалом. Позитивне значення індексу полягає в тому, що він відображає відповідність середовища потребам організму і можливості використання усіх складових його ресурсів. Негативний знак індексу адаптації вказує на порушення балансу внаслідок жорсткого впливу зовнішнього середовища, що призводить через фізіологічну депресію до самоусунення від розмноження.

ТЕМА 2

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ, ЩО ВИРОЩУЮТЬ НА М'ЯСО, ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень на комплексах з промисловою технологією вирощування молодняку ВРХ на м'ясо. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під час проведення наукових досліджень на *молодняку ВРХ, що вирощує на м'ясо*, враховують низку показників продуктивності, які можна розділити на дві групи: *прижиттєві та післязабійні*.

До *прижиттєвих* показників належать:

1) *жива маса молодняку* – визначають індивідуальним зважуванням (бажано на електронних вагах) на початку та наприкінці періоду вирощування, кг;

2) *збереженість молодняку* – визначають щоденно з встановленням причин вибуття, %;

3) *витрати корму на одну голову* – визначають груповим методом упродовж періоду вирощування, корм. од;

4) *витрати корму на одиницю продукції* (1 кг приросту живої маси) – визначають розрахунковим методом, корм. од/кг;

5) *вік реалізації (забою) тварин на м'ясо*, діб.

Для аналізу характеристики росту молодняку ВРХ використовують похідні величини, такі як *абсолютний, відносний та середньодобовий прирости*, котрі розраховують за наступними формулами:

$$A = W_t - W_o, \quad (2.1)$$

$$C = \frac{W_t - W_o}{t}, \quad (2.2)$$

$$B = \frac{W_t - W_o}{(W_t + W_o) \times 0,5} \times 100 \%, \quad (2.3)$$

де *A* – абсолютний приріст, г; *C* – середньодобовий приріст, г; *B* – відносний приріст, %; *W_o* та *W_t* – жива маса тварин на початок і кінець контрольного періоду; *t* – час, який минув між двома зважуваннями.

Після забою тварин визначають товарно-технологічні властивості якості туш і м'яса молодняку ВРХ.

Забійні та м'ясні якості молодняку ВРХ

З метою оцінки м'ясної продуктивності тварин проводять контрольний забій не менше 3 особин з кожної піддослідної групи. За відбору тварин для контрольного забою середня жива маса їх має

відповідати середній масі по даній групі наприкінці виробничого експерименту.

Якість туш оцінюють під час контрольного забою молодняку ВРХ, на правій півтуші після її охолодження впродовж 24 годин за температури +4 °.

Показниками м'ясної продуктивності молодняку ВРХ після забою є:

1) *маса туші*, кг – це тіло тварини після забою без крові, шкури, внутрішніх органів, голови, хвоста, нирок і внутрішнього жиру, передніх ніг – по зап'ястки і задніх – по скакальні суглоби, але з обов'язковою наявністю вирізки;

2) *морфологічний склад туші* – вміст у ній (%) м'язів, жиру, кісток, хрящів і сухожилок. Морфологічний склад туші визначають після її обвалювання і жилювання. Частка окремих тканин в туші ВРХ коливається в межах: м'язової – 57,0–62,0 %; жирової – 3,0–16,0; кісткової та хрящової – 17,0–29,0; сполучної – 9,0–12,0 %;

3) *маса внутрішнього жиру*, кг – сумарна кількість тазового, шлункового, кишкового, діафрагмального, ниркового і мошонкового жиру;

4) *забійна маса* (згідно з ДСТУ 3938-99), кг – маса парної туші і внутрішнього жиру;

5) *забійний вихід* (згідно з ДСТУ 3938-99), % – маса парної туші і внутрішнього жиру, виражена у відсотках до передзабійної живої маси тварини після 24-годинної голодної витримки (добре відгодовані тварини м'ясних порід мають забійний вихід на рівні 60–65 %, тварини молочних порід – 50–55 %);

6) *коефіцієнт м'якості* (кількість м'якоті на 1 кг кісток) – відношення маси м'якотної частини туші до маси кісток (величина 4,2 і більше);

7) *співвідношення їстівних і неїстівних частин туші* – відношення маси м'якотної частини туші до маси кісток + маса хрящів і сухожилок (величина 3,8 і більше);

8) *площа “м'язового вічка”*, см² – це поперечний переріз продовгуватого м'яза спини, який вимірюють між 12-м та 13-м ребрами за допомогою лінійки відповідно до схеми наведеної на рисунку 2.1 і обраховують за формулою 2.4, наведеною у ГОСТ 33818-2016.

$$S = a \times b \times 0,8, \quad (2.4)$$

де S – площа “м'язового вічка”, см²; a – довжина “м'язового вічка”, см; b – глибина “м'язового вічка”, см; 0,8 – коефіцієнт.

Чим більша площа “м'язового вічка”, тим більший вихід “товстого краю туші” (стейки), який має найвищу вартість під час реалізації. Чим

більша у тварини площа “м’язового вічка”, тим ширший і об’ємніший у неї продовгуватий м’яз спини.

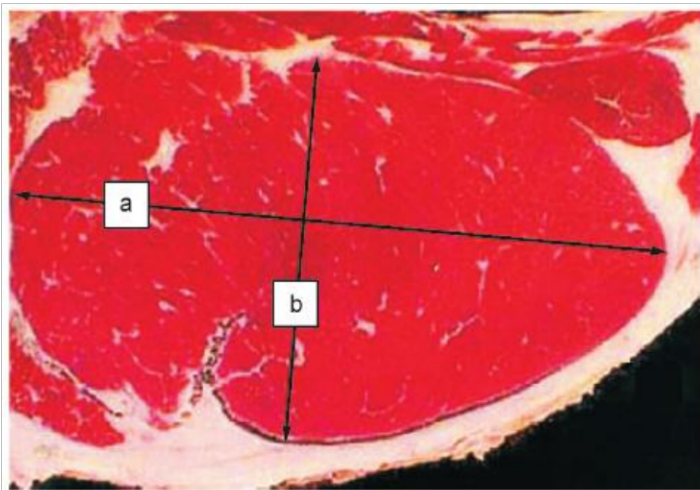


Рис. 2.1. Визначення площі “м’язового вічка” при оцінці яловичини.

9) товщина підшкірного жиру на туші, см – товщина прошарку жиру, що покриває продовгуватий м’яз спини зверху. Вимірюють товщину підшкірного жиру між 12-м та 13-м ребрами, в ділянці трьох четвертей довжини “м’язового вічка” від кінця реберної кістки (у найтоншому місці), за допомогою лінійки з точністю ± 1 мм (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Вимірювання товщини підшкірного жиру (C) при оцінці яловичини.

Залежно від віку забитої худоби розрізняють:

- *яловичину* – м'ясо тварин, забитих у віці старше 3 міс.;
- *телятину* – м'ясо тварин, забитих у віці 14–90 діб.

Оцінка якості м'яса молодняку ВРХ

Якість м'яса молодняку ВРХ характеризується низкою показників, які можна розділити на три групи: *органолептичні, фізико-хімічні та хімічні.*

Органолептичні показники якості м'яса:

1) *зовнішній вигляд* – визначають візуально, оглядаючи поверхню і свіжий розріз м'язової тканини;

2) *колір* – визначають органолептичним методом на свіжому поперечному перерізі щільного м'яза з використанням довідника кольорів за семибальною (від 1 до 7) шкалою (рис. 2.6): надмірно темно-червоний, надмірно м'який, дуже грубий (код 1); дуже темно-червоний, дуже м'який грубий (код 2); темно-червоний, м'який дещо грубий (код 3); помірно темно-червоний, дещо м'який (код 4); дещо темно-червоний (код 5); вишнево-червоний (код 6); легко червоно-вишневий, дуже стійкий (код 7);

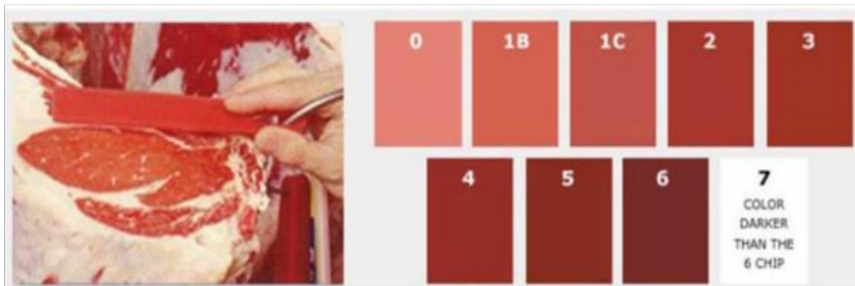


Рис. 2.6. Шкала кольоровості м'язової тканини.

3) *консистенція* – визначають за легкого надавлювання пальцем на свіжий розріз туші або зразка і спостерігають за тривалістю вирівнювання ямки (у свіжому м'ясі пружної консистенції ямка вирівнюється протягом декількох секунд);

4) *запах* – визначають за кімнатної температури органолептично, спочатку з поверхні туші та грудино-черевної порожнини, а потім ножем роблять розріз і відразу визначають запах в глибоких шарах, особливо в тканинах, що прилягають до кісток. Крім того, запах визначають під час варіння м'яса, в момент появи пари;

5) *стан підшкірного жиру* – оцінюють за допомогою органів чуттів колір та запах жиру. Консистенцію жиру оцінюють

роздавляючи його пальцями (свіжий жир кришиться, не липкий). Крім того, оцінюють візуально поверхнєве відкладення жиру за п'ятибальною шкалою в п'яти місцях туші. Полив туші оцінюють наступним способом: 1 бал – відсутність жировідкладень; 2 бали – сліди жировідкладень біля кореня хвоста і поперекової частини; 3 бали (задовільний) – просвіт біля кореня хвоста і поперекової частини, на лопатковій і грудній частинах – сліди жиру; 4 бали (добрий) – суцільний полив поперекової, тазостегнової і лопаткової частин, на грудній частині і пашині – просвіти; 5 балів (відмінний) – суцільний шар без просвітів по всій поверхні туші;

б) *стан сухожилків* – оцінюють окомірно та на дотик пружність, щільність, стан поверхні суглобів, а також прозорість синовіальної рідини в суглобових сумках (щоб отримати синовіальну рідину, на туші розтинають один з крупних суглобів);

г) *якість бульйону після варіння м'яса* – оцінюють прозорість бульйону візуально, аромат, смак і наваристість – за допомогою органів чуттів.

Методика визначення. Зважують 20 г подрібненого зразка з точністю до 0,2 г, переносять у конічну колбу ємністю 100 мл, додають 60 мл дистильованої води, старанно перемішують і ставлять на 10 хв у киплячу водяну баню, закривши колбу годинниковим склом. Запах м'ясного бульйону визначають в процесі нагрівання до 80–85 °C за появи пари. Прозорість оцінюють візуально у скляному циліндрі діаметром 20 мм і виражають у сантиметрах.

д) *результати дегустації м'яса та бульйону* (згідно з ДСТУ 4823.1:2007, ДСТУ 4823.2:2007) – дегустаційну оцінку здійснюють за допомогою органів чуттів за наступними показниками: зовнішній вигляд, колір, смак, запах (аромат), соковитість, консистенція (ніжність, жорсткість). Оцінювання проводить дегустаційна комісія у складі не менше 5 осіб з урахуванням їх індивідуальної чутливості та здатності виявляти специфічну різницю в показниках зразків продуктів. Приміщення для роботи дегустаторів має бути захищене від шуму, вібрації, з доброю вентиляцією, але без протягів, добре освітлене, чисте без сторонніх запахів, температура повітря 20±2 °C відносна вологість 70±5 %.

Підготовка зразків м'яса. Для варіння м'яса рекомендується використовувати найдовший м'яз спини. Маса шматка (зразка) має бути близько 1 кг. М'ясо із поверхневим жиром кладуть в емальований посуд, заливають холодною дистильованою водою у співвідношенні 1:3 і нагрівають. М'ясо варять 1,5 год з моменту закипання. Наприкінці варіння, за 20–30 хв, кладуть кухонну сіль в кількості 1 % від маси

м'яса. Після варіння м'ясо забирають з бульйону і охолоджують до температури 30–40 °С, а бульйон – до 50 °С. Охолоджене м'ясо розрізають на шматочки до 30–50 г і роздають дегустаторам на тарілках, підігрітих до 40 °С.

Для оцінки якості жареного м'яса, найдовший м'яз спини звільняють від жиру та сполучної тканини і нарізають на шматки завтовшки 1,5 см (маса 75–80 г) перпендикулярно напрямку м'язових волокон. Жарять порціонні шматки впродовж 12–15 хв. Можна також запікати м'ясо великим шматком у духовій шафі за температури 130–150 °С. Запікання триває близько 1,5 год до досягнення всередині шматка м'яса температури 75 °С.

Бульйон розливають приблизно по 50 мл у стаканчики і визначають його зовнішній вигляд, колір, прозорість, аромат, смак і наваристість.

Порядок проведення дегустаційної оцінки м'яса. Оцінку запаху, смаку, соковитості та консистенції продукції здійснюють по одному або в комплекті не більше 3-х зразків, за візуальної оцінки (зовнішнього вигляду і кольору) – до 6-ти зразків одночасно. Залежно від властивостей продуктів після оцінювання 5–8 проб роблять перерву не менше ніж на 10 хв. Зазвичай зразки м'яса до закінчення дегустації залишаються невідомими – кожен зразок подають під конкретним номером, тобто кодують.

Під час дегустації не дозволяється обмінюватися думками, курити, споживати алкогольні напої, гострі та пряні страви.

Продукцію оцінюють за бальною системою, можуть бути використані 5- або 9-бальні шкали. Кожний показник шкали має відповідно 5 або 9 ступенів якості, виражених у балах. П'ятибальна шкала включає позитивні показники якості продукту, 9-ти бальна шкала – позитивні і негативні показники якості (табл. 2.1, 2.2).

Усі результати оцінки заносять у спеціальні дегустаційні листи (для оцінки якості м'яса і м'ясного бульйону), які роздають членам комісії перед початком дегустації.

Таблиця 2.1 – Оцінка якості м'яса за 9-бальною шкалою.

Оцінка в балах	Зовнішній вигляд	Аромат	Смак	Консистенція (ніжність, жорсткість)	Соковитість	Загальна оцінка якості
Позитивні показники якості м'яса						
9	Дуже приємний	Дуже приємний та сильний	Дуже смачне	Дуже ніжне	Дуже соковите	Відмінне
8	Дуже гарний	Приємний та сильний	Смачне	Ніжне	Соковите	Дуже гарне
7	Гарний	Приємний, але недостатньо сильний	Достатньо смачне	Достатньо ніжне	Достатньо соковите	Гарне
6	Недостатньо гарний	Недостатньо ароматний	Недостатньо смачне	Недостатньо ніжне	Недостатньо соковите	Вище середнього
5	Середній (задовільний)	Середній (задовільний)	Середній (задовільний)	Середня (задовільна)	Середня (задовільне)	Середнє
Негативні показники якості м'яса						
4	Трохи непривабливий (прийнятний)	Без аромату (прийнятний)	Позбавлений смаку (прийнятний)	Жорсткувате (прийнятна)	Сухувате (прийнятне)	Нижче середнього
3	Неприємний (прийнятний)	Трохи неприємний, сторонній (прийнятний)	Трохи неприємний (прийнятний)	Трохи жорстке, (прийнятна)	Трохи сухе, (прийнятне)	Низька (прийнятний)
2	Неприємний, поганий (неприйнятний)	Поганий, сторонній (неприйнятний)	Поганий, неприємний (неприйнятний)	Жорстке, (неприйнятна)	Сухе (неприйнятне)	Погана (неприйнятний)
1	Дуже неприємний, дуже поганий (абсолютно неприйнятний)	Дуже неприємний, сторонній (абсолютно неприйнятний)	Дуже поганий, дуже неприємний (абсолютно неприйнятний)	Дуже жорстке, (абсолютно неприйнятний))	Дуже сухе (абсолютно неприйнятний)	Дуже погана (абсолютно неприйнятний)

Таблиця 2.2 – Оцінка якості бульйону за 9-ти бальною шкалою.

Оцінка в балах	Зовнішній вигляд, колір	Аромат	Смак	Наваристість	Загальна оцінка якості
Позитивні показники якості бульйону					
9	Дуже приємний	Дуже приємний та сильний	Дуже смачний	Дуже наваристий	Відмінна
8	Дуже гарний	Приємний та сильний	Смачний	Наваристий	Дуже гарне
7	Гарний	Приємний, але недостатньо сильний	Достатньо смачний	Достатньо наваристий	Гарне
6	Недостатньо гарний	Не досить ароматний	Недостатньо смачний	Недостатньо наваристий	Вище середнього
5	Середній (задовільний)	Середній (задовільний)	Середній (задовільний)	Середня (задовільна)	Середня (задовільна)
Негативні показники якості бульйону					
4	Трохи неприємний (прийнятний)	Без аромату (прийнятний)	Несмачний (прийнятний)	Слабо наваристий (прийнятний)	Нижче середня
3	Неприємний	Трохи неприємний, дуже слабкий сторонній (прийнятний)	Трохи неприємний (прийнятний)	Ненаваристий (прийнятний)	Погана (прийнятний)
2	Неприємний, поганий (неприйнятний)	Поганий, сторонній (неприйнятний)	Поганий, неприємний (неприйнятний)	Водянистий (неприйнятний)	Погана (неприйнятний)
1	Дуже неприємний, дуже поганий (абсолютно неприйнятний)	Дуже поганий, сильний сторонній (абсолютно неприйнятний)	Дуже поганий (абсолютно неприйнятний)	Як вода (абсолютно неприйнятний)	Дуже погана (абсолютно неприйнятний)

Фізико-хімічні показники якості м'яса:

1) *активна кислотність м'яса* (рН) – визначають потенціометричним методом (величина 5,6–6,5);

Методика визначення. Величину рН м'яса визначають у водному фільтрат-екстракті з м'язової тканини, приготовленому у співвідношенні 1:10. Для цього 10 г м'ясного фаршу (без жиру і сухожилків) поміщають в хімічний стакан і заливають 100 мл щойно приготовленої дистильованої води. Настоюють протягом 30 хв, періодично помішуючи. Після відстоювання фільтрують через паперовий фільтр. Кислотність одержаного екстракту визначають за допомогою рН-метра ЛПУ-01 або індикаторного паперу.

Є ще один метод (індикаторний) визначення рН м'яса.

Методика визначення. Смужку індикаторного папірця змочити дистильованою водою, затиснути на 15 хв в розрізі м'яса і потім порівняти з кольоровою шкалою, яка є в наборі. Тотожність забарвлення смужки індикаторного папірця з однією із смуг кольорової шкали вказує на величину рН досліджуваного м'яса.

Точність потенціометричного методу знаходиться в межах 0,01–0,02, індикаторного – 0,5.

2) *інтенсивність забарвлення м'яса* – визначають переважно спектральним методом (величина 240–270 од. екстикції $\times$ 1000). *Загальну кількість фарбуючого пігменту м'язової тканини* – визначають екстракційним методом Хорнсі.

Методика визначення. М'ясо розрізають на шматочки завтовшки 4–5 мм перпендикулярно до напрямку м'язових волокон. Із нарізаних шматочків вигостреним пробником вирізують зразки. Діаметр пробника має дорівнювати діаметру кювети (48 мм для спектрофотометра СФ-10). Вирізані зразки поміщають в чашки Петрі, закривають і витримують у темряві не менше 10 хв. Нетривала витримка зразків на повітрі потрібна для перетворення міоглобіну в оксиміоглобін, а гемоглобіну – в оксигемоглобін. Підготовлені зразки придатні для дослідження упродовж 4 годин.

Для визначення інтенсивності забарвлення з кожного зразка м'яса роблять 4–5 зрізів, щоб у подальшому визначити середнє арифметичне. Потім зразки обережно, не торкаючись поверхні, переносять в металеві кювети для вимірювання.

Для зняття спектральних кривих, що характеризують інтенсивності забарвлення досліджуваного зразка, вимірювання проводять в широкій області спектру через 2–3 нм у ділянках, де спостерігаються характерні зміни спектральної кривої, і через 5–10 нм в менш характерних ділянках. Для визначення інтенсивності

забарвлення вимірювання проводять за однієї, двох або трьох довжин хвиль (наприклад, інтенсивність забарвлення яловичого м'яса визначають за довжини хвиль 545, 582 і 650 нм).

Коефіцієнт відбиття обчислюють через ділення числа, отриманого за виміру досліджуваного зразка, на число, отримане за виміру еталону для однієї й тієї ж довжини хвилі і в одних і тих же умовах. Знаючи коефіцієнт відбиття еталону, вводять поправку. Наприклад, якщо коефіцієнт відбиття еталону дорівнює 0,85, то поправка становитиме 1,176 (1 : 0,85).

Коефіцієнти відбиття, виражені у відсотках, переводять в оптичну щільність за формулою:

$$D = \log \frac{100}{p}, \quad (2.6)$$

де D – оптична щільність; p – коефіцієнт відбиття.

Результати виражають в оптичній щільності за довжини хвилі 545 нм (D_{545}) і за довжини хвилі 582 нм (D_{582}), а також у вигляді відношення:

$$\frac{D_{545}}{D_{650}} \text{ та } \frac{D_{585}}{D_{650}} \quad (2.7)$$

Відомий ще один метод (екстракції) визначення інтенсивності забарвлення м'язової тканини – за Февсоном і Кірсаммером (модифікація метода Хорнсі), який заснований на можливості екстракції пігменту із м'яса за допомогою ацетоново-кислотного розчинника і наступного визначення його на приладі КФК-2 (ФЕК-56М).

Методика визначення. Подрібнений зразок м'язової тканини масою 7,5 г змішують з рівною кількістю дистильованої води і заливають 38,5 мл суміші, що складається з 100 мл ацетону та 2,5 мл концентрованої соляної кислоти. Екстрагують упродовж 1 год за мінімального надходження повітря. Потім забарвлений екстракт двічі фільтрують та вимірюють оптичну щільність на приладі ФЕК із застосуванням зеленого світлофільтра (товщина кювети 10 мм). Контролем є чиста суміш ацетону і соляної кислоти в указаній вище пропорції. За одиницю вимірювання прийнята величина оптичної щільності, яку для зручності використання множать на 1000.

3) *ніжність м'яса* (с) – виражається у швидкості перерізу площі м'язового пучка волокон за певний час (величина 8–9 с).

Для оцінки ніжності м'яса застосовують фізичні (інструментальні) і хімічні методи. З фізичних методів оцінки ніжності м'яса найбільше поширення отримали прилади, засновані на визначенні зусилля різання (зрізу). До приладів для визначення ніжності м'яса, що працюють за

принципом різання можна віднести: пристрій Максакова-Олейнікова, пристрій Леймана, пристрій Вернера-Братцлера, пристрій Крамера, пристрій ПМ-3, пристрій Фоміна і Большакова та ін.

Наявний також метод визначення ніжності м'яса, за допомогою витрат електроенергії, що витрачається на подрібнення зразка. Для цього застосовують електром'ясорубку і в процесі подрібнення нею зразка м'яса реєструють витрати енергії за показниками амперметра.

Методика визначення. Електром'ясорубку включають в електромережу через стабілізатор для підтримки постійної напруги. Напругу контролюють вольтметром. До м'ясорубки підключають самописний прилад, який записує зусилля, витрачені на подрібнення м'яса. Його включають в електромережу самостійно за сили електричного струму 5 а. Швидкість руху стрічки самописного приладу встановлюють на 3600 мм/год.

Для кожного визначення використовують м'ясо після видалення з його поверхні видимих нашарувань жиру і сполучної тканини. М'ясо варять цілим шматком (150–200 г) на киплячій водяній бані в склянці, закритій поліетиленовою плівкою. Тривалість варіння 1,5 години.

Після закінчення варіння, м'ясо злегка обсушують фільтрувальним папером і охолоджують до кімнатної температури. Перед виміром ніжності охолоде м'ясо подрібнюють ножом (розміри шматочків 2×2 або 3×3 мм).

Зважують 100 г подрібненого м'яса і пропускають його через електром'ясорубку впродовж певного часу (30 с). Зусилля, витрачене на подрібнення м'яса, записують у вигляді кривої на стрічці самописного приладу (необхідно забезпечити безперервне і рівномірне надходження шматочків м'яса на шнек м'ясорубки). М'ясо, що пройшло через ґрати м'ясорубки впродовж 30 с, зважують, площу під кривою заміряють планіметром і розраховують зусилля, витрачене на подрібнення зразка. Для кожного зразка виконують не менше 3 паралельних визначень.

На стрічці самописного приладу по осі абсцис відкладається час в секундах. За швидкості руху стрічки 3600 мм за годину кожне ділення відповідатиме 10 с. По осі ординат відкладається сила струму в амперах (за установки ручки аретира на 5 а кожне ділення дорівнює 0,2 а).

Отже, на стрічці самописного приладу, що застосовували, площа в 1 см² відповідає 5 а/с. Зусилля, витрачені на подрібнення зразка, розраховують за формулою:

$$X = \frac{S \times V}{m \times t}, \quad (2.8)$$

де X – зусилля (потужність), витрачені на подрібнення зразка, Вт/г; S – площа під кривою, см^2 , помножена на 5 а/с; V – напруга струму в електромережі, В; m – наважка м'яса, що пройшла через ґрати м'ясорубки, г; t – час, упродовж якого пропускається наважка м'яса через м'ясорубку.

Визначити ніжність м'яса можна також *методом пресування* (величина 23–32 $\text{см}^2/\text{г}$ загального нітрогену).

Методика визначення. Застосовують метод пресування одночасно з визначенням вільної і зв'язаної води. Наважку подрібненого м'яса (фаршу) 0,3 г поміщають між паралельними пластинами із плексигласу (розмір 11×11×0,5 см) на знезолений середньої щільності паперовий фільтр із білою або синьою смужкою на упаковці. Зверху ставлять вантаж (гирю) масою 1 кг на 10 хв.

Утворений тонкий шар м'яса під тиском вантажу 1 кг має тим більший розмір (площу), чим ніжніша тканина і навпаки. Отже, площа відпресованого м'яса, характеризує ніжність досліджуваного зразка.

Показник ніжності м'яса розраховують за формулою:

$$H = \frac{S_m \times 100}{0,3 \times N}, \quad (2.9)$$

де H – ніжність м'яса, $\text{см}^2/\text{г}$; S_m – площа м'ясної плями, см^2 ; N – вміст загального нітрогену в м'ясі, визначеного за хімічного аналізу, %; 0,3 – наважка м'яса, г.

Примітка. Ніжність м'яса в межах однієї туші різна. М'язи тварин, що працюють інтенсивно, менш ніжні, ніж м'язи, які за життя тварин мають менше навантаження. Ніжність м'яса зменшується зі збільшенням вмісту у туші пісного м'яса або зі скороченням м'ярумовості.

4) *вологоємність м'яса (гідратаційна здатність)* – величина 59–66 %. Вологоутримувальна здатність м'яса залежить від наявності у ньому вільної та зв'язаної з білковою субстанцією води. Вологоутримувальну здатність м'яса виражають вмістом зв'язаної води у відсотках до маси м'яса або до загального вмісту вологи. Встановлюють вміст зв'язаної вологи зазвичай методом *пресування*, який заснований на визначенні кількості води, що виділяється із м'яса під дією легкого пресування і всмоктується у фільтрувальний папір, утворюючи вологу пляму. Розмір площі вологої плями залежить від здатності м'яса зв'язувати воду. Чим краща вологоутримувальна здатність, тим менша буде волога пляма. М'ясо з низькою вологоутримувальною здатністю несмачне, без аромату і сухе.

Методика визначення. Фільтрувальний папір діаметром 9–11 см кладуть на плексигласову пластинку або скло розміром 11×11 см.

Знезолені фільтри попередньо витримують протягом 3 діб в ексікаторі над насиченим розчином хлориду кальцію для досягнення масової частки вологи 8–9 %. На торсійних вагах зважують 300 мг подрібненої м'язової тканини і переносять на фільтрувальний папір, розміщений на плексигласовій пластинці. Зверху кладуть пластинку такого ж розміру і на неї ставлять вагу 1 кг на 10 хв. Після цього вагу знімають, вивільняють фільтрувальний папір від нижньої пластини і олівцем на фільтрі обмальовують контур спресованого м'яса. Зовнішній контур плями проявляється під час висихання фільтрувального паперу на повітрі.

За допомогою планіметра визначають площу (в см^2) плям, які утворилися під спресованим м'ясом і виділеною вологою, всмоктаючу фільтрувальним папером. Якщо планіметр відсутній, то площу плям розраховують за формулою площі круга:

$$S = \pi R^2 \text{ або } S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (2.10)$$

де π – математична константа (3,14); R – середній радіус круга, см; d – середній діаметр круга, см.

Площу вологої плями визначають за різницею між загальною площею плями і зайнятою м'ясом. Експериментально встановлено, що 1 см^2 площі вологої плями фільтра адсорбує 8,4 мг води. Вміст зв'язаної води (%) у м'ясі розраховують за формулами:

$$X = \frac{(A - 8,4 \times B) \times 100}{M}, \quad (2.11)$$

$$\text{або } X_1 = \frac{(A - 8,4 \times B) \times 100}{A}, \quad (2.12)$$

де X – вміст зв'язаної вологи до маси м'яса, %; X_1 – вміст зв'язаної вологи до загального вмісту вологи, %; A – вміст вологи у наважці, мг; B – площа вологої плями, см^2 ; M – наважка м'яса, мг.

Для кожного зразка виконують не менше 3 паралельних визначень.

Наявний ще один метод визначення вологоємності м'яса – *метод центрифугування*. Він заснований на виділенні рідкої фракції під дією відцентрової сили з досліджуваного зразка м'яса, що знаходиться у фіксованому положенні. Метод умовний.

Методика визначення. Зразки м'яса масою близько 4 г поміщають в поліетиленову пробірку з перфорованим вкладишем, укріпленим так, щоб був забезпечений необхідний проміжок для стікання рідини. Проби центрифугують 20 хв за 100 с^{-1} . Після центрифугування проби зважують. До маси проби після центрифугування додають масу

речовин, що містяться у відокремленій центрифугуванням рідині. Масу речовин, що містяться у відокремленій центрифугуванням рідині, визначають висушуванням за температури 105 °С до постійної маси. Для розрахунку кількості зв'язаної води необхідно мати дані про загальний вміст води в м'ясі. Масову частку зв'язаної води (%) розраховують за формулою:

$$X = \frac{(m_1 + m_3 - m_2) \times 100}{m_0}, \quad (2.13)$$

де m_1 – маса наважки після центрифугування, г; m_3 – маса сухого залишку рідини, що виділилася, г; m_2 – маса сухого залишку в наважці, г; m_0 – маса наважки до центрифугування, г.

Для кожного зразка виконують не менше 3 паралельних визначень.

5) *уварювання м'яса (%)* – втрати м'ясного соку за теплової обробки (величина 33–37 %).

Методика визначення. Беруть наважку 150 г найдовшого м'яза спини на рівні дев'ятого ребра через 3 години після забою тварини. Кладуть його в емальований посуд, який заповнений 2 л дистильованої холодної води, після закипання води його варять 1,5 год за температури 100 °С. За температури 20 °С охолоджують 1 годину і зважують. Визначають втрати у відсотках.



Рис. 2.3. Мармуровість м'яса.

6) *мармуровість м'яса* – ідентифікаційна ознака м'яса, що характеризується наявністю дрібних жирових вкраплень, тонких прошарків жиру між м'язовими волокнами, що нагадують малюнок мармуру і добре видимі на поперековому розрізі (“м'язовому вічку”) продовгуватого м'яза спини (*m. Longissimus dorsi*) (рис. 2.3).

Мармуровість оцінюють візуально в “м'язовому вічку”, який видно між 12-м та 13-м ребрами. Мармуровість сприяє ніжності м'яса і також асоціюється зі смаковими характеристиками, соковитістю та ароматом. Чим вище мармуровість, тим більше прошарків жиру в цьому м'язі, тим більш соковитим буде стейк.

Мармуровість яловичини визначають як візуально (за використання фотошкел), так і за результатами хімічного аналізу

м'язової тканини. Системи класифікації мармуровості яловичини засновані на візуальному її оцінюванні добре підготовленими експертами.

Є декілька систем класифікації мармуровості яловичини – американська (USDA), австралійська (MSA і AUS-MEAT) та японська (JMGA).

Система USDA ґрунтується на 6-бальній шкалі (від 0 до 6) у порядку збільшення вмісту мармуровості (%): легка (сліди 2,76); невелика (3,83); помірна (6,04); середня (6,72); злегка надлишкова (7,25); помірно надлишкова (10,13). Відсоток мармуровості визначають як середню величину трьох вимірювань, а краще середнє число п'яти вимірювань, щоб збільшити точність.

Згідно зі стандартом MSA, мармуровість яловичини оцінюють за шкалою від 100 (відсутність внутрішньом'язового жиру) до 1190 (максимальна кількість внутрішньом'язового жиру) з кроком 10.

Стандарт AUS-MEAT використовує шкалу від 0 (відсутність внутрішньом'язового жиру) до 9 (максимальна кількість внутрішньом'язового жиру) з кроком 1. Мармуровість м'яса за цим стандартом поділяють на категорії: найменша MB-1, найбільша MB-9 (скорочення від англ. marbling – мармуровість), які безпосередньо залежать від кількості жирових краплень в м'язовій тканині тварин.

AUS-MEAT and MSA Marbling Reference Standards

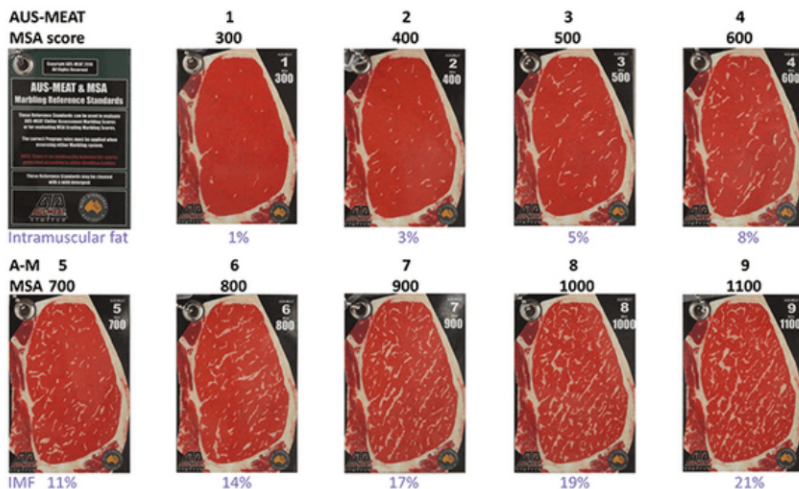


Рис. 2.4. Австралійська шкала оцінювання мармуровості м'язової тканини.

На рисунку 2.4 представлені 9 категорій мармуровості м'яса в порядку зростання, починаючи від 1 (найнижча міра якості) і закінчуючи 9 (найвища міра якості).

Японська система є найбільш детальною. Згідно зі стандартом JMGA, мармуровість яловичини поділяють на 12 категорій за ступенем вмісту жиру в продовгуватому м'язі спини на основі стандартних зображень (рис. 2.5).

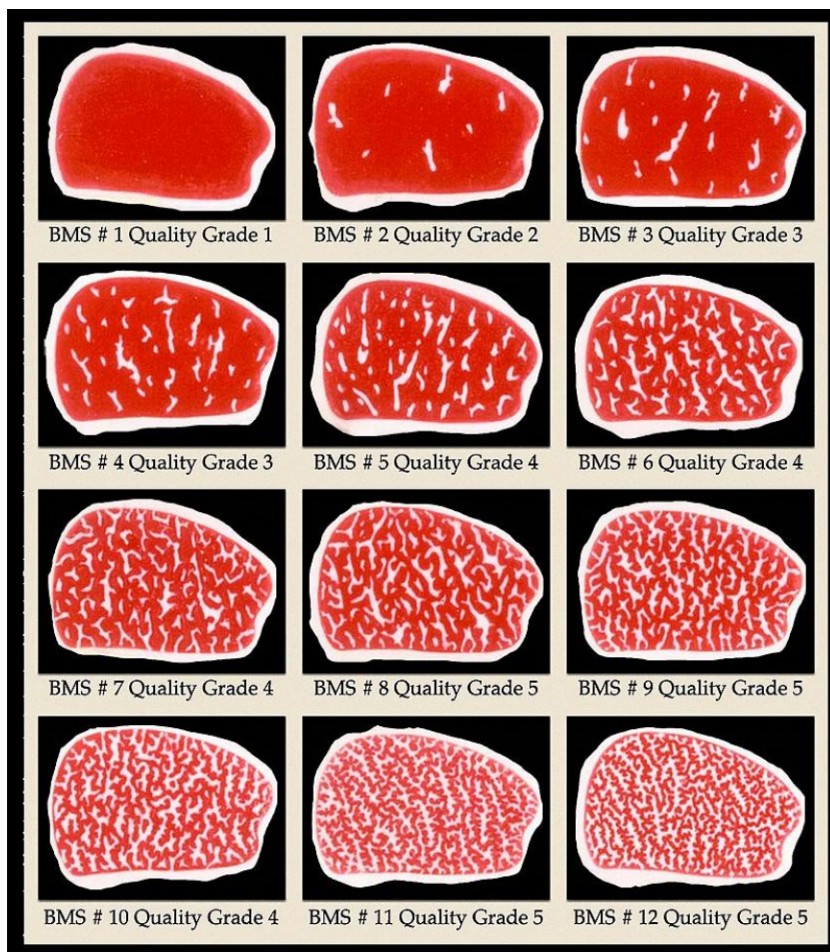


Рис. 2.5. Японська шкала оцінювання мармуровості м'язової тканини.

Водночас наявний спосіб визначення ступеня мармуровості м'яса (патент UA 107599, 2016), що передбачає підготовку зразка, його сканування з наступною комп'ютерною обробкою чорно-білого зображення, яка полягає у виділенні ділянок всередині зразка певної площі, на яких проводять визначення коефіцієнта мармуровості, як відношення загальної площі світлих включень у пікселях до загальної площі виділеної ділянки також у пікселях, яке множать на 100 %.

Також є розрахунковий метод визначення мармуровості м'яса. Проте, він дає приблизні результати. Мармуровість м'яса встановлюють за відношенням жиру до білкового нітрогену, помноженого на коефіцієнт 10.

$$M = \frac{Ж}{N_6} \times 10, \quad (2.5)$$

де М – мармуровість м'яса; Ж – вміст жиру у м'ясі, %; N₆ – вміст білкового нітрогену у м'ясі, %.

Хімічні показники якості м'яса.

Під час анатомічного розбирання та обвалення туш здійснюють відбір проб м'яса для проведення його хімічного аналізу. Найбільш зручним для дослідження якості м'яса є продовгуватий м'яз спини, звільнений від поверхневого жиру і сполучнотканинних оболонок. Зразки відбирають завжди з однієї і тієї ж ділянки м'яза (між 11–13 ребрами) однієї і тієї ж половини туші після 48-годинного її охолодження за температури 4 °С. Якщо немає можливості відразу провести всі дослідження, м'ясо слід помістити в холодильну шафу з більш низькою температурою – 3–5 °С, щоб воно не псувалося. Відібраний м'яз подрібнюють на побутовій м'ясорубці з решіткою 3 мм і для дослідження відбирають методом квартування середню пробу фаршу в кількості 400 г.

Середні проби внутрішнього жиру-сирцю відбирають безпосередньо після забою тварин, підшкірного жиру-сирцю – перед обвалюванням в ділянці маклока, переднього ребра та лопатки, а міжм'язового – в процесі обвалювання і жилювання.

Під час хімічного аналізу м'яса визначають такі показники:

1) *масова частка загальної вологості (%)* – за допомогою висушування наважки до постійної маси у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси (згідно з ДСТУ ISO 1442: 2005). В яловичині вміст води становить 65–70 %;

2) *масова частка нітрогену та білка (%)* – методом К'ельдаля (згідно з ДСТУ ISO 937: 2005). В яловичині вміст білка становить 15–21 %;

3) *масова частка жиру (%)* – екстрагуванням етиловим спиртом в апараті Сокслета (згідно з ДСТУ ІСО 1443: 2005). В яловичині вміст жиру становить 12–16 %. У м'ясі хорошої якості співвідношення між білком і жиром має бути в межах від 1:1 до 1:0,6;

4) *масова частка золи (%)* – за допомогою озолення наважки у муфельній печі за температури 525–550 °С (згідно з ДСТУ ІСО 936: 2008). В яловичині вміст мінеральних елементів становить 0,9–1,4 %;

5) *калорійність (харчова або енергетична цінність) м'яса* (ккал або кДж) – розрахунковим методом за формулою:

$$X = [C - (Ж + 3)] \times 4,0 + (Ж \times 9,0), \quad (2.14)$$

де X – калорійність 100 г м'яса природної вологості, ккал; C – вміст сухої речовини у м'ясі, %; $Ж$ – вміст жиру у м'ясі, %; 3 – вміст золи у м'ясі, %.

Калорійність 100 г яловичини становить 115–280 ккал (650–1150 кДж). Для отримання енергетичної цінності в одиницях системи СІ, тобто в кілоджоулях, використовують коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,184 кДж.

6) *нетоксичність та відносна біологічна цінність м'яса* – мікрометодом з використанням тест-організму інфузорії Тетрахімена піриформіс, штам WH₁₄.

7) *білковий якісний показник (БЯП)* – розрахунковим методом за відношенням триптофану (мг/%) до оксипроліну (мг/%). Для яловичини БЯП становить 5,5–6,0 од.

За товарно-технологічними властивостями туш і м'яса молодняку ВРХ розраховують деякі коефіцієнти:

$$1) \text{ коефіцієнт якості яловичини } = \frac{(T - X) \times B}{B}, \quad (2.15)$$

де T – маса охолодженої туші, кг; X – маса внутрішнього жиру, кг; B – білково-якісний показник; B – вік забою тварини (діб);

$$2) \text{ соковитість м'яса } = \frac{\text{вміст жиру}}{\text{вміст загальної вологи}} \times 100 \quad (2.16)$$

Для помірно мрамурового м'яса цей показник становить 20–25 %. Показник 34–35 % вказує на надмірну жирність м'яса;

$$3) \text{ коефіцієнт скоростиглості } = \frac{\text{вміст сухої речовини}}{\text{вміст загальної вологи}} \quad (2.17)$$

Показник 0,42–0,47 вважається високим;

$$4) \text{ кулінарно-технологічний коефіцієнт } = \frac{\text{вологоемність}}{\text{уварювання}} \quad (2.18)$$

Показник коливається в межах 1,6–2,4.

Вивчення впливу різних чинників на м'ясну продуктивність худоби

Вплив різних чинників на м'ясну продуктивність худоби вивчають за наступною схемою.

1. Порівнюють абсолютні величини показників, що характеризують м'ясну продуктивність худоби; встановлюють, на які показники, чинник що вивчають, справив найбільший вплив, з якого віку і як довго (до якого віку спостерігається його вплив).

2. Порівнюють вікову динаміку показників, що вивчають. Визначають інтенсивність росту (абсолютну та відносну швидкість росту, коефіцієнт росту в окремі вікові періоди). Роблять висновок про скоростиглість тварин, враховуючи їх живу масу, морфологічний склад туш і хімічний склад м'яса.

3. За величиною промірів та індексів встановлюють, як змінюється тип тілобудови худоби і як зв'язані відповідні зміни з м'ясною продуктивністю.

4. За вивчення морфологічного складу туш і хімічного складу м'яса визначають: масу і вихід найбільш цінних тканин і відрубів, а також вміст найбільш цінних поживних речовин м'яса; співвідношення їстівних і неїстівних частин туш; білка і жиру в м'ясі; повноцінність білків м'яса; якість жиру (внутрішній, міжм'язовий).

5. За аналізу різних варіантів схрещування виявляють краще поєднування порід, ступінь впливу бугаїв м'ясних порід на м'ясну продуктивність помісей, отриманих за схрещування цих бугаїв з коровами молочних і молочно-м'ясних порід.

6. За аналізу впливу годівлі (рівень, тип, склад раціону) додатково за розвитком внутрішніх органів і перетравності поживних речовин встановлюють ступінь підготовленості тварин до споживання тих чи інших кормів (раціонів).

7. Оцінюють економічну ефективність вирощування і відгодівлі молодняку ВРХ за натуральними та вартісними показниками.

ТЕМА 3

ПОКАЗНИКИ РОСТУ І РОЗВИТКУ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень на комплексах з промисловою технологією вирощування ремонтного молодняку ВРХ. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Технологічний процес вирощування ремонтного молодняку ВРХ складається з п'яти пов'язаних між собою етапів відповідно до вікових періодів росту і розвитку:

- від народження до 15–20-добового віку (профілакторний період);
- від 15–20-добового до 4–6-місячного віку (молочний період);
- від 4–6 – до 15-місячного віку (період інтенсивного росту і розвитку);
- від 15- до 18-місячного віку (період відтворення);
- від 18- до 27-місячного віку (телиці першої та нетелі другої половини тільності – період формування майбутньої корови).

Під час проведення наукових досліджень на *ремонтному молодняку ВРХ* враховують наступні показники:

- 1) *жива маса молодняку* – індивідуальним зважуванням (бажано на електронних вагах) на початку та наприкінці облікового періоду;
- 2) *збереженість молодняку* – це відношення кількості молодняку наприкінці контрольного періоду до кількості молодняку на початку контрольного періоду, виражене у відсотках. Наприклад, збереженість молодняку впродовж молочного періоду або збереженість молодняку від народження до 6-місячного віку або збереженість молодняку від народження до першого осіменіння тощо;
- 3) *витрати корму на одну голову* – груповим методом упродовж періоду вирощування, корм. од.;
- 4) *витрати корму на одиницю продукції (1 кг приросту живої маси)* – розрахунковим методом, корм. од./кг;
- 5) *вік телиць за першого осіменіння*, діб.

Крім того, для аналізу характеристики росту молодняку ВРХ використовують похідні величини, такі як *абсолютний, відносний та середньодобовий прирости*, котрі розраховують за формулами відповідно 2.1, 2.2 та 2.3, наведеними в темі 2.

Для більш точної і об'єктивної оцінки ефективності вирощування ремонтного молодняку, вивчають зміну росту та розвитку тварин за

періодами вирощування. Розвиток тварин оцінюють за зовнішніми формами будови тіла, тобто за *екстер'єром*.

Основними методами оцінки екстер'єру великої рогатої худоби є:

- 1) загальна оцірна оцінка з описанням статей тіла тварини;
- 2) бальна оцінка (за 100-бальною шкалою, є офіційною оцінкою типу будови тіла молочних і молочно-м'ясних порід великої рогатої худоби в Україні);
- 3) лінійна оцінка будови тіла на основі порівняння особин з будовою тіла модельної тварини;
- 4) взяття промірів і розрахунок індексів будови тіла;
- 5) побудова графіка екстер'єрного профілю;
- 6) фотографування.

Основні проміри тіла ВРХ

Для більш об'єктивної оцінки окремих статей тварини проводять їх вимірювання за допомогою спеціальних інструментів: *мірної палиці (палиця Лідтина), мірного циркуля і мірної стрічки*. Вимірюють проміри тварин – з точністю до 1 см.

Найбільш інформативними промірами для оцінки екстер'єру тварин вважають наступні:

1. Висота в холці.
2. Висота в крижах.
3. Глибина грудей.
4. Ширина грудей за лопатками.
5. Ширина заду в клубках.
6. Ширина заду в сідничних горбах.
7. Ширина заду (найбільша) в тазокульшових зчленуваннях.
8. Коса довжина тулуба.
9. Обхват грудей за лопатками.
10. Обхват п'ястка.

Для більш повної характеристики величини тварини і будови її тіла можуть вимірювати більше десяти основних промірів.

До Державної книги племінних тварин для великої рогатої худоби записують п'ять промірів: висоту в холці, глибину грудей, навскісну довжину тулуба, обхват грудей і обхват п'ястка.

Основні індекси тілобудови

Абсолютні величини промірів тіла тварини не дають уявлення про пропорційність її розвитку. Для порівняння тварин різних типів тілобудови, відносного розвитку тієї чи іншої особини, обчислюють індекси тілобудови, тобто відношення одного проміру до іншого, виражене у відсотках. Індекси будови тіла у тварин різних продуктивних типів відрізняються. Ці індекси дозволяють вивчати і

порівнювати між собою типи тілобудови як окремих тварин, так і різних порід, ліній, родин. За допомогою індексів можна встановити гармонійність будови тіла, ступінь вираженості бажаного напрямку продуктивності і статевого диморфізму, а також особливості росту тварин в окремі періоди життя.

Індекси будови тіла тварин визначають розрахунковим методом.

$$\text{Довгоногості} = \frac{\text{висота в холці} - \text{глибина грудей}}{\text{висота в холці}} \times 100 \%. \quad (3.1)$$

$$\text{Розтягнутості (формату)} = \frac{\text{коса довжина тулуба}}{\text{висота в холці}} \times 100 \%. \quad (3.2)$$

$$\text{Тазогрудний} = \frac{\text{ширина грудей}}{\text{ширина заду у клубях}} \times 100 \%. \quad (3.3)$$

$$\text{Грудний} = \frac{\text{ширина грудей}}{\text{глибина грудей}} \times 100 \%. \quad (3.4)$$

$$\text{Збитості (компактності)} = \frac{\text{обхват грудей}}{\text{коса довжина тулуба}} \times 100 \%. \quad (3.5)$$

$$\text{Перерослості} = \frac{\text{висота в крижах}}{\text{висота в холці}} \times 100 \%. \quad (3.6)$$

$$\text{Костистості} = \frac{\text{обхват п'ястка}}{\text{висота в холці}} \times 100 \%. \quad (3.7)$$

$$\text{Масивності} = \frac{\text{обхват грудей}}{\text{висота в холці}} \times 100 \%. \quad (3.8)$$

$$\text{Великоголовості} = \frac{\text{довжина голови}}{\text{висота в холці}} \times 100 \%. \quad (3.9)$$

$$\text{Шилозадості} = \frac{\text{ширина у сідничних горбах}}{\text{ширина у клубях}} \times 100 \%. \quad (3.10)$$

1. *Індекс довгоногості* показує відносний розвиток кінцівок у висоту. У порід молочного напрямку він більший, ніж у м'ясного, з віком знижується. Цей індекс використовують для характеристики типу конституції тварин (ніжний - грубий) та ступеня недорозвиненості.

2. *Індекс розтягнутості (формату)* характеризує гармонійність формування будови тіла тварини. Для цього оцінюють відносну довжину тварини порівняно з висотою в холці. Тварини м'ясних порід більш розтягнуті порівняно з молочними. З віком цей індекс збільшується.

3. *Тазогрудний індекс* характеризує відносний розвиток передньої третини порівняно із задньою. У сименталів цей індекс має найбільшу величину, що обумовлено менш вираженим статевим диморфізмом в межах породи. З віком зменшується, оскільки ширина в клубях збільшується довший час, ніж ширина грудей за лопатками.

4. *Грудний індекс*, зазвичай, більший у заводських (культурних) порід, ніж у примітивних. Він також більший у порід м'ясного напрямку продуктивності, ніж у молочного. З віком змінюється незначно.

5. *Індекс збитості (компактності)* є показником масивності тварин. Найбільша величина індексу у м'ясних порід (132), менша (121) – у м'ясо-молочних і найменша (118) – у молочних. З віком змінюється незначно.

6. *Індекс перерослості* показує відносний розвиток крижів у висоту порівняно з висотою в холці. Його значення вище у молодих тварин. За несприятливих умов вирощування після народження цей індекс може мати високе значення і в дорослій худобі.

7. *Індекс костистості* характеризує відносний розвиток скелету. Низьке значення цього індексу свідчить про тонкість скелету і про нижній тип конституції, високе значення індексу костистості є ознакою грубого типу конституції. У м'ясної худоби індекс костистості вищий порівняно із молочною худобою. З віком він збільшується.

8. *Індекс масивності* вказує на відносний розвиток тулуба і свідчить про силу тварини. Інденси масивності з віком збільшуються.

9. *Індекс великоголовості* вказує на відносний розвиток голови в довжину. У худоби молочного напрямку продуктивності голова, здебільшого, довша (45 %), у м'ясо-молочного – дещо коротша (37 %), у м'ясного – найкоротша (35 %). З віком він збільшується, особливо в перший рік життя.

10. *Індекс шилозадості* в абсолютних величинах вищий у заводських порід (до 69 %), нижчий – у примітивних. З віком він зменшується, оскільки ширина у клубах збільшується (росте) довше, ніж ширина в сідничних горбах.

У деяких наукових дослідженнях можуть визначати додаткові показники, наприклад:

$$\text{середня ширина тіла} = \frac{\text{ширина грудей} + \text{ширина заду найбільша}}{2}. \quad (3.11)$$

$$\text{середня висота тіла} = \frac{\text{висота у холці} + \text{висота крупа}}{2}. \quad (3.12)$$

$$\text{об'єм тіла} = \frac{\text{ширина грудей} \times \text{глибина грудей} \times \text{коса довжина тулуба}}{100000}. \quad (3.13)$$

Для вивчення закономірностей росту молодняку ВРХ використовують наступні показники:

1) *інтенсивність формування живої маси тварин* (за методикою Ю.К. Свечина):

$$\Delta K = \frac{W_1 - W_0}{(W_1 + W_0) \times 0,5} - \frac{W_2 - W_{11}}{(W_2 + W_{11}) \times 0,5}, \quad (3.14)$$

де ΔK – інтенсивність формування живої маси тварин, %; W_0 – жива маса тварин на початку першого періоду, кг; W_1 – жива маса тварин наприкінці першого періоду, кг; W_{11} – жива маса тварин на початку другого періоду, кг; W_2 – жива маса тварин наприкінці другого періоду, кг;

2) *індекс напруги росту тварин* (за методикою В.П. Коваленка):

$$I_n = \frac{\Delta K}{B} \times C. \quad (3.15)$$

3) *індекс рівномірності росту тварин* (за методикою В.П. Коваленка)

$$I_p = \frac{1}{1 + \Delta K} \times C. \quad (3.16)$$

де I_n – індекс напруги росту тварин; I_p – індекс рівномірності росту тварин; ΔK – інтенсивність формування живої маси тварин; C – середньодобовий приріст, кг; B – відносний приріст, %.

ТЕМА 4

ПОКАЗНИКИ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КОРІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень на дійних коровах. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під час проведення наукових досліджень на комплексах з промисловою технологією виробництва молока враховують *кількісні* та *якісні* показники молочної продуктивності корів.

До *кількісних* показників молочної продуктивності корів належать:

- 1) *надій за лактацію* (незалежно від її тривалості);
- 2) *надій за перші 305 дів лактації* (стандартизована тривалість);
- 3) *надій за календарний рік*;

4) *надій за все життя* (пожиттєва продуктивність – це загальна продуктивність тварини, яку розраховують від першого отелення до закінчення останнього контрольного року);

- 5) *вищий добовий надій*.

Є два методи обліку індивідуальної молочної продуктивності корів:

1) *щоденний*. Цей метод використовують за наукових досліджень, а також за роздоювання корів до рекордних надоїв. Він дає найбільш достовірну інформацію про рівень індивідуальної продуктивності корів, оскільки враховує кількість молока після кожного доїння і на підставі отриманих даних дозволяє визначити добовий надій. Потім підсумовуванням добових надоїв отримують надій за місяць, за повну лактацію і за все життя;

2) *метод контрольних доїнь*. Цей метод менш точний, оскільки облік проводять лише у встановлені дні контролю, не менше трьох разів на місяць. За триразового доїння перше контрольне доїння починають в обід, а за дворазового – увечері. Місячний надій молока визначають розрахунковим методом, при цьому добовий надій (в дні контрольних доїнь) за 1 і 2 декади множать на 10, а за третю – на 8, 9, 10 або 11 (залежно від кількості днів у місяці). Склавши надій за три декади, отримують надій за місяць. Звичайно, за коротших проміжків між контрольними днями показники продуктивності будуть точніші. Перше контрольне доїння проводять через 10–20 дів після отелення корів, останнє – за 20–10 дів до очікуваного запуску.

Кількість надоєного молока можна визначити за допомогою:

- а) ваг;

б) мірних відер (рис.4.1), молокомірів (рис.4.2) або інших вимірювальних приладів (рис.4.3);

в) стаціонарних електронних приладів, які автоматично вимірюють кількість молока (рис.4.4).

Кількість молока визначають в кілограмах з точністю до 0,1 кг. За використання мірних відер або молокомірів алюмінієвих кількість молока визначають з точністю до 0,1 л за шкалою без врахування піни.



Рис. 4.1. Мірне відро.



Рис. 4.2. Молокомір алюмінієвий.



Рис. 4.3. Лічильник молока DeLaval MM6.



Рис. 4.4. Лічильник молока SCR FFS30.

Кількість надосного молока від корів обліковується прийнятим в господарстві способом або у кілограмах чи літрах.

Для переведення молока в літри із кілограмів і навпаки користуються показником середньої густини молока ($1,03 \text{ г/см}^3$) або фактичною густиною, тобто в 1 л – 1,03 кг молока, а в 1 кг – 0,97 л молока. Якщо молоко обліковують у літрах, то для перерахунку в кілограми масу молока потрібно помножити на коефіцієнт 1,03, якщо в кілограмах – поділити на коефіцієнт 1,03.

Умовну молочну продуктивність корів можна визначити за вищим добовим надоем та за відрізком лактації. За вищим добовим надоем молочну продуктивність визначають з використанням коефіцієнта Вільсона (для корів молочних порід вищий добовий надій множать на 200, для молочно-м'ясних – на 180). За відрізком лактації визначають умовний надій первісток за 305 діб, для цього використовують такі коефіцієнти: за фактичного надою за 5 місяців – 1,6; за 6 місяців – 1,3; за 7 місяців – 1,2; за 8–9 місяців – 1,1.

Крім того, для переведення надоїв первісток до надоїв повновікових корів величину їх надою множать на коефіцієнт 1,33, величину надою корів другого отелення – на коефіцієнт 1,11.

Для характеристики і аналізу рівня молочної продуктивності корів та інтенсивності їх використання для виробництва молока використовують наступні показники:

1) *надій молока на 100 кг живої маси корови (коефіцієнт молочності):*

$$K_M = \frac{H \times 100}{M}, \quad (4.1)$$

де K_M – коефіцієнт молочності; H – надій молока за лактацію, кг; M – жива маса корови, кг.

2) *кількість молока, виробленого на 1 кормову одиницю або кількість кормових одиниць, витрачених на виробництво 1 кг молока;*

3) *кількість молока, виробленого на 100 га с.-г. угідь, ц;*

4) *середній надій молока на корову, кг.* Цей показник можна обчислити двома способами: як відношення валового надою до середньої чисельності корів або як відношення валового надою до середньофуражної чисельності дійних корів.

Валовий надій коров'ячого молока – це все фактично надоєне молоко від усіх корів молочного стада, ялових корів, корів на відгодівлі та нагулі, корів-первісток, які знаходяться у господарстві, включаючи надоєне молоко, яке було використане на випоювання телят, а також корів, переданих в оренду, однак не знятих з балансу. Молоко, висмоктане телятами за їх підсосного утримання, у валовий надій не включають.

Середнє поголів'я корів визначають кількома способами, залежно від характеристики даних про їх чисельність. Якщо є відомості про чисельність тварин за кожний день, то середнє поголів'я за певний період (місяць, квартал, рік) обчислюють як співвідношення загальної кількості фуражних днів за певний період до числа календарних днів у періоді, що вивчають. Фуражний день – це перебування у стаді однієї голови худоби протягом доби. Загальну кількість фуражних днів визначають як добуток кількості голів худоби та числа днів її перебування у стаді.

У разі відсутності обліку фуражних днів, середнє поголів'я корів за рік (період) можна розрахувати за формулою:

$$\text{СПК} = \frac{(\text{на } 1.01.+1.02.)+(1.02+1.03)+\dots(1.12+1.01)}{24}, \quad (4.2)$$

де СПК – середнє поголів'я корів за рік (період), гол; 1.01.–1.12. – чисельність поголів'я корів на початок кожного місяця; 24 – кількість дат (місяців) у періоді.

Основним плановим і звітним показником є *середньорічний надій молока від однієї корови молочного стада*. Цей показник можна обчислити двома способами – діленням валового надою молока від корів молочного стада за рік на середньорічне поголів'я корів молочного стада або на поголів'я корів молочного стада на початок року, незалежно від того, доїлися або ні корови на цю дату. До поголів'я корів молочного стада не включають корів, що знаходяться на відгодівлі, корів молочного стада, що виділені для групового підсосного вирощування телят.

Вміст жиру і білка (%) в молоці корів визначають не рідше одного разу на місяць, а за більш тривалий період – на основі середнього показника. *Середній вміст жиру (білка) в молоці корови за місяць (квартал, рік, лактацію)* розраховують за ділення суми однопроцентного молока (за вмістом жиру чи білка), врахованого за обчислювальний період на кількість натурального, надоєного за цей період. Щоб визначити кількість однопроцентного молока необхідно надої за кожний місяць (декаду) обчислювального періоду помножити на вміст жиру (білка) за кожний місяць (декаду) цього періоду.

Важливими показниками оцінки молочної продуктивності корів є *загальна кількість (кг) одержаного молочного жиру (білка)*.

Кількість молочного жиру/білка (кг) за 305 діб або скорочену закінчену лактацію обчислюють за сумою добутоків місячного надою (кг) на вміст жиру або білка в молоці (%), поділену на 100.

Середній вміст жиру/білка в молоці (%) за лактацію дорівнює кількості молочного жиру і молочного білка помножених на 100 і поділених на надій за 305 діб або скорочену закінчену лактацію.

Визначення показників, що характеризують *якість молока* проводять у лабораторіях з оцінки якості тваринницької продукції. З метою визначення якісних показників молока проводять відбір контрольної проби протягом доби від різних надойв пропорційно до кількості надоеного молока. Відбір контрольної проби молока здійснюють за допомогою точних вимірювальних приладів: градуйованої піпетки; дозованого шприца; вимірювального стакана.

Відбір проб молока проводять згідно з вимогами ДСТУ 4834:2007 і ДСТУ ISO 707:2002.

Якість молока оцінюють за низкою показників, які можна розділити на чотири групи: *органолептичні, хімічні, фізико-хімічні та санітарно-бактеріологічні.*

Органолептичні показники якості молока:

- 1) *зовнішній вигляд та консистенція* – згідно з ДСТУ 3662:2018;
- 2) *смак і запах* – згідно з ДСТУ 3662:2018;
- 3) *колір* – згідно з ДСТУ 3662:2018;

Хімічні показники якості молока:

1) *масова частка води* (величина 85,0–89,0 %) – згідно з ДСТУ 8552:2015;

2) *масова частка сухої речовини* (величина 11,0–15,0 %) – згідно з ДСТУ 8552:2015;

3) *масова частка білка* (величина 2,9–4,1 %) – згідно з ДСТУ ISO 8968-1:2005 або ДСТУ 8396:2015, у т.ч. *казеїну* (величина 2,4–3,2 %) – методом електрофорезу, *альбуміну* (величина 0,5–0,9 %), *глобуліну* (величина до 0,1 %);

4) *масова частка жиру* (величина 3,0–5,1 %) – згідно з ДСТУ ISO 1211:2002, або ДСТУ 8396:2015;

5) *масова частка лактози* (величина 4,5–5,0 %) – йодометричним або рефрактометричним чи ферментативним методами;

6) *масова частка золи* (величина 0,6–0,8 %) – за допомогою озолення наважки у муфельній печі за температури 400–450 °С.

Фізико-хімічні показники якості молока:

1) *густина* (величина 1027–1032 кг/м³) – згідно з ДСТУ 6082:2009;

2) *титрована кислотність* (величина 16–18 °Т) – згідно з ГОСТ 3624-92;

3) *активна кислотність* (величина рН 6,6–6,8) – згідно з ДСТУ 8550:2015;

4) *в'язкість* (величина 1,1–2,5×10⁻³ Па·с) – методом Оствальда за допомогою віскозиметра;

5) *точка замерзання* (величина мінус 0,517 – мінус 0,522 °С) – згідно з ДСТУ ГОСТ 30562-2003;

6) *ступінь чистоти* (залежно від інтенсивності механічного забруднення молоко поділяють на три групи) – згідно з ДСТУ 6083:2009;

7) *електропровідність* (величина 0,40–0,60 Сіменс/м) – вимірюють за допомогою приладу – кондуктометра;

8) *окисно-відновний потенціал* (величина 0,25–0,35 В) – електрометричним методом за допомогою комірки, що складається з платинового електрода та хлор-срібного електрода порівняння, з'єднаних сольовим містком;

9) *термостійкість* (молоко поділяють на п'ять груп за термостійкістю) – згідно з ДСТУ 5073:2008;

10) *поверхневий натяг* (величина 45 до 60×10^{-3} Н/м) – сталагмометричним методом. В основі методу лежить вільний відрив капель рідини з капіляра сталагмометра під дією сили тяжіння.

Санітарно-бактеріологічні показники якості молока:

1) *чисельність і груповий склад мікрофлори*:

– санітарно-показові мікроорганізми, наприклад, бактерії групи кишкових паличок (згідно з ГОСТ 30518-97), мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, дріжджі (згідно з ДСТУ 7089:2009) і т. д.;

– патогенні та умовно патогенні мікроорганізми, наприклад, *Staphylococcus aureus* (згідно з ГОСТ 30347-97), роду *Salmonella* (згідно з ДСТУ IDF 93A:2003, ДСТУ EN 12824:2004), *Listeria monocytogenes* (згідно з ДСТУ ISO 11290-1:2003, ДСТУ ISO 11290-2:2003) і т. д.;

– технічно-шкідливі мікроорганізми (маслянокислі та гнильні бактерії, термостійкі молочнокислі палички, плісняві гриби, бактеріофаги і т. д.);

2) *токсичні елементи*: свинець – згідно з ДСТУ ISO/TS 6733 (IDF/RM 133):2015; кадмій, миш'як, ртуть, мідь, цинк – згідно з ГОСТ 30178-96, ДСТУ 7670:2014;

3) *антибіотики* – згідно з ДСТУ 8397:2015;

4) *радіонукліди*: стронцій-90, цезій-137 – згідно з МУК 2.6.1.717-98.

Важливим показником харчової цінності молока є його *калорійність* або *енергетична цінність*. Цей показник вимірюють в кілокалоріях (ккал) або в кілоджоулях (кДж). Одна кілокалорія дорівнює 4,184 кілоджоуля.

Калорійність 1 л молока залежить від кількості в ньому сухих речовин і коливається від 680 до 720 ккал (2845–3012 кДж).

Калорійність молока можна визначити за його хімічним складом розрахунковим методом, за формулою, наведеною у ДСТУ 2661:2010:

$$K = 4 \times (M_6 + M_B) + 9 \times M_{ж}, \quad (4.3)$$

де K – калорійність молока, ккал/100 г; $M_б$ – масова частка білка, г/100 г продукту; $M_в$ – масова частка вуглеводів, г/100 г продукту; $M_ж$ – масова частка жиру, г/100 г продукту; 4 – коефіцієнт калорійності 1 г білка або 1 г вуглеводів у продукті, ккал/г; 9 – коефіцієнт калорійності 1 г жиру в продукті, ккал/г.

Іншим способом калорійність молока може бути розрахована за формулою Андерсена:

$$K = 113,9 \times (2,64 + t), \quad (4.4)$$

де K – калорійність молока, ккал; t – процент жиру; 113,9 та 2,64 – постійні коефіцієнти.

Під час наукових досліджень з вивчення ефективності використання нового обладнання для доїння корів враховують наступні технологічні показники:

- 1) номінальна кількість корів, що обслуговуються, гол.;
- 2) продуктивність доїльної установки, корів/год;
- 3) тривалість доїння, хв;
- 4) швидкість молоковіддачі, л/хв;
- 5) величина контрольного ручного додоювання, мл;
- 6) затрати праці на доїння 100 корів, люд.-год.

Якість отриманого молока оцінюють за наступними показниками:

- 1) чистота, група;
- 2) загальне бактеріальне обсіменіння, тис. шт./см³.

Під час наукових досліджень з вивчення ефективності використання нового обладнання для різних систем і способів утримання корів на комплексах з промисловою технологією виробництва молока враховують наступні основні елементи поведінки тварин:

- 1) тривалість споживання корму, год (хв);
- 2) частота поїдання корму, разів;
- 3) тривалість споживання води, год (хв);
- 4) тривалість відпочинку у лежачому та стоячому положенні, год (хв). У лежачому положенні корови відпочивають на правому боці, це пояснюється тим, що в лівій частині черевної порожнини розміщений рубець наповнений об'ємистими кормами, а тому жуйні тварини частіше лягають на правий бік для відпочинку;
- 5) частота відпочинку, разів;
- 6) частота здійснення природних відправлень, разів;
- 7) тривалість догляду за тілом – облизування, чесання і т. д., год (хв);
- 8) тривалість пересування, год (хв).

Вивчення добового ритму основних елементів поведінки тварин проводять методом хронометрії та візуальних спостережень упродовж доби.

Хронометричні спостереження за поведінкою тварин проводять за допомогою індивідуальних і групових методів реєстрації в зимовий, весняний, літній і осінній час. Хронометраж проводять у той період, коли поведінка тварин характеризується найбільшою стабільністю.

За результатами хронометричних спостережень оформлюють *етограми* – повний опис поведінки окремої тварини, способом визначення кількості елементарних дій або поз, які часто повторюються; повний перелік рухових актів у певної тварини, за якою спостерігають, у конкретній ситуації.

Від загальної кількості часу (1440 хвилин) визначають в абсолютному (год, хв) і відносному (%) вираженні час, витрачений тваринами упродовж доби на годівлю, рух, відпочинок і т. д.

ТЕМА 5

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНОМАТОК І ЯКОСТІ СПЕРМОПРОДУКЦІЇ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники продуктивності свиноматок і якості спермопродукції кнурів-плідників, які вивчають під час проведення наукових досліджень на комплексах з промисловою технологією виробництва свинини. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під час проведення наукових досліджень на свиноматках щодо впливу будь-яких чинників на їх відтворну здатність, враховують наступні показники:

1) *фактична багатоплідність* – визначають кількістю живих, життєздатних поросят за народження в одному опоросі (величина 11–12 гол);

2) *крупноплідність (великоплідність)* – середня жива маса одного поросяти в гнізді за народження (величина 1,0–1,2 кг);

3) *молочність (умовна)* – за масою гнізда на 21-добу після опоросу свиноматки (величина 38–64 кг). Більш точний метод – за різницею маси поросят до і після ссання матки (один раз у 10 діб, упродовж доби);

4) *маса гнізда за відлучення*, (кг);

5) *вихід (збереженість) поросят за відлучення* – відношення кількості відлучених поросят до кількості народжених поросят, виражене у відсотках (величина 85–90 %).

6) *період від відлучення поросят до плідного осіменіння*, (діб) – свиноматка має бути запліднена в першу чи другу охоту, якщо вона не запліднена і в третю охоту, то її вибраковують;

7) *заплідненість свиноматок* (величина 90 % і більше) – розраховують за формулою:

$$3 = \frac{a}{b} \times 100 \%, \quad (5.1)$$

де 3 – заплідненість свиноматок, %; а – кількість супоросних свиноматок, гол; b – кількість свиноматок, яких злучали з кнуром або осіменяли, гол; 100 – константа переведення у проценти;

8) *кількість опоросів свиноматки за рік* (величина 2,4–2,5);

9) *кількість живих поросят на свиноматку за рік* (величина 25–28 гол).

Підсумкову оцінку відтворювальних якостей свиноматок здійснюють на основі абсолютних показників за такими основними індексами:

1) *індекс відтворних якостей* – розраховують за формулою (Почерняєв Ф.К., Рибалко В.П., Березовский М.Д. та ін):

$$I = N_n + 2N_v + 35G, \quad (5.2)$$

де I – індекс відтворювальних якостей, балів; N_n – кількість поросят за народження, гол; N_v – кількість поросят за відлучення, гол; G – середньодобовий приріст поросят від народження до відлучення, кг; 35 – постійний коефіцієнт;

2) *селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок* – розраховують за формулою (Церенюк О.М., Хватов А.І., Стрижак Т.А.):

$$СІВЯС = 6Б + 9,34 \times \frac{М}{Т}, \quad (5.3)$$

де СІВЯС – селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок, балів; $Б$ – багатоплідність свиноматок, гол; $М$ – маса гнізда за відлучення, кг; $Т$ – термін відлучення, діб; 6 та 9,34 – коефіцієнти.

Крім того, для комплексної оцінки відтворювальних якостей свиноматок, під час наукових досліджень, можуть використовувати такі показники:

1) *селекційний індекс Шаталіної Ю.Д.* – розраховують за формулою:

$$I = 1,27x_1 + 2,74x_2 + 0,304x_3, \quad (5.4)$$

де I – селекційний індекс Шаталіної Ю.Д., балів; x_1 – багатоплідність свиноматки, гол; x_2 – кількість поросят у віці 60 діб, гол; x_3 – маса гнізда у віці 60 діб, кг;

2) *селекційний індекс Коваленка В.П.* – розраховують за формулою:

$$ІВФ = 0,4x + y + 0,25z, \quad (5.5)$$

де ІВФ – селекційний індекс Коваленка В.П., балів; x – багатоплідність свиноматки, гол; y – молочність свиноматки, кг; z – маса гнізда за відлучення у віці 60 діб, кг;

3) *індекс вирівняності гнізда свиноматки за живою масою поросят за народження* – розраховують за формулами Березовского М.Д. або Халака В.І.:

$$ВГ = 3,1 \times \frac{X_{cp}}{X_{max} - X_{min}}, \quad (5.6)$$

де ВГ – індекс вирівняності гнізда свиноматки, балів; 3,1 – постійний коефіцієнт; X_{cp} – середня жива маса поросят у гнізді за народження, кг; X_{max} – жива маса найважчого поросяти у гнізді, кг; X_{min} – жива маса найлегшого поросяти у гнізді, кг; X_{cp} – середня жива маса поросят у гнізді за народження, кг;

$$\text{ІВГ} = \frac{Б}{2,5 - \left(\frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{\text{ср}}} \right)}, \quad (5.7)$$

де ІВГ – індекс вирівняності гнізда свиноматки, балів; Б – багатоплідність свиноматки, гол; 2,5 – максимальний показник живої маси одного поросяти на дату народження, кг; $X_{\max}$ – жива маса найважчого поросяти у гнізді, кг; $X_{\min}$ – жива маса найлегшого поросяти у гнізді, кг;

4) *індекс життєздатності гнізда* – розраховують за формулою (Коваленко В.П.):

$$I_{\text{ж}} = \frac{B_i}{B_{\text{ср}}} \times 3, \quad (5.8)$$

де $I_{\text{ж}}$ – індекс життєздатності гнізда, %; B_i – індивідуальна багатоплідність свиноматки, гол; $B_{\text{ср}}$ – середня багатоплідність свиноматки, гол; 3 – збереженість гнізда, %.

5) *індекс Хейзеля в модифікації Нікітченко І.М.* – розраховують за формулою:

$$I = 200 - 51,5(x_1 - \bar{x}) + 315,7(x_2 - \bar{x}) + 6,4(x_3 - \bar{x}), \quad (5.9)$$

де I – індекс Хейзеля в модифікації Нікітченко І.М., балів; x_1 – багатоплідність свиноматки, гол; x_2 – кількість поросят за відлучення, гол; x_3 – середньодобовий приріст поросят до відлучення, г; $\bar{x}$ – середнє по кожному показнику;

б) *індекс Грудєва* – розраховують за формулою:

$$F = \frac{365 \times (n - 1)}{D} \times 100 \%, \quad (5.10)$$

де F – індекс Грудєва, %; n – кількість опоросів за рік; D – кількість днів за період від першого до останнього опоросу.

Відтворювальну здатність кнурів-плідників оцінюють за їх спермопродукцією.

Сперму від кнурів відбирають мануальним способом після їх садки на дерев'яне чучело до ранкової годівлі. Оцінку спермопродукції кнурів-плідників здійснюють згідно з “Інструкцією із штучного осіменіння свиней” та “Методичними рекомендаціями з оцінки якості призначеної до кріоконсервації спермопродукції та структурної цілісності сперматозоїдів кнурів” (Ковтун та ін., 2018). Спермопродукцію кнурів-плідників оцінюють за кількісними та якісними показниками.

Кількісні показники:

1) *об'єм еякуляту* (величина 200–400 мл) – визначають за допомогою мірного стакана та/або градуйованої мензурки після його фільтрування через 3–4 шари стерильної марлі. Фільтрацію проводять з метою видалення зерноподібного секрету купрових залоз.

2) *концентрація сперматозоїдів* (величина 200–450 млн/мл) – визначають за допомогою камери Горяєва.

Камера Горяєва складається з товстого предметного скла, поперечно поділеного каналами на три своєрідні майданчики. Центральний майданчик, поділений ще на дві половини поздовжньою борозною. На поверхні цих майданчиків нанесені сітки. Камера Горяєва складається з 225 великих квадратів – 15 рядів по 15 квадратів. У великому розграфленому хрест-навхрест квадраті розміщені по 16 малих квадратів (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Загальний вигляд камери Горяєва.

Методика визначення. На початку проведення досліджень еритроцитарний меланжер промивають сумішшю етилового спирту з ефіром у співвідношенні 1:1.

Отриману сперму ретельно перемішують скляною паличкою і набирають у меланжер до мітки «0,5». До мітки «11» набирають 3 % розчин хлориду натрію. Фізіологічний розчин розріджує сперму в 20 разів і призводить до адинамії сперматозоїдів.

Обидва кінці меланжера затискають великим і вказівним пальцями. Меланжер струшують упродовж двох-трьох хвилин для рівномірного перемішування сперми з фізіологічним розчином. Для підрахунку кількості сперматозоїдів, перші 3–4 краплі розведеної сперми не використовують. Четверту та п'яту краплі наносять на край притертого до камери Горяєва шліфованого покривного скла. Нанесені краплі сперми затікають під скло і заповнюють камеру.

Підрахунок кількості сперматозоїдів здійснюють за збільшення окуляра 7× і об'єктива 40× або відповідно 15× і 20×. Необхідно

стежити, щоб на сітці камери не утворювались пухирці повітря і сперма не потрапляла під притерті краї покривного скла. Це дозволяє в полі зору мікроскопа розмістити один великий або 16 малих квадратів. Кількість сперматозоїдів підраховують у розміщених по діагоналі 80 малих квадратах (рис. 5.2).

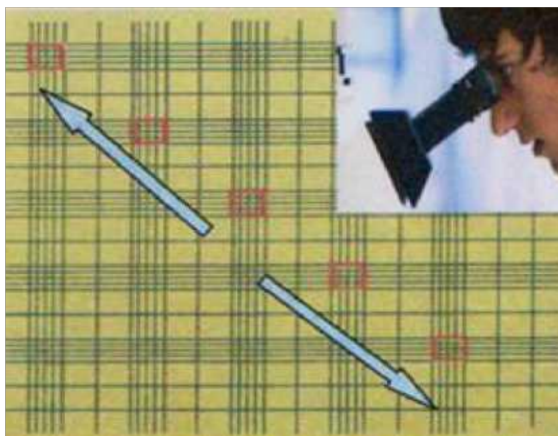


Рис.5.2. П'ять великих квадратів розміщені по діагоналі.

Зображення сперматозоїдів, які знаходяться у глибині камери, постійно корегують мікрогвинтом мікроскопа. Розміщення клітин із зовнішньої або внутрішньої сторін квадрата визначають за місцем знаходження головок. Розміщені на лівій і верхній лініях квадрата головки сперматозоїдів зараховують до того квадрата, у якому здійснюють підрахунок; розміщені на правій і нижній лініях – до наступного.

Концентрацію сперматозоїдів в еякулятах розраховують за формулою:

$$C = \frac{n \times D \times S}{N \times p \times 1000000}, \quad (5.11)$$

де N – кількість малих квадратів ($n = 80$), n – кількість підрахованих клітин, D – розведення сперми у меланжері (20), S – площа малого квадрата (400 мм^2), p – глибина камери (0,1 мм), 1000000 – коефіцієнт для перерахунку кількості сперматозоїдів (млрд/мл).

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне з трьох визначень. Різниця між величинами не має перевищувати $\pm 10 \%$.

3) загальна кількість сперматозоїдів в еякуляті (20–80 млрд) – визначають за множення об'єму еякуляту (мл) на концентрацію спермій (млрд/мл).

Якісні показники:

1) *рухливість сперматозоїдів* (величина 75–90 %) – це процент спермій, які рухаються прямолінійно-поступально щодо їх загальної кількості у спермі. Сперматозоїди з манежним і коливальним рухами умовно вважаються мертвими. Визначають рухливість сперматозоїдів за допомогою біологічного мікроскопа за збільшення у 120 або 180 разів.

Методика визначення. Скляною паличкою (піпеткою) на предметне скло наносять краплю сперми, до якої додають 2–3 краплі 3 % розчину лимоннокислого натрію. Сперму змішують з розчином і накривають покривним скельцем. Рухливість сперматозоїдів визначають у полі зору мікроскопа. Підраховують кількість клітин з прямолінійним поступальним, манежним і коливальним рухами, а також мертвих (рис. 5.3). У кожній пробі три рази поспіль ($n=3$) визначають кількість рухливих сперматозоїдів. Оцінювання проводять за десятибальною системою: за кожних 10 % сперматозоїдів з прямолінійно-поступальним рухом ставлять один бал (0–10) або відсотками (0–100 %).

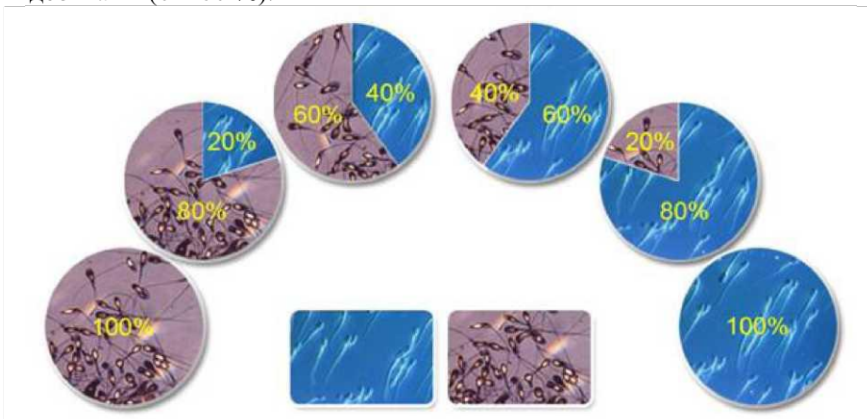


Рис. 5.3. Оцінка якості сперми за рухливістю.

Рухливість сперматозоїдів розраховують за формулою:

$$P_c = \frac{n_1 \times 10 \times (100)}{n}, \quad (5.12)$$

де P_c – рухливість сперматозоїдів, %; n – сумарне число підрахованих сперматозоїдів; n_1 – число підрахованих клітин з прямолінійним поступальним, манежним і коливальним рухами; 10 (100) – постійні коефіцієнти, потрібні для оцінки рухливості сперматозоїдів балами (0–10) або відсотками (0–100).

За кінцевий результат досліджень приймають середню арифметичну величину за даними двох визначень.

2) *виживаність сперматозоїдів поза організмом самця*. Простійкість сперматозоїдів до впливу зовнішніх чинників роблять висновок за двома показниками: абсолютною виживаністю сперматозоїдів і тривалістю їх виживаності. Абсолютну виживаність сперматозоїдів визначають за кожний окремо взятий інтервал часу в процесі зберігання сперми після її розрідження. Тривалість виживаності визначають кількістю годин, що минули від початку зберігання сперми до повної втрати рухливості клітинами.

Методика визначення. Перед початком дослідження не менше ніж дві проби розріджують глюкозо-жовтково-цитратним середовищем. Ступінь розведення сперми має коливатися у межах 1:8–1:32. Для досліджень використовують лише один ступінь розведення сперми. Розріджену сперму зберігають у холодильнику за температури 3–5 °C. Рухливість сперматозоїдів визначають після кожного інтервалу ($t=24$ год) від початку одержання сперми. Закінченням досліджень вважають день, коли мінімальна кількість рухливих сперматозоїдів знижується до 0,5 бала або 5 відсотків.

Абсолютну виживаність сперматозоїдів розраховують за формулою:

$$A_t = a_1t_1 + a_2t_2 + a_3t_3 + \dots a_nt_n, \quad (5.13)$$

де A_t – абсолютна виживаність сперматозоїдів, ум. од.; $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ – рухливість сперматозоїдів за інтервали часу у балах; $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ – інтервали часу, впродовж яких рухливість сперматозоїдів становить $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$, год; $a_1t_1 + a_2t_2 + a_3t_3 + \dots a_nt_n$ – виживаність сперматозоїдів за інтервали часу.

За кінцевий результат досліджень приймають середнє арифметичне з двох визначень. Невідповідність між величинами не має перевищувати $\pm 10\%$.

Час виживання сперматозоїдів розраховують за формулою:

$$T_{nc} = \frac{T_n - T_{n-1}}{2} + T_{n-1}, \quad (5.14)$$

де T_{nc} – час виживання сперматозоїдів, год; T_n – час від початку до останньої доби досліджень, год; T_{n-1} – час від першої до наступної доби дослідження, год; n – порядковий номер дня досліджень.

$$(Приклад. $T_{nc} = \frac{T_n - T_{n-1}}{2} + T_{n-1} = \frac{216 - 192}{2} + 192 = 204$ год).$$

Результати з визначень проведених досліджень записують у лабораторний журнал.

З метою зменшення затрат часу на визначення рухливості сперматозоїдів упродовж тривалого зберігання за кімнатної температури доцільно застосовувати прискорений метод – *терморезистентну пробу*.

Методика визначення. Одержану нерозріджену або розріджену сперму вносять у стерильну мірну колбу, яку розміщують у термостаті за температури $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ на три години. Через три години проводять оцінку рухливості сперматозоїдів, яка і буде відображати стан якості сперми. Сперма хорошої якості приймається з показником рухливості сперматозоїдів не менше 60 %.

3) *термостресостійкість сперматозоїдів* – визначають за допомогою проведення тесту на термостресостійкість (Патент UA 52538, 2010).

Основою тесту на термостресостійкість є визначення рівня життєздатності сперматозоїдів кнура в діапазоні від температури тіла тварини (приблизно $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$) до передпорогової межі температурного шоку (приблизно $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$). Застосування цього тесту забезпечує об'єктивний прогноз рівня здатності сперматозоїдів витримувати дію багаторазових температурних стресів – термостресостійкість (ТСС). На початку проведення тесту на термостресостійкість визначають початкову рухливість сперматозоїдів. Для цього у біологічній пробі сперми, певного еякуляту, об'ємом 5–10 мл, розрідженої згідно з технологією кріоконсервації у співвідношенні 1:1 глюкозо-хелато-цитратно-сульфатножовтковим середовищем (ГХЦСЖ) або його аналогами, оцінюють початкову рухливість сперматозоїдів за температури $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ за збільшення мікроскопа у 180–300 разів. Рухливість сперматозоїдів має бути не менше 8 балів. Наступний етап тесту передбачає контрастну зміну температурного режиму зберігання сперми, а саме: упродовж трьох годин пробу сперми поперемінно витримують по 30 хв за температури $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Потім реєструють кінцеву рухливість сперматозоїдів, що і відповідає показнику їх ТСС.

Придатними для використання визначають проби, в яких рухливість сперматозоїдів, після дії контрастного позитивного температурного режиму, становить не менше 4 балів. ТСС сперматозоїдів є об'єктивним показником прогнозування придатності еякулятів кнурів до кріоконсервації.

Сьогодні розроблена методика комплексного оцінювання відтворної здатності кнурів, що узагальнено відображатиме рівень основних показників статевої активності і спермопродуктивності кнурів (Патент UA 62474, 2011). Оцінку відтворної здатності кнурів

проводять за *індексом еякуляції*, який враховує кількість отриманих спермодоз з еякуляту та рівень статевої активності кнура. Розраховують індекс еякуляції кнурів за формулою:

$$I_E = \frac{n_{cd}}{t_E}, \quad (5.15)$$

де I_E – індекс еякуляції; n_{cd} – кількість отриманих спермодоз з еякуляту, шт; t_E – тривалість рефлексу еякуляції у плідника, хв.

За відмови кнуром здійснити садку впродовж 20 хв перебування в манежі, за неповноцінної садки, або невідповідності характеристик одержаного еякуляту встановленим зооветеринарним вимогам, індекс еякуляції дорівнює нулю.

Сучасне обладнання для оцінки якості сперми кнурів-плідників, її фасування, маркування та заморожування

Пристрій для оцінки якості сперми. Аналізатор якості сперми кнурів-плідників *SQA-Vp™* (Ізраїль-Австрія) – *SQA-Vp™* – автоматичний аналітичний прилад для ветеринарії, який виконує повний кількісний аналіз якості сперми менш ніж за 1 хвилину (рис. 5.4).

Ця високопродуктивна і зручна в роботі система допомагає стандартизувати процеси, збільшити продуктивність і підвищити точність аналізу сперми, визначити дози сперми для транспортування або штучного осіменіння.

Основні параметри, що визначають аналізатором:

- загальна концентрація сперматозоїдів (TSC);
- ступінь рухливості сперматозоїдів;
- % рухомих сперматозоїдів;
- % сперматозоїдів із поступальною рухливістю;
- % сперматозоїдів із нормальною морфологією;

- поступальна рухливість сперматозоїдів;
- концентрація рухливих сперматозоїдів (MSC);
- концентрація сперматозоїдів з поступальною рухливістю (PMSC);
- середня швидкість сперматозоїдів;
- кількість сперматозоїдів (мільярдів на еякулят);



Рис. 5.4. Аналізатор якості сперми кнурів-плідників *SQA-Vp*.

– кількість рухливих сперматозоїдів (мільярдів на еякулят).

Крім того, аналізатор проводить автоматичний розрахунок ступеня розведення для підготовки доз (як по загальній концентрації, так і концентрації рухливих сперматозоїдів на дозу інсемінації).

Технічні характеристики: габарити – 40×30×15 см; вага – 5 кг; електроживлення – 220 В – 50 Гц.

Переваги аналізатора:

- мінімальний досвід оператора;
- візуалізація (мікроскопія) зразка сперми на екрані приладу або на дисплеї комп'ютера (вбудований мікроскоп і відеокамери), використовуючи предметне скло або капіляр;
- оптичне збільшення 300× – 500×;
- відеозапис;
- повна роздруковка результатів аналізу;
- підключення до ПК з програмним забезпеченням B-Sperm;
- імпорт даних і контролів з аналізатора на ПК;
- об'єднання різних результатів вимірювання з аналізу проб сперми в один загальний звіт;
- перегляд «У реальному часі» проб сперми (отриманих з аналізатора) на екрані ПК;
- збереження результатів тестів з приєднаними зображеннями.

Пристрій для фасування та маркування сперми. Автоматичний пристрій для фасування та маркування доз сперми кнурів-плідників Bagmatic LC-1000 є продуктом іспанської компанії Magapor (рис. 5.5). Він працює як з блістерами (пакетами) об'ємом 90 мл (Semenbag) так і 45 мл (Smallbag), вибираючи необхідний обсяг. Швидкість пакування 900–950 шт./год. Висока точність дозування – ± 1 г.



Рис. 5.5. Автоматичний пристрій для фасування та маркування доз сперми кнурів-плідників *Bagmatic LC-1000*.

Пристрій виготовлений з нержавіючої сталі і анодованого алюмінію. Етикетувальник розташований усередині пристрою, а доступ до нього здійснюється через знімний лоток, що запобігає розбризкуванню.

Пристрій обладнаний одноразовими наливними трубками Nuyitube (для кращої гігієни), перистальтичним насосом для точного дозування рідини в блістер, а також датчиком наявності пакету. Використовує перший і останній пакет в рулоні. Має компактний дизайн для будь-якого виробничого центру та легкий доступ до механіки.

Bagmatic LC-1000 оснащений унікальною системою відстеження та безпеки – програмне забезпечення з функцією автоматичної перевірки та швидкої діагностики збоїв у роботі.

Зручний сенсорний дисплей. ПК підключений до мережі Ethernet. Водночас прилад може працювати незалежно від ПК. Етикетки, сумісні з термопринтером, що входить в комплект обладнання.

Технічні характеристики: габарити – 135×75×50 см; вага – 85 кг; електроживлення – 110/230 В – 50/60 Гц – 200 В; робочий тиск – 6–8 бар; котушка містить 1250 пакетів.

Цей пристрій встановлюють на племпідприємствах, що займаються племінною справою і штучним осіменінням свиней.

Пристрій для кріоконсервації сперми. Програмний заморозувач сперми *ICE CUBE 15M* (Австрія) – повнофункціональна компактна система кріоконсервації, контрольована інтегрованим процесором, сумісним з ПК, що має подання рідкого азоту із зовнішнього резервуара (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Система кріоконсервації сперми *ICE CUBE 15M*.

Кріокамера виготовлена з нержавіючої сталі з прозорою скляною кришкою і попереджувачим індикатором. Її розміри – 297×317×378 мм. Ємність – 36 л.

Пари рідкого азоту циркулюють через турбіну. Можлива установка додаткового клапана для посилення функції автосідінга, а також віброелементу для примусової кристалізації. Є датчик тиску для рідкого азоту.

Гradient можливих температур – +40 до –18 °C.

Швидкість охолодження – 0,01–60 °C/хв.

Швидкість нагріву – 0,01–15 °C/хв.

Точність дисплея – 0,01 °C.

Місткість – 4140 соломин по 0,25 мл або 2760 пробірок по 0,5 мл або 1128 пробірок по 2 мл або 564 пробірок по 5 мл або біологічні пакети (кількість може значно варіювати через розміри і наповненість блістерів).

Температурне вимірювання здійснюється через сенсор стандарту 2 Pt-100 (можливо до 4), діаметром 1,5 мм, на сталевій осі довжиною 65 мм.

Нагрівальний елемент потужністю 1000 Вт.

Термозапобіжник захищає від перегріву за різної стартової температури.

Заморожувач управляється за допомогою незалежного мікроконтролера RISC. Одержання даних і подальша їх обробка здійснюється інтегрованим процесором. Операційна система MS Windows™ 2000 або XP Pro. Дані виводяться на сенсорний кольоровий рідкокристалічний монітор. Будь-яка кількість даних може бути збережена, а всі процеси задокументовані. Для введення тексту і графічних даних використовують клавіатуру, для роздруківки даних – кольоровий струменевий принтер.

Дисплей дозволяє детально контролювати процеси виробництва або виконання програм, також забезпечує швидку оптимізацію процесів охолодження і відтаювання. Виконувана програма може бути обрана через монітор, роздрукована через принтер, або дані можуть бути переміщені в межах локальної мережі, відновлені після збою живлення.

Технічні характеристики: габарити – 845×540×785 мм; вага – близько 69 кг, включаючи ПК; площа для установки – 1420×650 мм; електроживлення – 115 В/11 А або 230 В/5,5 А (на вимогу).

Модифікація ICE CUBE 15L відрізняється від ICE CUBE 15M більшою у 2 рази ємністю кріокамери (розмір 647×317×378 мм). Габарити пристрою 1195×540×785 мм, вага – 86 кг, включаючи ПК.

ТЕМА 6

ПОКАЗНИКИ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень на комплексах з промисловою технологією вирощування молодняку свиней на м'ясо. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під час проведення наукових досліджень на *відгодівельному молодняку свиней*, враховують ряд показників м'ясної продуктивності, які можна розділити на дві великі групи: *прижиттєві та післязабійні*.

До *прижиттєвих показників* належать:

1) *жива маса молодняку* – визначають індивідуальним зважуванням (бажано на електронних вагах) на початку та наприкінці періоду вирощування, кг;

2) *збереженість молодняку* – визначають щоденно з встановленням причин вибуття, %;

3) *витрати корму на одну голову* – визначають груповим методом упродовж періоду вирощування, корм. од.;

4) *витрати корму на одиницю продукції* (1 кг приросту живої маси) – визначають розрахунковим методом, корм. од./кг;

5) *вік реалізації (забою) тварин на м'ясо*, діб.

Крім того, для аналізу характеристики росту відгодівельного молодняку свиней використовують похідні величини, такі як *абсолютний, відносний та середньодобовий прирости*, котрі розраховують за формулами відповідно 2.1, 2.2 та 2.3, наведеними в темі 2.

Після забою тварин визначають товарно-технологічні властивості якості туш, м'яса та підшкірного жиру відгодівельного молодняку свиней.

Забійні та м'ясні якості відгодівельного молодняку свиней

З метою оцінки м'ясної продуктивності тварин проводять контрольний забій не менше 3 особин з кожної піддослідної групи. Під час відбору тварин для контрольного забою середня жива маса їх має відповідати середній масі по даній групі наприкінці виробничого експерименту.

Якість туш визначають під час контрольного забою відгодівельного молодняку свиней із застосуванням "шпарення", на правій півтуші після їх охолодження впродовж 24 годин за температури +4 °С.

Туша свині – тіло забитої свині, знекровлене та нутроване, ціле або розділене по середній лінії.

Показниками м'ясної продуктивності відгодівельного молодняка свиней після забою є:

1) *маса туші (забійна маса)*, кг – це маса охолодженої туші без голови, хвоста, внутрішнього жиру, статевих органів, внутрішніх органів та їх умісту;



Рис. 6.1. Півтуша свиней у висячому положенні.

2) *величина (довжина) туші*, см – основні лінійні проміри визначають за допомогою мірної стрічкою, коли півтуша знаходиться у висячому положенні (величина 95–100 см). Довжину півтуші вимірюють на розрізі лонної кістки від переднього краю до атланта; довжину беконної половинки – на розрізі лонної кістки від переднього краю до середини першого ребра. Для визначення довжини туші можна використовувати мірну дошку, яка поділена на квадрати, розміром 10×10 см (рис. 6.1);

3) *категорія туші* (згідно з ДСТУ 7158:2010) – визначають залежно від маси туші в парному стані (кг) і товщини жиру (см) над остистими відростками між 6 і 7 грудними хребцями, не враховуючи товщину шкіри;

4) *вгодованість туші* – визначають за товщиною підшкірного жиру над остистими відростками між 6 і 7 грудними хребцями (величина 1,0–3,5 см). Для визначення вирівняності підшкірного жиру по хребту, вимірюють товщину підшкірного жиру на холці, над остистими відростками між 6 і 7 грудними хребцями, над першим поперековим хребцем і крижами. За сумою вимірів обчислюють середню товщину підшкірного жиру. Товщину жиру вимірюють штангенциркулем або лінійкою з точністю до 1 мм (без товщини шкіри);

5) *морфологічний склад туші* – вміст у ній (%) м'язів, жиру, кісток, хрящів і сухожилків. Морфологічний склад туші визначають після її обвалювання і жилювання. Частка окремих тканин в туші свиней коливається в межах: м'язової – 39,0–58,0 %; жирової – 15,0–45,0; кісткової та хрящової – 10,0–18,0; сполучної – 6,0–8,0 %;

6) *повном'ясність півтуші, %* – визначають за відношенням маси м'язової тканини до маси півтуші. З цією метою проводять обвалювання півтуші з урахуванням маси жиру з шкірою і кісток. Масу м'язової тканини визначають за різницею між масою півтуші і сумою маси жиру разом зі шкірою і кістками (величина 75–85 %);

7) *маса тазостегнового відділу (окіст), кг*. Тазостегновий відділ відділяють від півтуші разом з останнім поперековим хребцем і зважують в шкірі без плюсневих кісток і пальців, що видаляються з скакального суглоба;

8) *забійний вихід, %* – маса туші з внутрішнім і підшкірним жиром, виражена у відсотках до передзабійної живої маси тварини після 12-годинної витримки без годівлі, але з доступом до води, яку припиняють давати за 2 години до забою (величина 70–80 %);

9) *площа “м'язового вічка”, см²* – це поперечний переріз найдовшого м'яза спини, який вимірюють між останнім грудним і першим поперековим хребцями за допомогою лінійки і обраховують за формулою 2.4, наведеною в темі 2 (величина 25–36 см²).

Проте, слід зазначити, що вказаний вище розрахунковий метод визначення площі “м'язового вічка” дає велику похибку за розрахунків. Тому сьогодні запропоновано оптимальний метод визначення площі “м'язового вічка” у свиней, який дозволяє проводити його вимірювання у виробничих умовах з мінімальними витратами робочого часу виробничників та науковців (Патент UA 90120, 2014).

Суть методу. Площу “м'язового вічка” визначають на поперечному розрізі найдовшого м'яза спини між першим і другим поперековими хребцями півтуші свиней. Площу визначають за контуром “м'язового вічка”, що був перенесений з туші на паперову кальку.

Вимірювання площі здійснюють за допомогою зважування на аналітичних вагах вирізаного по наведеному контуру відбитка “м'язового вічка” і контрольного зразка подібного за площею чотирикутника з відомими розмірами. За пропорцією маса/площа знаходять площу зваженого відбитка. Площу відбитка розраховують за формулою:

$$S_w = S_k \times \frac{M_w}{M_k}, \quad (6.1)$$

де S_w – площа відбитка “м'язового вічка”, см²; S_k – площа контрольного зразка, см²; M_w – маса відбитка “м'язового вічка”, г; M_k – маса контрольного зразка, г.

Для отримання точних даних необхідно, щоб зразок і вирізаний відбиток були виконані з паперу однакової щільності.

10) *мрамуровість м'яса* – наявність дрібних жирових краплень, тонких прошарків жиру між м'язовими волокнами, що нагадують малюнок мрамру і добре видимі на поперековому розрізі (“м'язовому вічку”) найдовшого м'яза спини. У свиней мрамуровість м'яса визначають розрахунковим методом. Методика визначення наведена в темі 2.

Комплексну оцінку продуктивних якостей молодняку свиней, під час наукових досліджень, здійснюють за *індексом відгодівельних і м'ясних якостей (індекс Б. Тайлера)*, який розраховують за формулою:

$$I_{\text{в}} = 100 + (242 \times C) - (4,13 \times L), \quad (6.2)$$

де $I_{\text{в}}$ – комплексний індекс відгодівельних і м'ясних якостей, балів; C – середньодобовий приріст живої маси, кг; L – товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм; 242; 4,13 – постійні коефіцієнти.

Оцінка якості м'яса відгодівельного молодняку свиней

Якість м'яса відгодівельного молодняку свиней характеризується рядом показників, які можна розділити на три групи: *органолептичні, фізико-хімічні та хімічні*.

Органолептичні показники якості м'яса:

1) *зовнішній вигляд* – визначають візуально, оглядаючи поверхню і свіжий розріз м'язової тканини;

2) *колір* – визначають органолептичним методом на свіжому поперечному перерізі щільного м'яза. Нормальний колір свинини – від світло-рожевого до червоного;

3) *консистенція* – визначають за легкого надавлювання пальцем на свіжий розріз туші або зразка і спостерігають за тривалістю вирівнювання ямки (свіже м'ясо на розрізі щільне, пружне, ямка вирівнюється протягом декількох секунд);

4) *запах* – визначають за кімнатної температури органолептично, спочатку з поверхні туші та грудино-черевної порожнини, а потім ножем роблять розріз і відрізу визначають запах в глибоких шарах, особливо в тканинах, що прилягають до кісток. Крім того, запах визначають під час варіння м'яса, в момент появи пари;

5) *стан підшкірного жиру* – оцінюють за допомогою органів чуттів колір та запах жиру. Консистенцію жиру оцінюють роздавлюючи його пальцями. Нормальний колір підшкірного жиру – від білого до блідо-рожевого, консистенція – щільна, пружна;

6) *стан сухожильків* – оцінюють окомірно та на дотик пружність, щільність, стан поверхні суглобів, а також прозорість синовіальної рідини в суглобових сумках (щоб отримати синовіальну рідину, на туші розтинають один з крупних суглобів);

7) *якість бульйону після варіння м'яса* – оцінюють прозорість

бульйону візуально, аромат, смак і наваристість – за допомогою органів чуттів. Оцінку проводять згідно з методикою, наведеною в темі 2;

8) *результати дегустації м'яса та бульйону* (згідно з ДСТУ 4823.1:2007, ДСТУ 4823.2:2007) – дегустаційну оцінку здійснюють за допомогою органів чуттів за наступними показниками: зовнішній вигляд, колір, смак, запах (аромат), соковитість, консистенція (ніжність, жорсткість). Методика підготовки зразків м'яса та порядок проведення дегустаційної оцінки м'яса наведені в темі 2.

Фізико-хімічні показники якості м'яса:

1) *активна кислотність м'яса (pH)* – визначають потенціометричним та індикаторним методами (величина 5,5–5,7). Методики визначення активної кислотності м'яса наведені в темі 2;

2) *інтенсивність забарвлення м'яса* – визначають переважно спектральним методом, а також екстракційним методом Хорнсі (величина 55–80 од. екстикції $\times 1000$). Методики визначення інтенсивності забарвлення м'яса наведені в темі 2;

3) *ніжність м'яса* – обумовлена багатьма чинниками, однак передусім кількістю і якістю сполучної тканини в м'язових пучках, вмістом внутрішньом'язового жиру, діаметром м'язових волокон. За підвищеного вмісту в м'ясі сполучної тканини ніжність знижується.

Для оцінки ніжності м'яса застосовують фізичні (інструментальні) і хімічні методи. З фізичних методів оцінки ніжності м'яса найбільше поширення отримали прилади, засновані на визначенні зусилля витраченого на переріз (зріз) площі м'язового пучка волокон за певний час. До приладів для визначення ніжності м'яса, що працюють за принципом різання можна віднести: пристрій Максакова-Олейнікова, пристрій Леймана, пристрій Вернера-Братцлера, пристрій Крамера, пристрій ПМ-3, пристрій Фоміна і Большакова та ін. За використання фізичних методів, величина ніжності м'яса свиней коливається в межах 6,5–10,5 с.

З хімічних методів оцінки ніжності м'яса найбільше поширення отримав метод пресування. Принцип цього методу полягає у відпресовуванні вільної води м'яса і вбиранні її фільтрувальним папером. Площа м'ясної плями після пресування характеризує його ніжність (жорсткість). За цим методом жорсткість характеризується величиною опору зразків м'яса зміні форми за пресування і знаходиться у зворотній залежності від розміру площі м'ясної плями. За використання методу пресування, величина ніжності м'яса свиней коливається в межах 210–270 $\text{cm}^2/\text{г}$ загального нітрогену.

Методики визначення ніжності м'яса наведені в темі 2;

4) *вологосмність м'яса (гідратаційна здатність)* – визначають методом пресування або методом центрифугування (величина 55–65 %).

Метод пресування заснований на виділенні води з дослідного зразка за легкого його пресування, сорбції води, що виділяється, фільтрувальним папером і визначенні кількості води, що відокремилася, по площі вологої плями, що залишається на фільтрувальному папері. Метод центрифугування заснований на виділенні рідкої фази під дією відцентрової сили з досліджуваного зразка м'яса об'єкта, що знаходиться у фіксованому положенні. Достовірність результатів забезпечується триразовою повторністю визначень.

Методики визначення вологосмності м'яса наведені в темі 2;

5) *уварювання м'яса (%)* – втрати м'ясного соку за теплової обробки (величина 36–40 %).

Методика визначення уварювання м'яса наведена в темі 2.

Хімічні показники якості м'яса.

Під час анатомічного розбирання та обвалення туш свиней здійснюють відбір проб м'яса для проведення його хімічного аналізу. Зазвичай проби беруть від п'яти-семи, але не менше ніж від трьох, типових для груп туш. З кожної взятої на аналіз півтуші чи її частини відбирають точкові проби шматком масою не менше 0,2 кг із наступних місць: біля місця зарізу, напроти 4–5-го шийних хребців, в ділянках лопатки, стегна і товстих частин м'язів. З отриманих точкових проб формують об'єднану пробу масою не менше 2,0 кг і пропускають через м'ясорубку з решіткою 3 мм. Потім ретельно перемішують і для дослідження відбирають методом квартування середню пробу фаршу в кількості 400 г.

Під час хімічного аналізу м'яса визначають такі показники:

1) *масова частка загальної вологості (%)* – за допомогою висушування наважки до постійної маси у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси (згідно з ДСТУ ISO 1442: 2005). У свинині вміст води становить 55–75 %;

2) *масова частка нітрогену та білка (%)* – методом К'ельдалея (згідно з ДСТУ ISO 937: 2005). У свинині вміст білка становить 15–21 %;

3) *масова частка жиру (%)* – екстрагуванням етиловим спиртом в апараті Сокслета (згідно з ДСТУ ISO 1443: 2005). У свинині вміст жиру становить 4–46 %;

4) *масова частка золи (%)* – за допомогою озолення наважки у муфельній печі за температури 525–550 °С (згідно з ДСТУ ISO 936: 2008). У свинині вміст мінеральних елементів становить 0,8–1,3 %;

5) *калорійність (харчова або енергетична цінність) м'яса* (ккал або кДж) – розрахунковим методом за формулою (2.14), наведеною в темі 2.

Калорійність 100 г свинини становить 320–480 ккал (1340–2010 кДж). Для отримання енергетичної цінності в одиницях системи СІ, тобто в кілоджоулях, використовують коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,184 кДж.

6) *нетоксичність та відносна біологічна цінність м'яса* – мікрометодом з використанням тест-організму інфузорії Тетрахімена піриформіс, штам WH₁₄ (Микитюк, 2004).

7) *білковий якісний показник (БЯП)* – розрахунковим методом за відношенням триптофану (мг/%) до оксипроліну (мг/%). Для свинини БЯП становить 8,0–13,0 од.

Оцінка якості жирової тканини відгодівельного молодняка свиней

Основною жировою тканиною у свиней є хребтоне сало, бокове, з падини, навколонишковий і брижейний жир. З цієї сировини одержують високоякісний жир, проте з іншої сировини високоякісного жиру виходить менше.

Відбір зразків. З однієї тварини відбирають нирковий, черевний та підшкірний жир. Мінімальний розмір об'єднаного (лабораторного) зразка має становити не менше 0,6 кг.

Підготовка зразків. Одну частину проби жирової тканини подрібнюють і ретельно перемішують. Іншу частину проби свіжого неподрібненого підшкірного жиру використовують для визначення його щільності.

Частину подрібненої жирової тканини використовують для визначення органолептичних показників і хімічного складу жирової тканини, а з решти подрібненої частини жирової тканини витоплюють жир.

Витоплення жиру проводять таким способом: у колбу Вюрпа з гумовою пробкою завантажують середню пробу масою 250–300 г подрібненої жирової тканини, створюють в ній вакуум, з'єднуючи через запобіжну склянку з насосом. Потім колбу поміщають у водяну баню з температурою 90–95 °С. Процес витоплення жиру триває близько 10–15 хвилин. Витоплений жир фільтрують через шар вати в колбу Бунзена. Витоплений жир зберігають в щільно закритих банках за температури -10 °С і використовують його для дослідження фізико-хімічних показників.

Органолептична оцінка якості свинячого жиру.

Підготовка зразка для органолептичної оцінки. Органолептичну оцінку здійснюють не пізніше ніж через 21 год з моменту відбору

зразка. До початку дослідження зразок зберігають в холодильнику за температури 0–4 °С.

Запах, смак, консистенцію і колір визначають органолептично за температури жиру 15–20 °С.

Запах і смак – ці показники мають бути характерними для цього виду жиру, витопленого з доброякісної сировини. Свиначий жир-сирець відрізняється приємним запахом. Жир з кишок і шлунків має слабкий запах, властивий вмісту шлунка й кишечника (оскільки жир добре вбирає сторонні запахи). За визначення смаку проби не проковтують. Для жирів вищого сорту сторонні запах і смак не допускаються. Для жирів I сорту допускається приємний підсмажений запах і смак.

Колір – визначають у відбитому денному розсіяному світлі. Жир поміщають на пластинку молочного скла так, що товщина шару була 5 мм, після чого визначають колір. Під час дослідження встановлюють не лише колір, а також відтінок жиру. Свиначий жир-сирець має білий колір. Можливі блідо-голубий, жовтуватий або сіруватий відтінки.

Консистенцію – визначають в об'єднаному зразку через натискання шпателем на жир. Консистенція свиначого жиру – мазеподібна, зерниста або щільна. Свиначий жир-сирець має ніжну сполучну тканину, тому він за консистенцією м'якший, ніж яловичий.

Прозорість – визначають у розплавленому стані окомірною.

Методика визначення. Для визначення прозорості в пробірку поміщають жир з таким розрахунком, щоб заповнити розплавленим жиром не менше половини пробірки. Пробірку з жиром поміщають у водяну баню для розплавлення жиру. Розплавлений жир, що має температуру 60–70 °С, розглядають в денному розсіяному проникаючому світлі. За наявності в жирі міхурців повітря пробірці дають постояти за вказаної вище температури протягом 2–3 хв, після чого визначають прозорість. Жир доброякісний – прозорий, недоброякісний – мутний.

Прозорість свиначого жиру в одиницях шкали фотоелектроколориметра становить не більше 40.

Органолептичні показники оцінюють за 5-бальною шкалою, порівнюючи із даними стандарту.

Хімічні показники якості жирової тканини:

1) *масова частка загальної вологості (%)* – за допомогою висушування наважки у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси. За різницею маси до і після висушування визначають вміст води у жировій тканині (величина 6,0–10,0 %).

Методика визначення. Тиглі для зважування висушують протягом 30 хв за температури 103 ± 2 °С, охолоджують в ексікаторі і зважують. У зважені тиглі вносять 2–3 г досліджуваного жиру-сирцю, зважують і висушують за температури 103 ± 2 °С до постійної маси. Перше зважування проводять через 1 год, наступні – через 30 хв. Постійна маса вважається досягнутою, коли різниця двох останніх зважувань не перевищує 0,002 г. Якщо після одного з наступних зважувань спостерігається збільшення маси, то для розрахунку приймають найменшу масу тигля з жиром. Для жирів, що знаходилися на зберіганні, перше зважування проводять через 30 хв, наступні – через 15 хв.

Масову частку загальної вологості жиру розраховують за формулою:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m}, \quad (6.3)$$

де X – масова частка загальної вологості жиру, %; m_1 – маса тигля з жиром до висушування, г; m_2 – маса тигля з жиром після висушування, г; m – маса наважки досліджуваного жиру, г.

За кінцевий результат дослідження беруть середнє арифметичне значення результатів двох паралельних визначень;

2) *масова частка жиру (%)* – за допомогою подальшого нагрівання сухого залишку жирової тканини до витоплювання жиру. За різницею маси до і після витоплювання визначають вміст жиру у жировій тканині (величина 66,0–77,0 %);

3) *масова частка шквари (%)* – розрахунковим методом за формулою:

$$\text{Вміст шквари (\%)} = 100 - (\text{вміст води (\%)} + \text{жиру (\%)}). \quad (6.4)$$

Вміст шквари в свинячому жирі-сирцю становить 8,5–10,5 %.

Слід також зазначити, що під час досліджень хімічного складу жирової тканини масову частку білка в ній зазвичай не визначають, через низький його вміст (1,0–2,0 %).

Фізико-хімічні показники якості жирової тканини:

1) *температура застигання жиру (°С)* – це температура, за якої розплавлений жир стає твердим. Вона без чітко виражених меж і нижча на 4–10 °С від температури плавлення. Для свинячого жиру вона коливається у межах 28–31 °С. Температуру застигання жирів важко визначити, адже вони є сумішшю багатьох компонентів, тому визначають температуру застигання жирних кислот, яку називають *титром жиру*.

Температуру застигання жиру або жирних кислот визначають на приладі Жукова. Визначення ґрунтується на постійній зміні

температури жиру в приладі, що є скляною посудиною, між стінками якого створене розрідження, що забезпечує високу теплову ізоляцію і мінімальні втрати тепла в довкілля.

Методика визначення. Наважку жиру 50 г зважують в конічну колбу і приливають 40 мл розчину гідроокису калію і 40 мл 95 %-ного етилового спирту. Омилення жиру проводять на киплячій водяній бані із зворотним холодильником протягом 1 год. Отримане мило розчиняють у гарячій воді. Для відгонки спирту розчин мила зливають у фарфорову чашку і нагрівають на водяній бані до повного видалення запаху спирту.

Мило розкладають розбавленою сірчаною кислотою доти, поки жирні кислоти не виділяться на поверхні у вигляді прозорого шару. Останній обережно зливають у ділільну лійку і промивають киплячою водою до нейтральної реакції промивних вод за метилоранжем. Відокремлений шар жирних кислот фільтрують через фільтр у пробірку. Рівень жирних кислот в пробірці становить 5–6 см.

Пробірку закривають корком з термометром, який проходить через нього. Термометр встановлюють так, щоб заповнена ртуттю частина його знаходилася приблизно у середині маси жирних кислот. Пробірку за допомогою корку встановлюють у широкогорлу скляну банку, яка слугує для створення повітряної сорочки навколо пробірки.

Термометром помішують розплавлені жирні кислоти до появи мутності, після чого масі дають охолонути без перемішування і відзначають покази термометра.

За температуру застигання жирних кислот (титр) беруть температуру, за якої відбувається затримка падіння ртутного стовпчика термометра.

Якщо в процесі спостереження відбуватиметься не лише затримка зниження температури, а також деяке її підвищення, то за титр приймають максимальну температуру, до якої піднімається стовпчик термометра після падіння.

За кінцевий результат дослідження беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень. Обчислення проводять до першого десяткового знаку і заокруглюють до цілого числа;

2) *температура плавлення жиру* (°C) – це температура, за якої жир переходить з твердого стану у рідкий. Чітко вираженої температури переходу із твердого стану в рідкий не існує, однак за температурою плавлення можливо відрізнити тваринні жири різного походження. Температура плавлення жиру буде тим нижча, чим більше в його складі ненасичених жирних кислот, особливо стеаринової. Для свинячого жиру вона коливається у межах 30–46 °C.

Температура плавлення характеризує засвоюваність підшкірного жиру. Підшкірний жир з низькою температурою плавлення добре засвоюється, тому що, потрапляючи в організм людини, він легко переходить в рідкий стан і добре емульгується в травному тракті. Крім того, температура плавлення є константою, дуже чутливою до домішок, тому за температурою плавлення можна провести ідентифікацію жиру і визначити ступінь його чистоти.

Метод визначення температури плавлення полягає в поступовому нагріванні твердого жиру в певних умовах до моменту розплавлення, який характеризують за рухливістю або прозорістю. Температуру плавлення на практиці встановлюють за температурою, при якій жир стає рухливим.

Використовують два капілярні методи визначення температури плавлення: *за стіканням краплини жиру в капілярі з розширенням і за підніманням жиру в капілярі, відкритому з двох кінців*. Методи гуртуються на фіксації температури плавлення жиру за стіканням його краплі з розширеної капілярної трубочки у вузьку частину або за підніманням стовпчика жиру в капілярі, відкритому з двох кінців.

Методика визначення першим методом. У капілярі з розширенням (внутрішній діаметр близько 10 мм і діаметр кулястого розширення близько 15 мм) досліджуваний зразок жиру нагрівають на водяній бані у фарфоровій чашці до цілковитого розплавлення і фільтрують. У кулясту частину чистого сухого капіляра поміщають піпеткою 1–2 краплі розплавленого жиру. Жиру дають застигнути, поміщаючи капіляр на лід і витримуючи протягом 10 хв або залишаючи на 24 год за кімнатної температури.

Потім капіляр із застиглим жиром прикріплюють до термометра гумовим кільцем так, щоб проба жиру була на одному рівні з ртутною кулькою термометра. Термометр прикріплюють до кільця на штативі та поміщають у колбу з водою, верхній кінець капіляра має бути вищим за рівень води. Колбу встановлюють на електричній плиті. Температура води у колбі має бути 15–18 °С. Поступово нагрівають воду у колбі з швидкістю спочатку близько 2 °С за хвилину, а з наближенням до очікуваної температури плавлення – 1 °С за хвилину.

За температуру плавлення беруть температуру, за якої жир з кулястої частини починає стікати в нижню частину капіляра.

Методика визначення другим методом. У капілярі (внутрішній діаметр 1–1,2 мм, довжина 50–60 мм), відкритому з двох кінців, дослідний зразок жиру нагрівають на водяній бані у фарфоровій чашці до цілковитого розплавлення і фільтрують. Чистий, сухий, відкритий з двох кінців капіляр занурюють одним кінцем в розплавлений жир так, щоб висота підйому його в капілярі становила 10 мм. Капіляр з жиром

поміщають на лід витримують протягом 10 хв або залишають на 24 год за кімнатної температури.

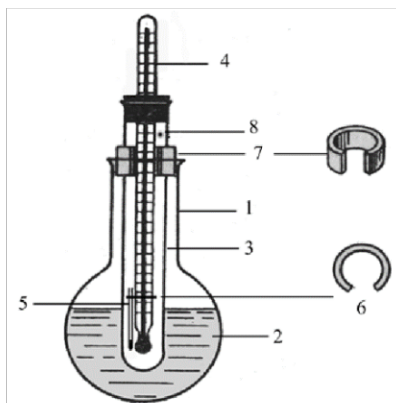


Рис. 6.2. Прилад для визначення температури плавлення

1 – колба; 2 – теплоносій;
3 – пробірка; 4 – термометр;
5 – капіляр з жиром; 6 – кільце для кріплення капіляра;
7 – кільце для кріплення пробірки, 8 – отвір в пробірці.



Рис. 6.3. Прилад для визначення температури плавлення жиру Biobase MPTD-1.

Після цього капіляр прикріплюють до термометра тонким гумовим кільцем (рис. 6.2) так, щоб стовпчик жиру перебував на одному рівні з ртутною кулькою термометра. Потім термометр з капіляром опускають у колбу із водою на таку глибину, щоб верхній кінець капіляра був вищий за рівень води. Температура води у колбі має бути 15–18 °С. Стежать, щоб в незаповнений кінець капіляра не потрапила вода. Поступово воду в колбі нагрівають спочатку із швидкістю приблизно 2 °С за хвилину, а з наближенням до очікуваної температури плавлення – 1 °С за хвилину.

За температуру плавлення приймають температуру, за якої жир в капілярі починає підніматися.

Визначення проводять не менше трьох разів, за результат приймають середнє арифметичне з двох паралельних дослідів, які мають відрізнитися не більше ніж на 0,5 °С.

Сьогодні є ряд сучасних приладів для більш точного визначення точки плавлення жиру. Один з таких приладів Biobase MPTD-1 (рис. 6.3).

3) *число омилення (кислотне число) жиру* показує, скільки міліграмів їдкого калію (KOH) необхідно для омилення і нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г жиру. Для свинячого жиру воно становить 190–202 мг KOH/г.

Число омилення є важливим показником якості тваринних жирів і нормується усіма стандартами та технічними умовами. Значення числа омилення характеризує товарний сорт та доброякісність жиру.

Число омилення визначають титриметричним методом. Метод ґрунтується на титруванні проби жиру розчином гідроксиду калію за наявності фенолфталеїну. Як розчинник використовують нейтральну суміш етанолу з діетиловим ефіром.

Методика визначення. Для проведення дослідження готують суміш етилового ефіру та етилового спирту в співвідношенні 2:1 з відповідним індикатором, нейтралізовану розчином гідроокису калію або гідроокису натрію до слабкої зміни забарвлення індикатора. Розчин індикатора додають до спиртово-ефірної суміші з розрахунку, щоб у 250 мл спиртово-ефірної суміші містилося 1 мл розчину фенолфталеїну за дослідження жирів тваринного походження.

Наважку досліджуваного жиру 3–5 г зважують в конічну колбу, розтоплюють на водяній бані, доливають 50 мл нейтралізованої спиртово-ефірної суміші і збовтують.

Одержаний розчин за постійного помішування швидко титрують розчином гідроокису калію або гідроокису натрію до чіткої зміни забарвлення, зумовленого наявністю індикатора (фенолфталеїн – рожеве, тимолфталеїн – синє).

Якщо за титрування рідина мутніє, то в колбу додають 5–10 мл спиртово-ефірної суміші і збовтують до зникнення мутнуватості; за необхідності колбу з вмістом можна злегка нагріти на водяній бані, охолодити до кімнатної температури і потім закінчити титрування.

За титрування 0,1 моль/л водним розчином гідроокису калію або гідроокису натрію об'єм спирту, вживаного у складі спиртово-ефірної суміші, з метою уникнення гідролізу мила, що утворюється, має перевищувати близько у п'ять разів кількість витраченого розчину гідроокису калію або гідроокису натрію.

Число омилення розраховують за формулою:

$$\text{ЧО} = \frac{V \times K \times 5.61}{m}, \quad (6.5)$$

де ЧО – число омилення, мг КОН/г; V – об'єм 0,1 моль/л розчину гідроокису калію або гідроокису натрію, витраченого на титрування, мл; K – поправка до розчину лугу для перерахунку на точний 0,1 моль/л розчин; 5,61 – кількість гідроокису калію, що міститься в 1 мл 0,1 моль/л розчину; m – наважка досліджуваного жиру, г.

За кінцевий результат дослідження приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень;

4) *йодне число (пероксидне число) жиру* показує скільки грамів йоду може приєднатися до 100 г жиру. Чим більше в жирах міститься ненасичених жирних кислот, тим вище значення йодного числа і тим м'якше жир. Тверді жири мають низькі значення йодного числа, рідкі – високі. За йодним числом можна визначити природу жиру і його чистоту. Тому цей показник має важливе значення за ідентифікації особливо тваринних жирів. Для свинячого жиру йодне число становить 46–66 I₂ г/100 г або %. Йодне число змінюється залежно від виду згодованих кормів, породи, сезонних чинників та індивідуальних особливостей тварин.

Для визначення йодного числа жиру використовують йодометричний метод (згідно з ДСТУ 4569:2006). Є декілька варіантів цього методу, що відрізняються здебільшого кількістю і співвідношенням використовуваних розчинників та оцтової кислоти, способом введення йодиду калію, тривалістю взаємодії його з жиром до титрування тіосульфатом натрію, а також одиницями виміру пероксидного числа. Найпоширенішими є методи Гюбля (із застосуванням йодно-ртутного розчину), Кауфмана, Війса, Гануса, Вобурна. Три перших з перерахованих методів є стандартизованими.

За принципами ці методи ґрунтуються на реакції взаємодії продуктів окиснення жирів (пероксидів та гідропероксидів) із йодистим калієм у розчині оцтової кислоти і хлороформу та подальшому кількісному визначенні йоду, що виділився, розчином тіосульфату натрію, титрометричним методом.

Методика визначення. У конічну колбу з притертим корком вносять наважку жиру 0,8–1,0 г, розплавляють на водяній бані. По стінці колби, змиваючи сліди жиру, вливають з циліндра 10 мл хлороформу, а потім з іншого циліндра – 10 мл льодяної оцтової кислоти. Швидко додають 0,5 мл насиченого свіжоприготованого розчину йодистого калію. Закривають колбу корком, змішують вміст колби обертальним рухом і одночасно перевертають пісочний годинник або вмикають секундомір. Колбу ставлять в темне місце на 3 хв. Потім додають 100 мл дистильованої води, в яку заздалегідь додано 1 мл розчину крохмалю. Титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення синього забарвлення.

Паралельно проводять контрольний дослід (без жиру) зі збереженням всіх умов основного досліді.

Йодне число розраховують за формулою:

$$\text{ЙЧ} = \frac{(V - V_1) \times K \times 0,01269 \times 100}{m}, \quad (6.6)$$

де ЙЧ – йодне число, в г на 100 г жиру або в %; V – об'єм 0,1 н розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування за проведення основного досліду з наважкою жиру, мл; V₁ – об'єм 0,1 н розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування за проведення контрольного досліду (без жиру), мл; 0,01269 – кількість йоду, що відповідає 1 мл 0,1 н тіосульфату натрію, г; К – поправковий коефіцієнт до 0,1 н розчину тіосульфату натрію; m – маса наважки жиру, г; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г жиру;

5) *густина жиру* показує відношення маси жиру до його об'єму. Характеризує склад жирних кислот, що входять до молекули тригліцериду. Густина жирів зменшується зі збільшенням молекулярної маси жирних кислот і збільшується з підвищенням ступеня їх ненасиченості. Густина також є ознакою доброякісності жирів. За збільшення вмісту вільних жирних кислот густина жирів знижується. Фосфатиди і продукти окислення підвищують цей показник. Густина свинячого жиру становить 0,931–0,938 г/см³.

Густину жиру визначають за допомогою пікнометра.

Методика визначення. Вимитий і просушений пікнометр зважують на аналітичних вагах, потім заповнюють його свіжою дистильованою водою до рівня трохи вище мітки або до країв капілярної трубки і витримують у термостаті при температурі 20 °С не менш 30 хв, регулюючи температуру в межах $\pm 0,1$ °С. За особливо точних вимірювань температуру варто підтримувати постійною з точністю $\pm 0,01$ °С. Коли температура води в пікнометрі, а отже, і її рівень перестануть змінюватися, надлишок води над міткою видаляють або за допомогою піпетки з капілярним кінцем, або смужкою фільтрувального паперу. Після цього пікнометр закривають пробкою і ретельно обтирають зовні шматком лляної або батистової тканини, що не залишає на поверхні пікнометра волокон, дають йому можливість прийняти температуру навколишнього повітря і зважують. Цю операцію повторюють 2–3 рази і знаходять середнє значення маси.

У пікнометр вливають за допомогою піпетки або невеликої лійки з тонким кінцем розплавлений жир у такій кількості, щоб він заповнив від 1/3 до 1/2 об'єму пікнометра. Пікнометр ставлять на 0,5–1,0 год на водяну баню, нагріту до 60–70 °С, потім охолоджують до температури 20 °С і зважують. Надалі доводять до мітки дистильованою водою за температури 20 °С. Витирають досуха і знову зважують. Між поверхнею жиру і води не має бути бульбашок повітря. Для видалення повітря пікнометр час від часу струшують.

Щоб виміряти в пікнометрі густину жиру, проводять три зважування: досліджуваного зразка жиру на повітрі (m), пікнометра,

наповненого дистильованою водою (m_1), і пікнометра, наповненого жиром і дистильованою водою (m_2).

Густина жиру розраховують за формулою:

$$\rho = \frac{m \times 0,99820}{m - (m_2 - m_1)}, \quad (6.7)$$

де ρ – густина жиру, г/см³; m – досліджуваного зразка жиру на повітрі, г; m_1 – маса пікнометра з дистильованою водою, г; m_2 – маса пікнометра з жиром і дистильованою водою, г; 0,99820 – густина води за температури 20 °С;

б) *консистенція (щільність) жиру* (мм) – визначають методом пенетрації. Метод ґрунтується на дослідженні структурно-механічних властивостей напівтвердих і твердих продуктів через визначення опору продуктів на проникнення в них інденторів із строго певними розмірами, масою і матеріалом за певної температури і за певний час. За одиницю пенетрації прийнятий 1 мм. Щільність жиру характеризує його консистенцію.

Для визначення консистенції жиру використовують *пенетрометри* різних типів (рис. 6.4, 6.5).



Рис. 6.4. Пенетрометр PNR 12.



Рис. 6.5. Пенетрометр PNR 21-Rheotex.

Методика визначення. Шматок підшкірного жиру (5×5 см) розміщують під голку пенетрометра так, щоб кінчик голки, яка знаходиться під певним тиском, проникла в підшкірний жир. На циферблаті або екрані приладу фіксують глибину (мм) проникнення голки в підшкірний жир. На кожному зразку роблять не менше п'яти

вимірів (чотири по краях, відступивши від краю на 1 см, і один в середині зразка).

7) *показник заломлення жиру* характеризує здатність жиру заломлювати промінь світла, який проходить через нього. Чим більше у складі жиру ненасичених і високомолекулярних жирних кислот, тим вище показник його заломлення.

Показник заломлення жиру встановлюють за допомогою різних рефрактометрів – універсального рефрактометра РПУ з точністю вимірювання 0,001, універсального рефрактометра ИРФ-22 з точністю вимірювання 0,0002, а також РПЛ-3 та ін. Показник заломлення жиру знаходять за температури, близької до температури його плавлення (40 °С).

Методика визначення. На нижню призму рефрактометра скляною паличкою наносять краплю досліджуваного жиру. Потім опускають освітлювальну призму і закривають головку рефрактометра, слідкуючи за тим, щоб рідина повністю заповнювала щілину між призмами. Освітлювальне дзеркальце встановлюють у такий спосіб, щоб світло, яке подається в освітлювальну призму рівномірно освітлювало поле зору. У вимірювальну головку подають термостатуючу рідину і по термометру слідкують за температурою. Рухаючи маховичок, який знаходиться на лівій стороні рефрактометра, змінюють відносне розміщення освітлювальної та вимірювальної призм і знаходять межу світла та тіні. Рухаючи маховичок компенсатора дисперсності вилучають забарвленість межі розділу. Потім маховичком, який розташований на лівій стороні корпусу рефрактометра, точно суміщають межу розділу з точкою перетину ниток і знаходять на шкалі приладу показник заломлення. Вимірювання повторюють 2–3 рази з точністю до 0,0002 і беруть середнє значення одержаних величин. Після закінчення визначення поверхню призми очищають ватою, спочатку змоченою в діетиловому ефірі, а потім сухою.

Коефіцієнт заломлення свинячого жиру становить 1,4500–1,4560.

Величину показника заломлення у разі необхідності переводять у *число рефракції*, користуючись спеціальною таблицею. Для свинячого жиру воно становить 49–52.

ТЕМА 7

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ДОРОСЛОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ ПРОМИСЛОВОГО І БАТЬКІВСЬКОГО СТАДА ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники продуктивності дорослої сільськогосподарської птиці, які вивчають під час проведення наукових досліджень на промислових птахокомплексах з виробництва харчових і інкубаційних яєць. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Відомчими нормами технологічного проєктування ВНТП-АПК-04.05 «Підприємства птахівництва» сільськогосподарську птицю (кури, індики, гуси, качки, цесарки, перепели) поділяють на три основні категорії:

- 1) доросла птиця;
- 2) ремонтний молодняк;
- 3) молодняк, що вирощують на м'ясо.

До категорії дорослої належить птиця старше вказаного віку (в тижнях):

- 1) кури яєчних порід білих кросів – 21;
- 2) кури яєчних порід коричневих кросів – 20;
- 3) кури м'ясо-яєчних порід – 26;
- 4) кури м'ясо-яєчних порід – 26;
- 5) індики материнських ліній – 33;
- 6) індики батьківських ліній – 36;
- 7) качки легких кросів – 26;
- 8) качки важких кросів – 28;
- 9) качки мускусні – 27;
- 10) гуси – 34;
- 11) цесарки – 30;
- 12) перепели – 7.

Доросла птиця залежно від виробничого призначення поділяється на птицю *племінного стада* – вихідні лінії, прабатьківське і батьківське стадо (кури, індики, качки, гуси, цесарки, перепели) та *промислового стада* (кури, перепели).

Молодняк птиці залежно від виробничого призначення поділяють на:

- 1) ремонтний молодняк, що вирощують для заміни племінного стада;
- 2) ремонтний молодняк, що вирощують для заміни промислового стада;
- 3) молодняк, що вирощують на м'ясо.

Під час проведення наукових досліджень на промислових птахокомплексах з виробництва харчових або інкубаційних яєць визначають наступні *основні* показники продуктивності дорослої сільськогосподарської птиці:

1. *Несучість* – кількість яєць, знесених самкою сільськогосподарської птиці за певний період (місяць, цикл яйцекладки, рік).

Визначають:

а) несучість на початкову несучку:

$$\text{НПН} = \frac{\text{КЯП}}{\text{ППН}}, \quad (7.1)$$

де НПН – несучість на початкову несучку, шт. яєць; КЯП – кількість одержаних яєць за період, шт.; ППН – початкове поголів'я несучок, гол.

б) несучість на середньофуражну несучку:

$$\text{НСФН} = \frac{\text{КЯП}}{\text{СФПН}}, \quad (7.2)$$

де НПН – несучість на середньофуражну несучку, шт. яєць; КЯП – кількість одержаних яєць за період, шт.; СФПН – середньофуражне поголів'я несучок, гол.

Середньофуражне поголів'я несучок за період розраховують за формулою:

$$\text{СФПН} = \frac{\Sigma \text{ФД}}{\text{Т}}, \quad (7.3)$$

де СФПН – середньофуражне поголів'я несучок за період, гол; $\Sigma \text{ФД}$ – кількість фуражних днів за період, днів; Т – кількість днів у періоді, днів.

Методика обчислення загальної кількості фуражних днів за певний період наведена в темі 4.

в) несучість на птахомісце:

$$\text{НП} = \frac{\text{КЯП}}{\text{КП}}, \quad (7.4)$$

де НП – несучість на птахомісце, шт. яєць; КЯП – кількість одержаних яєць за період, шт.; КП – кількість птахомісць (вмістимість пташника), гол.

2. *Компоненти несучості:*

а) *вік настання статевої зрілості*, діб – у самок це кількість днів від вилуплення до знесення ними першого яйця, у самців – це кількість днів від вилуплення до дня отримання від них повноцінної сперми. Вік настання статевої зрілості молодок конкретного стада вимірюється у днях від вилуплення, до досягнення групою одновікової птиці 30 % інтенсивності несучості;

б) *висота досягнення піку несучості* – максимальна інтенсивність несучості протягом певного періоду (тиждень, місяць, цикл яйцекладки, рік);

в) *темп зростання несучості* – визначають, як середньомісячне (або середньотижневе) збільшення інтенсивності несучості за період від початку біологічного циклу до піку;

г) *темп зниження несучості* – показник, що характеризує здатність птиці швидко або повільно знижувати несучість у період після досягнення піку;

д) *вирівняність кривої несучості* – показник, що характеризує здатність протистояти дії шкідливого стрес-чинника без зниження несучості і здатності стабілізувати її після спаду. Вирівняність несучості розраховують за формулою:

$$B = 100 - (I_1 - I_2) + (I_1 - I_3), \quad (7.4)$$

де B – коефіцієнт вирівняності несучості, %; I_1 – інтенсивність несучості за період, попередній до спаду, %; I_2 – інтенсивність несучості в період її максимального спаду, %; I_3 – інтенсивність несучості в період після спаду, %.

Інтенсивність несучості за певний період розраховують за формулою:

$$I_n = \frac{\text{КЯП}}{\Sigma \text{ФД}} \times 100 \%, \quad (7.5)$$

де I_n – інтенсивність несучості за період, %; КЯП – кількість одержаних яєць за період, шт.; $\Sigma \text{ФД}$ – кількість фуражних днів за період, днів;

ж) *інтенсивність стійкості несучості* розраховують за формулою:

$$I_{\text{сн}} = \frac{I_c}{I_m}, \quad (7.6)$$

де $I_{\text{сн}}$ – інтенсивність стійкості несучості; I_c – середня інтенсивність несучості за біологічний цикл, %; I_m – максимальна інтенсивність несучості за місяць, %;

е) *тривалість біологічного циклу яйцекладки*, діб – період від початку несучості (знесення птицею першого яйця) до припинення несучості (чергового линяння).

3. *Жива маса птиці*, кг – індивідуальним зважуванням щомісячно упродовж періоду яйцекладки.

4. *Збереженість птиці за період використання*, % – за допомогою щоденного обліку птиці, що вибула із стада, з встановленням причин відходу. Розраховують збереженість за відношенням кількості птиці

наприкінці періоду використання до кількості птиці на початку періоду використання, і виражають у відсотках.

5. *Витрати кормів (на одну голову)*, кг – груповим методом упродовж періоду використання.

6. *Витрати корму на одиницю продукції (1000 шт. яєць)*, кг/1000 шт. яєць – розрахунковим методом.

З метою комплексної оцінки продуктивних якостей дорослої птиці розраховують індекс ефективності несучості за формулою:

$$\text{ІЕН} = \frac{30(M_{\text{я}})^2 \times I_{\text{н}}}{M_{\text{н}} \times B} \times \frac{3}{100}, \quad (7.7)$$

де ІЕН – індекс ефективності несучості; $M_{\text{я}}$ – середня маса одного яйця, г; $I_{\text{н}}$ – інтенсивність несучості, %; $M_{\text{н}}$ – середня жива маса однієї дорослої несучки, г; B – витрати корму на одну голову за період яйцекладки, г/доб.; 3 – збереженість поголів'я за період яйцекладки, %.

Методи обліку несучості

У сучасному птахівництві застосовують два методи обліку яєчної продуктивності – *індивідуальний та груповий*.

Індивідуальний метод обліку кількості знесених яєць застосовують на племінних заводах (у селекційних стадах). Для цього використовують контрольні гнізда або утримання в індивідуальних клітках. Контрольні гнізда влаштовані на зразок пастки, якщо курка зайшла у гніздо, самотійно вийти вона не зможе, а лише після того, як обліковець зареєструє знесене яйце і випустить птицю. Контрольні гнізда для курей на ніч закривають, а для гусей і качок залишають відкритими, оскільки останні починають яйцекладку рано вранці.

Груповий метод обліку кількості знесених яєць застосовують в племінних птахорепродукторах (у пробатьківських і батьківських стадах) і на птахофабриках (у промислових стадах). Облік проводять за кількістю знесених яєць птицею конкретного стада за певний період.

До *додаткових* показників, які контролюють під час проведення наукових досліджень належать показники якості яєць.

За дослідження харчових яєць, отриманих від птиці промислового стада визначають наступні показники:

1. Фізичні якості яєць:

а) *маса яйця*, г – за допомогою індивідуального зважування на електронних вагах з точністю до 0,1 г, зібраних за 5 суміжних діб;

б) *індекс форми яйця*, % – визначають за відношенням малого діаметра до великого, і виражають у відсотках. Великий і малий діаметри яйця вимірюють штангенциркулем. Для визначення індексу форми яйця також використовують спеціальний прилад – індексомір ИМ-1 (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Индексомір ИМ-1.

в) *пружна деформація яйця*, мкм – величина прогину шкаралупи яйця в місці прикладання певного вантажу. Вимірюють приладами ПУД-1, ПУД-2, ПУД-2Э конструкції П.П. Царенко. Вимір пружної деформації шкаралупи за допомогою приладів є методом непрямої оцінки міцності шкаралупи.

Методика визначення. Яйце кладуть горизонтально в спеціальне гніздо підйомного столика приладу гострим полюсом (кінцем) вліво і, обертаючи барабан, піднімають до зіткнення з вимірювальним стрижнем мікроіндикатора, а потім – до

установки стрілки на нуль. При цьому стрижень мікроіндикатора, приймаючи на себе вантаж, давить на шкаралупу із силою 0,5 кг (4,9 Н). Якщо стрілка перейшла нуль, її скидають в початкове положення і підводять знову (не можна підводити до нуля проти годинникової стрілки). Натискаючи кнопку біля основи приладу, звільняють яйце від навантаження. Деформована під дією вантажу шкаралупа випрямляється, піднімає стрижень мікроіндикатора, і стрілка приладу показує величину пружної деформації в мікрометрах (мкм). Регулюють прилад ПУД-1, послабляючи гвинт у верхній бічній частині корпусу і трохи зміщуючи мікроіндикатор вгору або вниз. Вимір величини пружної деформації яєць слід проводити не раніше 1-ої доби після того, як їх знесено, оскільки у свіжих яєць шкаралупа ще недостатньо зміцнилася, і покази можуть бути занижені. Не слід вимірювати пружну деформацію яєць з пошкодженою шкаралупою.

Для кожного приладу можна побудувати калібрувальну криву для перерахунку пружної деформації в товщину шкаралупи. Для побудови кривої підбирають групу яєць (15 шт.) з однаковою деформацією шкаралупи, наприклад 18 мкм. Так само підбирають ще групи з деформацією, наприклад, 21, 24 і 27 мкм. Бажано, щоб яйця усіх груп були середні за масою та формою. Потім по кожній групі точно визначають середню товщину шкаралупи в тій же ділянці, де була виміряна пружна деформація. Криву будують на міліметрівці, відкладаючи по горизонтальній осі величину деформації, а по вертикальній – товщину шкаралупи. Зручно 1 мкм деформації і 10 мкм товщини шкаралупи привести до масштабу 1 см. Знаючи середню пружну деформацію проби яєць, по кривій легко визначити середню товщину шкаралупи;

г) *товщина шкаралупи яйця*, мм – неоднакова на різних ділянках яйця і тому її вимірюють у трьох точках: в середній частині (екваторіальній), на тупому і гострому кінцях. Її визначають за допомогою мікрометрів різної конструкції, з точністю до 0,01 мм (рис. 7.2, 7.3).



Рис. 7.2. Мікрометр Vaxlo. Рис. 7.3. Цифровий мікрометр Vogel.

Методика визначення. Видаляють вміст яйця, внутрішню поверхню промивають теплою водою і підсушують фільтрувальним папером. Від екваторіальної частини, тупого і гострого кінців шкаралупи по черзі відламують невеликі частинки і видаляють пінцетом (без зубчиків) підшкаралупну оболонку. Частинку шкаралупи затискають стрижнями мікрометра, рухливий барабан якого обертають до тих пір, поки стрілка на контрольній шкалі не досягне нуля. Потім відраховують показання по шкалі мікрометра.

Товщину частинок кожної ділянки шкаралупи вимірюють не менше трьох разів, потім обчислюють середню величину;

д) *міцність шкаралупи яйця*, кг/см^2 – показник якості яєчної шкаралупи, що визначають вимірюванням навантаження, яке витримує шкаралупа до порушення її цілості. Міцність визначають за допомогою різних пристроїв, що реєструють максимальний тиск на шкаралупу у момент її руйнування (рис. 7.4, 7.5). Шкаралупу або роздавлюють до появи тріщини, або проколюють голкою офтальмодинамометра (діаметр 0,4 мм) з резиновим обмежувачем. Є також метод виміру міцності шкаралупи методом проколу, але за обмеженого введення голки в шкаралупу (всього на 80–100 мкм);



Рис. 7.4. Тестер EG-001.



Рис. 7.5. Прилад Egg Force Reader.

ж) щільність яйця, г/см^3 – визначають через занурення яйця у посудини з соляними розчинами різної густини (від 1,050 до 1,090 г/см^3) з інтервалом 0,005 г/см^3 за температури 20 °С. Щільність розчинів перевіряють ареометром.

Методика визначення. Яйце занурюють в розчин з найнижчою щільністю. Якщо воно опустилося на дно, його перемішують послідовно з одного розчину в інший – від меншої щільності до більшої, поки воно не опиниться в зваженому стані. Коли яйце знаходиться в зваженому стані, то його щільність дорівнює щільності розчину.

Є ще один метод визначення щільності яєць, який заснований на визначенні різниці між масою яйця у повітрі і у воді. За різницею маси яйця у повітрі та воді визначають об'єм яйця, враховуючи, що 1 см^3 води за температури 20 °С дорівнює 1 г.

Методика визначення. Спочатку яйце зважують звичайним способом (в повітрі). Для визначення маси яйця у воді використовують переобладнані ваги ВЛТК. Щоб зважити яйце у воді (воно має бути в підвішеному стані), його поміщають в дротяний або капроновий кошик, або кільце діаметром 2,5–3 см, що закріплені на вільному кінці коромисла, і повністю занурюють в посудину з водою. Ваги після переобладнання мають бути приведені до нуля. Яйце зважують з точністю до 0,01 г. Під час дослідження використовують лише дистильовану воду, температуру 20 °С.

Щільність яйця розраховують за формулою:

$$P = \frac{m_{\text{п}}}{m_{\text{п}} - m_{\text{в}}}, \quad (7.8)$$

де P – щільність яйця, г/см³; $m_{\text{п}}$ – маса яйця в повітрі, г; $m_{\text{в}}$ – маса яйця у воді, г. У цій формулі різниця ($m_{\text{п}} - m_{\text{в}}$) дорівнює об'єму яйця.

Метод простий та зручний, проте вимагає ретельності. Зокрема, необхідно стежити за точністю урівноваження тари (кошики), за температурою дистильованої води і не допускати наявності бульбашок повітря на поверхні шкаралупи. Яйця, що досліджують, мають бути свіжими.

2. Морфологічні якості яєць:

а) маса білка, жовтка та шкаралупи, г.

Методика визначення. Яйце зважують з точністю до 0,1 г. Потім проколом ножицями в тупому кінці шкаралупи вирізують овальний отвір діаметром 3–4 см. Вміст яйця обережно виливають на годинникове скло. Білок, що залишився в шкаралупі, відсмоктують піпеткою. Зрізану частину шкаралупи з дрібними шматочками шкаралупи, що відламані за розрізу яйця, поміщають в шкаралупу, і все зважують.

Шари білка розділяють наступним способом: спочатку піпеткою з діаметром отвору 1 мм відсмоктують зовнішній рідкий шар і поміщають його в бюксу з притертою кришкою (бюкси попередньо мають бути зважені та пронумеровані). Після видалення зовнішнього шару білка, в двох-трьох місцях ножицями підрізають середній щільний шар білка (щоб не пошкодити жовток, гострі кінці ножиць мають бути звернені в протилежну сторону від нього). При цьому з білкового мішка витікає внутрішній рідкий білок, який відсмоктують тією ж піпеткою, що і зовнішній, і поміщають його в наступну бюксу. Піпеткою з діаметром отвору 2 мм відсмоктують щільний шар білка, після чого з жовтка пензликом або курячим пером знімають внутрішній щільний (халазевий) шар білка, захоплюють його пінцетом і поміщають в бюксу. Від жовтка ножицями обережно відокремлюють градинки (халази) і пінцетом переносять у ту ж бюксу. Жовток, звільнений від білка, поміщають в п'яту бюксу. Всі відібрані зразки білка і жовтка зважують з точністю до 0,01 г.

Якщо потрібно розділити білок, жовток і шкаралупу, то після того як вміст яйця буде вилито на годинникове скло, щільний білок розрізають в декількох місцях, потім весь білок обережно зливають у чашку Петри, притримуючи жовток скляною паличкою. У цьому випадку зважують лише жовток і шкаралупу. Масу білка визначають за різницею між масою яйця та масою жовтка і шкаралупи;

б) співвідношення складових частин яйця, % – визначають розрахунковим методом і виражають у відсотках від маси цілого яйця;

Співвідношення білка і жовтка визначають як відношення маси білка до маси жовтка;

в) положення і розміри повітряної камери (висота і діаметр), мм – порожнина в тупому кінці яйця між внутрішньою і зовнішньою підшкаралупними оболонками, заповнена повітрям.

Повітряна камера спостерігається під час овоскопіювання яйця у вигляді темної круглої плями, розміщеної, зазвичай, на тупому кінці. Якщо вона знаходиться в середній частині яйця, або ближче до гострого кінця, то такі яйця відносять до дефектних.

Розміри повітряної камери (висота і діаметр) залежать від терміну зберігання яйця. У щойно знесеного яйця повітряна камера відсутня, вона утворюється пізніше. У курячих яйцях повітряна камера з'являється протягом 6–60 хв. Її величина залежить від проникності шкаралупи, тривалості зберігання яєць та швидкості їх охолодження. На величину повітряної камери впливає маса яйця: чим більше яйце, тим більше повітряна камера, оскільки інтенсивність випаровування вмісту яйця прямо пропорційна площі його поверхні. Утворюється повітряна камера через те, що вміст яйця за охолодження зменшується в обсязі більше, ніж шкаралупа. Під час зберігання яєць відбувається випаровування вологи вмісту яйця і повітряна камера збільшується. Наприклад, у свіжих яєць (термін зберігання яких не перевищує 7 діб) її висота становить 2–4 мм, діаметр – 17–20 мм. У яєць, що зберігалися більш тривалий час, висота та діаметр повітряної камери мають більші розміри.

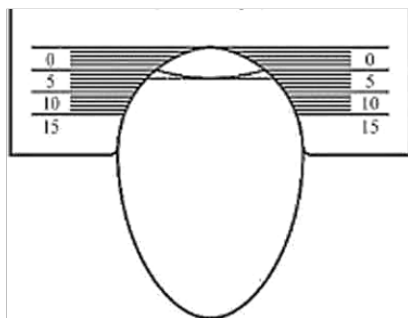


Рис. 7.6. Вимірювання повітряної камери яйця за допомогою трафарету.

Щоб визначити розміри повітряної камери потрібно під час овоскопування яєць олівцем окреслити її межі, а потім штангенциркулем виміряти висоту та діаметр. Висоту повітряної камери визначають, приставляючи центральний стрижень штангенциркуля до її межі, а край штангенциркуля на рівні центру. Висоту та діаметр повітряної камери зручно визначати за допомогою спеціального трафарету, виготовленого з міліметрового паперу і наклеєного на картон (рис.7.6).

3. Хімічні якості яєць:

- а) масова частка води, %;
- б) масова частка білка, %;
- в) масова частка жиру, %;
- г) масова частка вуглеводів, %;
- д) масова частка золи, %;

ж) *вміст біологічно активних речовин (вітамінів, омега-3 та омега-6 жирних кислот, мікроелементів та інших).*

Показники, що характеризують хімічні якості яєць, можна визначати як в цілому яйці, так і окремо в білку та жовтку.

Енергетичну цінність яєць (калорійність) розраховують за формулою:

$$K = \frac{16 \times M_{\text{ж}} + 2 \times M_{\text{б}}}{M_{\text{я}} - M_{\text{ш}}} \times 100, \quad (7.9)$$

де K – енергетична цінність у 100 г вмісту яйця, кДж; $M_{\text{ж}}$ – маса жовтка, г; $M_{\text{б}}$ – маса білка, г; $M_{\text{я}}$ – маса яйця, г; $M_{\text{ш}}$ – маса шкаралупи, г; 16 – константа енергії в 1 г жовтка, кДж/г; 2 – константа енергії в 1 г білка, кДж/г.

За дослідження інкубаційних яєць, отриманих від птиці прабатьківського та батьківського стада визначають наступні показники:

1. Фізичні якості яєць:

- а) маса яйця, г;
- б) індекс форми яйця, %;
- в) пружна деформація яйця, мкм;
- г) товщина шкаралупи яйця, мм;
- д) міцність шкаралупи яйця, кг/см²;
- ж) щільність яйця, г/см³.

2. Морфологічні якості яєць:

- а) маса білка, жовтка та шкаралупи, г;
- б) співвідношення складових частин яйця, %;
- в) положення і розміри повітряної камери (висота і діаметр), мм;
- г) індекс білка, % – це процентне співвідношення висоти зовнішнього шару білка до його середнього діаметра.

Методика визначення. Для визначення індексу білка загостреними ножицями вирізують в яйці овальний отвір довжиною 3–4 см. Щоб не пошкодити шар білка і жовткову оболонку, ножиці вводять під шкаралупу під гострим кутом не більше ніж на 2–3 см. Потім виливають вміст яйця на чисте з рівною поверхнею скло і обережно поміщають під стрижень мікрометра, який має бути піднятий. Скло краще розташувати на столику так, щоб воно знаходилося на рівні

очей. Потім вимірюють висоту шару щільного білка, а також малий і великий діаметри розтікання щільного білка на склі.

Індекс білка розраховують за формулою:

$$I_b = \frac{h}{(d+D):2} \times 100 \%, \quad (7.10)$$

де I_b – індекс білка, %; h – висота шару щільного білка, мм; d і D – малий і великий діаметри розтікання щільного білка на склі, мм;

д) *індекс жовтка*, % – це процентне співвідношення висоти жовтка, вилитого на скло (не випущеного з білка), до його середнього діаметра.

Методика визначення. Для вимірювання висоти жовтка стрижень мікрометра опускають до зіткнення з поверхнею його в центральній частині, визначаючи цей момент по зміні натягу поверхні жовтка. Потім вимірюють висоту щільного шару білка по його довгій осі, яка дорівнює половині відстані цього шару від жовтка.

У жовтку вимірюють поздовжній і поперековий діаметри за допомогою кронциркуля. Індекс жовтка розраховують за формулою:

$$I_{ж} = \frac{h}{(d+D):2} \times 100 \%, \quad (7.11)$$

де $I_{ж}$ – індекс жовтка, %; h – висота жовтка, мм; d – малий (поперековий) діаметр жовтка, мм; D – великий (поздовжній) діаметр жовтка, мм;

ж) *одиниця Хау* – це міра якості білка яєць на основі висоти його щільного шару. Висота щільного шару білка залежить від величини яйця. Тому для порівняння якості білка яєць різних за величиною за цим показником розроблена спеціальна таблиця, за якою визначають якість білка залежно від його висоти та маси яйця, яка виражається в одиницях Хау. Чим більша висота білка та менша маса яйця, тим більше одиниць Хау, тим вище якість білка яйця.

Якість білка в одиницях Хау розраховують за формулою:

$$HU = 100 \times \log(h - 1,7 \times W^{0.37} + 7.57), \quad (7.12)$$

де HU – якість яйця в одиницях Хау; h – висота білка, мм; W – маса яйця, г.

Цифровий тестер DET6500 від компанії NABEL (США) автоматично вираховує і виводить на екран показник одиниці Хау (рис. 7.7). Інший цифровий мікрометр Naugh від компанії Baxlo (Іспанія) також дозволяє швидко і точно визначити показник одиниці Хау (рис. 7.8).



Рис. 7.7. Цифровий тестер DET6500.



Рис. 7.8. Цифровий мікрометр Naugh.

3. Хімічні якості яєць:

- а) *вміст вітамінів у жовтку*, мкг/г – каротиноїдів, вітамінів А, В₂;
- б) *вміст вітамінів у білку*, мкг/г – вітаміну В₂.

4. Інкубаційні якості яєць:

За даними сортування яєць розраховують *вихід інкубаційних яєць* за формулою:

$$ВІЯ = \frac{КІЯ}{КПЯ} \times 100 \%, \quad (7.13)$$

де ВІЯ – вихід інкубаційних яєць, %; КІЯ – кількість інкубаційних яєць, шт.; КПЯ – кількість просорттованих яєць, шт.

За даними біологічного контролю інкубації яєць, який включає систему контролю якості інкубаційних яєць, ембріонального розвитку і якості добового молодняку птиці, визначають такі показники:

- а) *заплідненість яєць*, % – розраховують за формулою:

$$ЗЯ = \frac{КЗЯ}{ЗКА} \times 100 \%, \quad (7.14)$$

де ЗЯ – заплідненість яєць, %; КЗЯ – кількість запліднених яєць, шт.; ЗКА – загальна кількість яєць, закладених на інкубацію, шт.;

- б) *вихід молодняку*, % – розраховують за формулою:

$$ВМ = \frac{ККМ}{ЗКА} \times 100 \%, \quad (7.15)$$

де ВМ – вихід молодняку, %; ККМ – кількість кондиційного молодняку, гол.; ЗКА – загальна кількість яєць, закладених на інкубацію, шт.;

- в) *вихід кондиційного молодняку*, % – розраховують за формулою:

$$ВКМ = \frac{ККМ}{КДМ} \times 100 \%, \quad (7.16)$$

де ВКМ – вихід кондиційного молодняку, %; ККМ – кількість кондиційного молодняку, гол.; КДМ – кількість добового молодняку, гол.

Кондиційний молодняк – добовий молодняк без відхилень від фізіологічного розвитку.

Примітка. Ознаки молодняку без відхилень від фізіологічного розвитку такі: добре стоїть на ногах; швидко реагує на звук; має м'який підібраний живіт, щільно закрите пупове кільце, округлі блискучі очі, зовсім сухий пух.

г) *виводимість яєць*, % – розраховують за формулою:

$$ВЯ = \frac{ККМ}{КЗЯ} \times 100 \%, \quad (7.17)$$

де ВЯ – виводимість яєць, %; ККМ – кількість кондиційного молодняку, гол.; КЗЯ – кількість запліднених яєць, шт.

ТЕМА 8

ПОКАЗНИКИ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ МОЛОДНЯКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники продуктивності молодняку різних видів сільськогосподарської птиці, які вивчають під час проведення наукових досліджень на промислових комплексах по виробництву м'яса птиці. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

М'ясна продуктивність – це здатність птиці формувати максимальну кількість м'язової тканини у ранньому віці, за високої оплати кормів продукцією.

Під час проведення наукових досліджень на молодняку різних видів сільськогосподарської птиці, що вирощують на м'ясо, враховують ряд показників продуктивності, які можна розділити на дві групи: *прижиттєві та післязбійні*.

1) *жива маса молодняку* – визначають індивідуальним зважуванням (бажано на електронних вагах) на початку та наприкінці періоду вирощування, кг;

2) *збереженість молодняку за період вирощування* – визначають за допомогою щоденного обліку птиці, що вибула із групи, з встановленням причин вибуття, %;

3) *витрати корму на одну голову* – визначають груповим методом упродовж періоду вирощування, кг;

4) *витрати корму на одиницю продукції* (1 кг приросту живої маси) – визначають розрахунковим методом, кг комбікорму на 1 кг приросту живої маси (кг/кг).

Крім того, для аналізу характеристики росту молодняку різних видів сільськогосподарської птиці використовують похідні величини, такі як *абсолютний, відносний та середньодобовий прирости*, котрі розраховують за формулами відповідно 2.1, 2.2 та 2.3, наведеними в темі 2.

З метою комплексної оцінки продуктивних якостей молодняку різних видів сільськогосподарської птиці, що вирощують на м'ясо, розраховують таку інтегровану величину як *Європейський показник ефективності виробництва м'яса* (ЄПЕВ) за формулою:

$$\text{ЄПЕВ} = \frac{3 \times M}{Д \times B_k} \times 100, \quad (8.1)$$

де ЄПЕВ – Європейський показник ефективності виробництва м'яса, од.; 3 – збереженість молодняку за період вирощування, %; М – середня жива маса молодняку наприкінці періоду вирощування кг;

Д – тривалість періоду вирощування, діб; V_k – витрати корму на 1 кг приросту живої маси, кг.

Після забою молодняку сільськогосподарської птиці визначають товарно-технологічні властивості якості його тушок і м'яса.

Забійні та м'ясні якості молодняку сільськогосподарської птиці

З метою оцінки м'ясної продуктивності молодняку сільськогосподарської птиці проводять контрольний забій 3–5 особин з кожної піддослідної групи. За відбору птиці для контрольного забою середня жива маса їх має відповідати середній масі по даній групі наприкінці періоду вирощування.

Показниками м'ясної продуктивності молодняку сільськогосподарської птиці після забою є:

1) *забійна маса*, кг.

У птахівництві величина забійної маси залежить від технологічних особливостей післязабійної обробки тушок. Згідно з ДСТУ 3143:2013, залежно від способу оброблення, тушки птиці поділяють на *напівпатрані*, *патрані* та *патрані з комплектом потруху та шиєю*.

Напівпатрані – тушки, у яких видалено кишечник з клоакою, наповнене воло, яйцепровід та яєчник (у жіночих особин).

Патрані – тушки, у яких видалено всі внутрішні органи, голова (між другим та третім шийними хребцями), шия (без шкіри) на рівні плечових суглобів, лапки до заплюсневого суглоба чи нижче від нього, але не більше ніж на 20 мм. Внутрішній жир з нижньої частини живота не вилучають. Легені, нирки, копчикова залоза та гузка можуть бути у наявності або видалені.

Отже, патрана тушка птиці складається з грудної частини (грудини), ніжок, крил, спинки та абдомінального жиру.

Патрані тушки з комплектом потруху та шиєю – патрані тушки, в порожнину яких вкладено комплект обробленого потруху (серце, печінка без жовчного міхура, м'язовий шлунок без кутикули) та відділена шия з/без шкіри;

2) *забійний вихід*, % – відношення забійної маси (маси напівпатраної тушки або патраної тушки) до передзабійної маси птиці, виражене у відсотках;

3) *маса м'язів грудей та ніг*, г;

4) *співвідношення маси їстівних і неїстівних частин тушки*.

Їстівні частини тушки сільськогосподарської птиці – м'язи грудей, ніг, тулуба, печінка без жовчного міхура, серце, м'язовий шлунок без вмісту і кутикули, нирки, легені, шкіра з підшкірним жиром і внутрішній жир.

Неїстівні частини тушки сільськогосподарської птиці – ноги (лапи), голова, кістки тулуба і кінцівок, крила до ліктьового суглоба,

шлунково-кишковий тракт, яйцепровід, яєчник, сімєнники, трахея, гортань;

5) співвідношення маси м'язів і кісток тушки.

Показники, що характеризують забійні та м'ясні якості молодняку сільськогосподарської птиці визначають на остиглій, одержаній безпосередньо після забою птиці, з температурою не вище ніж 25 °С.

6) вгодованість тушки – оцінюють візуально.

За вгодованістю та якістю оброблення тушки, птицю всіх видів поділяють на першу категорію (Class «А» для експорту), другу (Class «В») та нестандартні (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Характеристика тушок молодняку сільськогосподарської птиці за категоріями.

Вид птиці	Характеристика вгодованості (нижня межа)	
	перша категорія (Class «А»)	друга категорія (Class «В»)
Курчата	М'язи тушки добре розвинуті. Відкладення підшкірного жиру у нижній частині живота і у вигляді переривчастої смуги на спині. Кіль грудної кістки злегка виділяється.	М'язи тушки розвинуті задовільно. Кіль грудної кістки виділяється, грудні м'язи утворюють кут без западин. Незначні відкладення підшкірного жиру в нижній частині спини та живота. Відкладення жиру можуть бути відсутні при цілком задовільно розвинутих м'язах тушки
Курчата-бройлери	М'язи тушки добре розвинуті. Форма груднини округла. Відкладення підшкірного жиру в нижній частині живота можуть бути незначними. Кіль грудної кістки не виділяється.	М'язи тушки розвинуті задовільно. Грудні м'язи з кілем утворюють кут без западин. Відкладення підшкірного жиру можуть бути відсутні. Кіль грудної кістки може виділятися.
Каченята	М'язи тушки добре розвинуті. Відкладення підшкірного жиру на груднині та животі. Кіль грудної кістки не виділяється.	М'язи тушки розвинуті задовільно. Невеликі відкладення підшкірного жиру на груднині та животі. Жирові відкладення можуть бути відсутні при задовільно розвинутих м'язах. Кіль грудної кістки може виділятися.

Продовження таблиці 8.1

Гусенята	М'язи тушки добре розвинуті. Відкладення підшкірного жиру на грудині та животі. Кіль грудної кістки не виділяється.	М'язи тушки розвинуті задовільно. Форма грудини кутаста. Незначні відкладення підшкірного жиру на животі. Підшкірний жир може бути відсутній при цілком задовільно розвинутих м'язах тушки. Кіль грудної кістки може виділятися.
Індичата	М'язи тушки добре розвинуті. Відкладення підшкірного жиру на грудині та животі. Кіль грудної кістки може злегка виділятися.	М'язи тушки розвинуті задовільно. Кіль грудної кістки виділяється, грудинні м'язи утворюють кут без западин. Незначні відкладення підшкірного жиру в нижній частині спини та живота. Відкладення підшкірного жиру можуть бути відсутні при цілком задовільно розвинутих м'язах тушки.
Цесарята	М'язи тушки добре розвинуті. Незначні відкладення жиру в нижній частині живота і у вигляді переривчастої смуги на спині. Кіль грудної кістки злегка виділяється.	М'язи тушки розвинуті задовільно. Грудні м'язи з кілем грудної кістки утворюють кут без западин. Невеликі відкладення жиру на нижній частині живота. Жирові відкладення можуть бути відсутні при цілком задовільно розвинутих м'язах. Кіль грудної кістки може виділятися.
Примітка. Тушки всіх видів птиці, які не задовольняють за вгодованістю вимогам другої категорії, відносять до нестандартних.		

Оцінка якості м'яса молодняку сільськогосподарської птиці

Якість м'яса молодняку сільськогосподарської птиці характеризується рядом показників, які можна розділити на три групи: *органолептичні, фізико-хімічні та хімічні.*

Органолептичну оцінку тушок м'яса птиці проводять за наступними показниками:

- 1) *зовнішній вигляд;*
- 2) *ступінь зняття оперення;*
- 3) *стан шкіри;*
- 4) *стан кісткової системи;*
- 5) *консистенція охолодженого м'яса;*

6) колір м'язової тканини, шкіри, підшкірного та внутрішнього жиру;

7) запах м'яса;

8) якість бульйону після варіння м'яса – оцінюють прозорість бульйону візуально, аромат, смак і наваристість – за допомогою органів чуттів. Оцінку проводять згідно з методикою, наведеної в темі2;

9) результати дегустації м'яса та бульйону (згідно з ДСТУ 4823.1:2007, ДСТУ 4823.2:2007) – дегустаційну оцінку здійснюють за допомогою органів чуттів за наступними показниками: зовнішній вигляд, колір, смак, запах (аромат), соковитість, консистенція (ніжність, жорсткість). Методика підготовки зразків м'яса та порядок проведення дегустаційної оцінки м'яса наведені в темі 2.

Органолептичні показники тушки птиці оцінюють згідно з вимогами, що наведені в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Органолептичні показники м'яса птиці.

Показник	Характеристика і норма
Зовнішній вигляд	Тушки птиці знекровлені, чисті, без залишків кишечника та репродуктивних органів. У патраних тушок внутрішня поверхня чиста, без згустків крові. У напівпатраних тушок порожнина рота і дзьоб очищені від корму та крові, ноги – від забруднень, наростів та наминів.
Ступінь зняття оперення	Оперення повністю видалено. Дозволено на тушках птиці першої категорії – одиничні пеньки чи колодочки, на тушках птиці другої категорії – незначна кількість пеньків чи колодочок, поодинокі розкиданих по поверхні тушки. Не дозволено наявність волосоподібного пір'я.
Стан шкіри	Чиста, суха, не завітрена, без подряпин, розривів, плям та синців. Дозволено: – намини на кілі грудної кістки у стадії легкого ущільнення шкіри, точкові крововиливи; – для тушок птиці першої категорії – одиничні подряпини чи невеликі садна і не більше ніж два розриви шкіри довжиною до 10 мм кожний, за винятком грудної частини, незначне злущування епідермісу шкіри;

Продовження таблиці 8.2

	– для тушок птиці другої категорії – незначна кількість подряпин та саден, не більше ніж три розриви шкіри довжиною до 20 мм кожний, злущування епідермісу шкіри, що не різко погіршує товарний вигляд тушки; – для тушок водоплавної птиці – невелике почервоніння на кінчиках крил та в окремих фолікулах пір'я. Не дозволено для тушок водоплавної птиці, яких піддавали воскуванню, залишки воску на шкірі.
Стан кісткової системи	Кісткова система без переломів і деформацій. Дозволено незначну деформацію та переломи плюсен і пальців, відсутність останніх сегментів крил. Для тушок молодшої птиці та тушок другої категорії дозволено незначні викривлення кіля грудної кістки.
Консистенція охолодженого м'яса	М'язи щільні, пружні. Якщо натиснути пальцем ямка, що утворилася, швидко вирівнюється.
Колір: м'язової тканини, шкіри, підшкірного та внутрішнього жиру	У курей, індичок і цесарок – від блідо-рожевого до рожевого. У качок і гусей – від темно-рожевого до темно-червоного. У курей, індичок і цесарок – блідо-жовтий з рожевим відтінком або без нього. У качок і гусей – жовтий, може бути жовтувато-сірого кольору з червонуватим відтінком. Блідо-жовтий або жовтий.
Запах м'яса	Властивий доброякісному м'ясу птиці, без сторонніх запахів.

Фізико-хімічні показники якості м'яса:

1) *активна кислотність м'яса (pH)* – визначають потенціометричним та індикаторним методами. Методики визначення активної кислотності м'яса наведені в темі 2.

2) *інтенсивність забарвлення м'яса* (од. екстикції $\times 1000$) – визначають переважно спектральним методом, а також екстракційним методом Хорнсі. Методики визначення інтенсивності забарвлення м'яса наведені в темі 2;

3) *ніжність м'яса* (с, см²/г загального нітрогену) – визначають фізичними (інструментальними) і хімічними методами. Методики визначення ніжності м'яса наведені в темі 2;

4) *вологосмність м'яса* (%) – визначають методами пресування або центрифугування. Методики визначення вологосмності м'яса наведені в темі 2;

5) *уварювання м'яса* (%) – втрати м'ясного соку за теплової обробки. Методика визначення уварювання м'яса наведена в темі 2.

Хімічні показники якості м'яса

Під час анатомічного розбирання та обвалення тушок здійснюють відбір середніх проб м'яса птиці, для проведення його хімічного аналізу. Проби м'яса птиці відбирають з тушок або півтушок у кількості не менше 3-х штук з кожної групи.

У випадку, якщо метою досліджень є вивчення, наприклад, хімічного складу м'язів грудей, стегна та гомілки, відбирають з кожної тушки птиці *“точкові проби м'язів”*. “Точкова проба” – це проба, взята одноразово з певної частини нештучної продукції (тушки або півтушки). Розмір точкових проб регламентується “Методичними рекомендаціями щодо відбору проб та зразків м'яса” (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2002 р. № 1862). Від тушки або півтушки із частини грудної клітини, стегна та гомілки на всю глибину м'язів відбирають три точкових проби по 0,05 кг кожна.

У випадку, якщо метою досліджень є вивчення, наприклад, хімічного складу м'яса птиці загалом, з кожної тушки спочатку формують *“об'єднану пробу м'яса”*, через відбирання з кожної тушки максимальної кількості м'язової тканини. Шматки м'яса подрібнюють, а отриману масу ретельно перемішують.

З об'єднаної проби, методом квартування формують *“середню пробу м'яса”* масою не менше 0,15 кг. “Середня проба” – частина об'єднаної проби, що складається із двох рівноцінних проб – *аналітичної* (використовують для лабораторного дослідження) та *контрольної* (зберігають в лабораторії протягом двох місяців і використовують для арбітражних досліджень).

Примітка. Квартування – метод отримання репрезентативної проби із більшої за об'ємом. Об'єднану пробу поміщають на горизонтальну, чисту поверхню і ретельно перемішують. З матеріалу проби формують квадрат (можна використовувати шаблон квадрата з діагоналями). Частину проби, що знаходиться в протилежних чвертях квадрату, відкидають. Залишки проби перемішують і повторюють попередню процедуру поки кількість матеріалу проби, що залишиться, не буде відповідати вимогам за вагою (об'ємом) до середньої проби.

Проби внутрішніх органів птиці – печінка, м'язовий шлунок, нирки, серце, легені – відбирають для дослідження цілком.

Для взяття проб м'яса та внутрішніх органів птиці застосовують різноманітні пристрої – ножі, ножиці, пінцети. Ножі та ножиці для взяття проб мають бути чистими і сухими.

Проби упаковують окремо в поліетиленові мішки, які обов'язково зав'язують. Кожну пробу забезпечують етикеткою, на якій вказують номер і назву проби, дату і місце відбору, її масу. Етикетку загортають у целофан і упаковують разом з пробкою.

З моменту відбору проб до початку досліджень проби зберігають за температури 0–2 °С не більше 3-х діб.

Під час хімічного аналізу м'яса визначають такі показники:

1) *масова частка загальної вологості (%)* – за допомогою висушування наважки до постійної маси у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси (згідно з ДСТУ ІСО 1442: 2005);

2) *масова частка нітрогену та білка (%)* – методом К'ельдаля (згідно з ДСТУ ІСО 937: 2005);

3) *масова частка жиру (%)* – екстрагуванням етиловим спиртом в апараті Сокслета (згідно з ДСТУ ІСО 1443: 2005);

4) *масова частка золи (%)* – через озолення наважки у муфельній печі за температури 525–550 °С (згідно з ДСТУ ІСО 936: 2008);

5) *калорійність (харчова або енергетична цінність) м'яса* (ккал або кДж) – розрахунковим методом за формулою (2.14), наведеною в темі 2.

6) *нетоксичність та відносна біологічна цінність м'яса* – мікрометодом з використанням тест-організму інфузорії Тетрахімена піриформіс, штам WH₁₄ (Микитюк, 2004).

7) *білковий якісний показник (БЯП)* – розрахунковим методом за відношенням триптофану (мг/%) до оксипроліну (мг/%).

Орієнтовні величини показників, що характеризують хімічний склад, енергетичну та біологічну цінність м'яса молодняку різних видів сільськогосподарської птиці наведені в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Хімічний склад, енергетична та біологічна цінність м'язів грудей та ніг молодняку сільськогосподарської птиці (за Соболевим О.І.).

Показник	М'язи	
	грудей	ніг
Курчата-бройлери		
Вміст, %:		
сухої речовини	24,7–25,1	27,1–27,2
білка	20,9–21,1	17,9–18,3
жиру	1,3–1,6	6,9–7,2
золи	1,2–1,3	1,1–1,2
Енергетична цінність, ккал/100 г	103,0–105,9	142,1–144,2
Кількість вирослих інфузорій, шт/мл	6,53–6,63 $\times 10^4$	8,71–8,80 $\times 10^4$
Відносна біологічна цінність, %	103,5–105,1	101,4–102,4
Гусенята		
Вміст, %:		
сухої речовини	27,0–27,5	26,2–27,0
білка	20,5–20,8	19,9–20,4
жиру	2,8–3,2	3,9–4,2
золи	1,6–1,7	1,2–1,4
Енергетична цінність, ккал/100 г	120,3–21,0	122,8–126,3
Кількість вирослих інфузорій, шт/мл	6,28–6,35 $\times 10^4$	8,12–8,24 $\times 10^4$
Відносна біологічна цінність, %	102,4–103,6	101,7–103,2
Каченята		
Вміст, %:		
сухої речовини	23,7–24,0	27,6–29,1
білка	20,0–20,2	19,0–19,5
жиру	1,8–2,3	6,9–8,3
золи	1,1–1,3	0,9–1,1
Енергетична цінність, ккал/100 г	102,4–104,6	145,2–158,4
Кількість вирослих інфузорій, шт/мл	5,74–6,02 $\times 10^4$	7,82–7,88 $\times 10^4$
Відносна біологічна цінність, %	100,9–105,8	102,6–103,4

ТЕМА 9

ПОКАЗНИКИ ВОВНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники вовнової продуктивності овець, які вивчають під час проведення наукових досліджень у вівчарських господарствах. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під час проведення наукових досліджень у вівчарських господарствах *на дорослих вівцях і молодняку* враховують численні показники, пов'язані з вовною продуктивністю, які можна поділити на дві великі групи: *кількісні показники та фізико-механічні властивості вовни*.

До кількісних показників належать:

1) *жива маса дорослих овець та молодняку*, кг – визначають індивідуальним зважуванням (бажано на електронних вагах) до стрижіння тварин;

2) *вгодованість овець* – визначають за ДСТУ ISO 3974:2013 через огляд та прощупування ступеня розвитку м'язової та жирової тканин на холці, спині, попереку, ребрах і біля кореня хвоста, у курдючних і жирнохвостих овець – курдюка і жирного хвоста. За вгодованістю овець поділяють на три категорії: вищу, середню і нижчесередню.

Жива маса й вгодованість овець впливають на площу шкіри, тому обумовлюють величину настригу вовни;

3) *оброслість овець* – наявність довгої й густої вовни на всіх частинах тулуба вівці, крім голови (до лінії, яка з'єднує внутрішні кути очей) та кінцівок (до зап'ястного і скакального суглобів). Визначають візуально й органолептично (на дотик);

4) *складчастість шкіри* – визначають окомірно. Це генетично обумовлена ознака, виявляється у кількості складок на різних ділянках тіла вівці, впливає на площу шкіри, густоту вовни і на вовнову продуктивність. Чим більша складчастість шкіри, тим гущіша й коротша вовна. Ця ознака найбільш властива для тонкорунних овець. Складчастість шкіри овець визначають за трьома градаціями: С– (малоскладчасті або недостатньо складчасті), С (нормальноскладчасті), С+ (багатоскладчасті). У тонкорунних овець вовнового виробничого напрямку складчастість шкіри найбільша, у вовново-м'ясного дещо менша і зовсім незначна у м'ясо-вовнових порід овець;

5) *густина вовни* – виражається кількістю волокон на одиниці площі (1 см² або 1 мм²) шкіри вівці і обумовлює щільність руна й настриг вовни. Формується через спадково зумовлене закладання

волосяних фолікулів та ступеня їх реалізації під впливом умов годівлі вівцематок (у період суягності й підсису) і ягнят (у період від народження до річного віку).

Густоту вовни визначають: *на дотик, за будовою штапелю, шириною “шкіряного шва”*. Крім того її визначають лабораторними методами:

- 1) гістологічним;
- 2) лічильним;
- 3) лічильно-ваговим;
- 4) об’ємно-ваговим.

Гістологічний метод ґрунтується на підрахунку кількості вовнових фолікулів на поперечних зрізах шкіри. Методика визначення передбачає такі операції:

- підрахунок кількості фолікулів у 10-ти дослідних і 10-ти паралельних полях зору, розрахунок середнього показника;
- визначення ціни позначки, шкали окуляра, розрахунок показника діаметра (мкм) і площі поля зору (πr^2);
- переведення кількості вовнових фолікулів у поле зору на одиницю площі шкіри.

Наприклад: у мікроскопі за збільшення 7×8 радіус поля зору дорівнює 52 показникам, а одна позначка окулярної шкали – 14,5 мкм, тому радіус становить 754 мкм ($52 \times 14,5$), а площа поля зору – $3,14 \times (754)^2 = 1785140,2 \text{ мкм}^2$, або $1,78 \text{ мм}^2$. Підрахунок фолікулів проводять з розподілом їх на первинні і другорядні, або без нього.

Середню кількість фолікулів в 20-ти полях зору (наприклад, 96,29) перераховують на 1 мм^2 площі шкіри – $96,29 : 1,78 = 54,1$ шт.

Перед взяттям зразка вовни для оцінки густоти необхідно ретельно розкрити руно на боці вівці і спеціальною виделкою локалізувати у вертикальному положенні вовну на ділянці шкіри, яка відповідає відстані між кінцями виделки. Потім відокремити вовну, затиснуту виделкою, від основної маси руна, зняти виделку і локалізувати її на цій же ділянці площі шкіри вже у поперечному положенні, відокремити від решти вовни і зрізати ножицями зразок з одержаного квадрату.

Лічильний метод визначення густоти вовни складається з безпосереднього підрахунку кількості волокон у зразку.

За використання *лічильно-вагового методу* визначення густоти вовни, зразок, який взяли з одиниці площі шкіри, миють, висушують до повітряно-сухого стану і зважують з точністю до 1 мг. Безпосередньо після зважування від зразка відраховують у дворазовому повторенні по 300 волокон, які зважують і за перерахунку визначають кількість волокон у зразку на 1 см^2 або 1 мм^2 шкіри.

Наприклад: середня маса митого зразка становить 1106 мг, а середня маса 300 волокон – 12,2 мг. Загальна кількість волокон у зразку:

$$1106 \times (300 : 12,2) = 27200 \text{ шт.}$$

Кількість волокон на 1 см^2 визначають відношенням кількості волокон в усьому зразку до площі, з якої одержаний зразок, в даному випадку з 4 см^2 (відстань між кінцями виделки 2 см). Отже, кількість волокон на 1 см^2 становить 6800 шт. ($27200 : 4$).

Об'ємно-ваговий метод оцінки ґрунтується на комплексному вивченні зразка вовни за такими показниками як довжина, товщина, маса та ін. Після визначення низки показників густоту вовни розраховують за формулою:

$$N = \frac{V}{S} \times L \times A, \quad (9.1)$$

де N – кількість волокон, шт.; V – маса сухого зразка, мг; S – площа поперечного розтину волокна, мм^2 ; L – істинна довжина вовни, мм; A – питома вага вовни ($1,30 \text{ мг/мм}^3$).

Найбільшу густоту вовни мають тонкорунні вівці (5–7 тис. шт. і більше вовнинок на 1 см^2 шкіри), найменшу – грубововні (1,0–2,0 тис. шт./ см^2 і менше). Напівтонкорунні та напівгрубововнові вівці за цим показником займають проміжне положення, відповідно 3–5 та 1–3 тис. шт./ см^2 .



Рис. 9.1. Визначення густоти вовни за “шириною шкіряного шва” за розкриття руна.

Проте у виробничих умовах використати лабораторні методи практично неможливо. У цьому випадку густоту вовни визначають за щільністю руна (на дотик), за будовою штапелю, за “шириною шкіряного шва” за розкриття руна (рис. 9.1). Особливу увагу звертають на неблагополучні частини тулуба за густотою вовни: черево, лікоть і лопатку, пах і зону голодної ямки, низ боку.

б) *настриг немитої вовни*, кг – визначають за допомогою зважування руна. Цей показник не

відображає справжньої вовнової продуктивності. Індивідуальні й групові показники настригу немитої вовни коливаються в досить широких межах (0,5–31,7 кг) залежно від ступеня розвитку кожного із

структурних компонентів настригу вовни. Щодо настригу немитої вовни такими компонентами є маса, або настриг, чистої вовни (30–75 %), вовновий жир (2–28 %), піт (0,5–18 %), мінеральні (4–45 %) та рослинні (0,2–5 %) домішки і волога (8–20 %);

7) *вихід чистого волокна* – це процентне відношення чистої вовни до немитої. Визначають лабораторним методом, через промивання зразків немитої вовни. У овець тонкорунних порід вихід чистого волокна становить 25–50 %, у напівтонкорунних – 55–65 %, у грубововнових та напівгрубововнових – 70–90 %. Базисний вихід митого волокна у південній зоні України становить: для однорідної тонкої вовни – 38 %; для однорідної напівтонкої вовни – 43 %.

Під час проведення досліджень, щодо визначення виходу митого волокна, дотримуються такої послідовності операцій:

- відбір зразків;
- зважування зразків;
- лабораторне гаряче миття зразків;
- сушка зразків;
- визначення виходу митого волокна за допомогою спеціальних таблиць або перевідних коефіцієнтів.

Відбір зразків вовни. Досить важливо правильно відібрати зразки від партії вовни і від отари. Щоб визначити вихід митої вовни по отарі, за день до стрижки через розкол проганяють отару овець. Якщо отара однорідна помічають кожну 20 тварину, якщо неоднорідна – кожну 15 тварину, від яких потім відбирають руна для визначення виходу митого волокна.

Для відбору зразка руно розстиляють на столі або на великому листі фанери, причому штапелями або косицями вгору. На руно накладають сітку-трафарет (довжина 2 м, ширина 1,6 м, з квадратними вічками 20×20) (рис. 9.2).

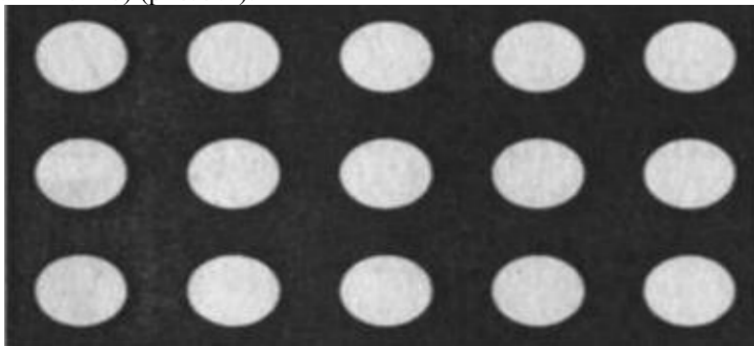


Рис. 9.2. Сітка-трафарет для відбору зразка руна.

Сітка має повністю покривати все руно. Не допускається розтягування руна або його стискання.

Зсередини кожного вічка трафарету обережно (трьома пальцями правої руки) витягують пучечки вовни, при цьому пальці мають доходити до підопліки руна, дотикатися столу. Лівою рукою притримують все руно, щоб не було втрат рослинних та мінеральних домішок за витягування пучка. З кожного вічка відбирають по 10–15 г вовни, щоб загальна маса зразка становила 100 г. Зразок зважують з точністю до 1 г і загортають у папір або кладуть у спеціальний мішечок. Разом зі зразком вовни в нього вкладають облікову картку, в якій записують номер руна, вид вовни, клас, масу зразка і дату взяття.

Після закінчення стрижки отари, всі відібрані 100-грамові зразки поділяють на групи за класами. Зразки одного класу вовни в лабораторії з'єднують до купи, добре перемішують, розстилають на столі і знову через сітку відбирають не менше трьох зразків масою по 200 г кожний. Два відібраних середніх зразки (основний і контрольний) кладуть у спеціальні сітчасті мішечки і відправляють на мийку. Якщо після промивання зразків різниця у виході чистої вовни становить понад 1 %, то миють третій зразок.

Якщо зразки відбирають від партії, то вони мають становити не більше 1 % маси партії і важити не менше 2 кг, але не більше 10 кг.

Миття вовни. Відібрані зразки однорідної і неоднорідної вовни миють у мильно-содовому розчині, який готують у такій пропорції: до 12 л H_2O додають 180 г господарського мила та 120 г кальцинованої

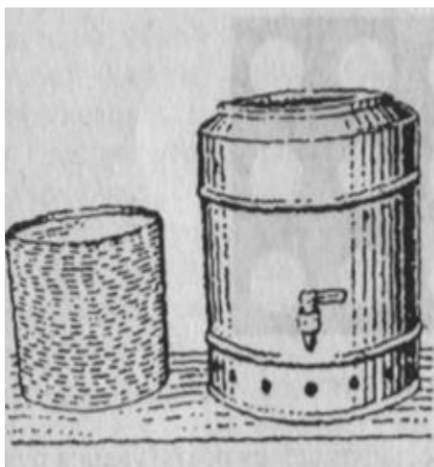


Рис. 9.3. Бак для промивання вовни.

соди і підігрівають до повного розчинення. Миття проводять в установці, яка складається з чотирьох баків (рис. 9.3). У перший бак наливають 30 л мильно-содового розчину (24 л H_2O + 6 л готового розчину, температура +45–48 °C), у другий та третій баки – той самий розчин, але по 15 л в кожний (12 л H_2O + 3 л розчину, температура +51 °C), у четвертий – 20–25 л чистої води (+45–48 °C). Бажано мати баки з електropідігрівом. Якщо зразок вовни не дуже забруднений, у кожному баку його промивають 5 хв, якщо

брудний – 10 хв. Зразок вовни поміщають у металеву корзину, яку опускають у розчин. Зразок під час миття помішують гладенькою дерев'яною паличкою. За перенесення зразка з одного бака в інший, корзину з вовною виймають з розчину, вовну віджимають і в цій же корзині поміщають у наступний бак. Минучий розчин кожного бака може бути використаний лише для промивання 1 кг вовни.

Якщо лабораторія має в своєму розпорядженні прилад ЦС-53А (рис. 9.4), віджим зразків вовни відбувається в ньому. Основні робочі вузли приладу – два гідравлічні циліндри з встановленими на них гільзами. В гільзи вручну кладуть миті зразки вовни. Стиснення зразків у циліндрах відбувається автоматично працюючими поршнями через перекачування насосом в циліндри масла. Встановлені реле тиску та реле часу визначають норму тиску (віджимання) і часу його тривалості. Віджаті зразки вовни виймають вручну.



Рис. 9.4. Прилад ЦС-53А.

Якщо приладів ЦС-53А чи ЦС-53Б немає, а є прилад ГПОШ-2М, то операцію віджимання проводять на ньому (рис. 9.5).

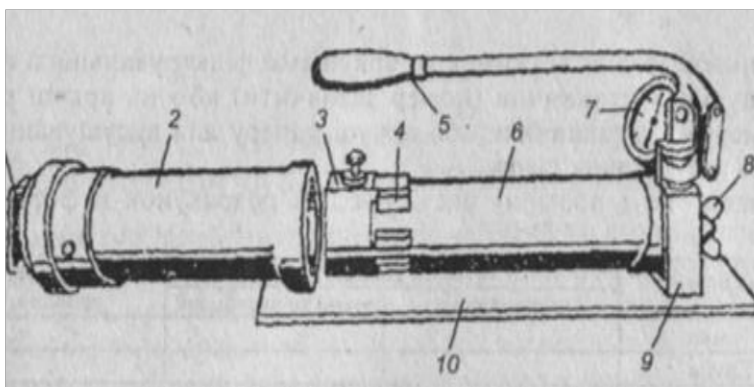


Рис. 9.5. Гідравлічний прилад ГПОШ-2М

- 1 – кришка; 2 – гільза; 3 – масляний бак; 4 – шліц;
 5 – рукоятка; 6 – циліндр; 7 – манометр;
 8 – гвинт; 9 – масляний насос; 10 – основа.

У разі відсутності зазначених приладів вовну до постійно сухої маси доводять у сушильних шафах будь-якої конструкції. Досить вдала сушильна шафа марки ЦС-153Б (зразок вовни висушується за 6–8 хв).

Вихід чистого волокна визначають за масою віджатого зразка вовни і спеціальними таблицями, які додаються до приладу (табл. 9.1).

Таблиця 9.1 – Відсотки виходу митого волокна в залежності від маси зразку митої вовни після віджимання його на приладі.

Маса зразку віджатої однорідної вовни від --- до --- г	Відсоток виходу митого волокна	Маса зразку віджатої однорідної вовни від --- до --- г	Відсоток виходу митого волокна
72,2–73,3	30,0	115,5–116,6	48,0
73,4–74,5	30,5	116,7–117,8	48,5
74,6–75,7	31,0	117,9–119,0	49,0
75,8–76,9	31,5	119,1–120,2	49,5
77,0–78,1	32,0	120,3–121,4	50,0
78,2–79,3	32,5	121,5–122,6	50,5
79,4–80,5	33,0	122,7–123,8	51,0
80,6–81,7	33,5	123,9–125,0	51,5
81,8–82,9	34,0	125,1–126,2	52,0
83,0–84,1	34,5	126,3–127,4	52,5
84,2–85,3	35,0	127,5–128,6	53,0
85,4–86,5	35,5	128,7–129,8	53,5
86,6–87,7	36,0	129,9–131,0	54,0
87,8–88,9	36,5	131,1–132,2	54,5
89,0–90,1	37,0	132,3–133,5	55,0
90,2–91,3	37,5	133,6–134,7	55,5
91,4–92,3	38,0	137,8–135,9	56,0
92,6–93,3	38,5	136,0–137,1	56,5
93,4–95,0	39,0	137,2–138,3	57,0
95,1–96,1	39,5	138,4–139,5	57,5
96,2–97,3	40,0	139,6–140,7	58,0
97,4–98,5	40,5	140,8–141,9	58,5
98,6–99,7	41,0	142,0–143,1	59,0
99,8–101,0	41,5	143,2–144,3	59,5
101,1–102,2	42,0	144,4–145,5	60,0
102,3–103,4	42,5	145,6–146,7	60,5
103,5–104,6	43,0	146,8–147,0	61,0
104,7–105,8	43,5	147,1–149,1	61,5

Продовження таблиці 9.1

105,9–107,0	44,0	149,2–150,3	62,0
107,1–108,2	44,5	150,4–151,5	62,5
108,3–109,4	45,0	151,6–152,7	63,0
109,5–110,6	45,5	152,8–153,9	63,5
110,7–111,8	46,0	154,0–155,1	64,0
111,9–113,0	46,5	155,2–156,3	64,5
113,1–114,2	47,0	156,4–170,0	65,0
114,3–115,4	47,5		

Якщо таблиць немає, вихід митої вовни розраховують за формулами:

$$Я = \frac{a \times (100 + K)}{A}, \quad (9.2)$$

де Я – вихід митої вовни, %; а – маса митого зразка вовни в абсолютно сухому стані, г; К – норма вологості для тонкої та напівтонкої вовни – 17 %, для грубої та напівгрубої вовни – 15 %; А – маса зразка вовни у фізичному стані (немитої, оригінальної), г;

$$Я = a \times k, \quad (9.3)$$

де Я – вихід митої вовни, %; а – маса митого зразка вовни в абсолютно сухому стані, г; к – перевідний коефіцієнт (для тонкої та напівтонкої вовни – 0,41535; для напівгрубої та грубої вовни – 0,40250).

8) *настриг чистої вовни*, кг – кількість чистої вовни з одного руна. Визначають розрахунковим методом за настригом немитої вовни та виходом чистого волокна:

$$M = \frac{K_n \times Я}{100}, \quad (9.4)$$

де М – настриг чистої вовни, кг; Я – вихід митої вовни, %; К_н – настриг немитої вовни, кг.

Фізико-механічні властивості вовни:

1) *довжина вовни* – визначають на правому боці вівці за лопаткою у лінійних одиницях виміру (см) за 12 місяців росту (за рік). Розрізняють: *природну довжину* – довжина вовнових волокон у штапелю або косиці; *істинну довжину* – довжина вовнових волокон в розправленому, але нерозтягнутому стані. Істинна довжина – характеризується довжиною окремих волокон випрямлених від звивистості. Довжину вовни вимірюють з точністю до 1 мм.

Вимір *природної довжини* зразка вовни проводять сантиметровою лінійкою, притуляючи до неї зразок по його довжині (рис. 9.6). Зім'яту вовну в зразку вирівнюють, не допускаючи розтягування волокон. У зразках неоднорідної вовни беруть два зразки довжини – довжину

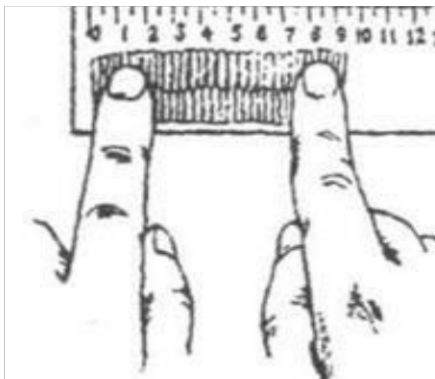


Рис. 9.6. Визначення природної довжини вовни.

шару ості та довжину шару пуху, при цьому результат вимірів записують так: чисельник – загальна довжина вовни, знаменнику – довжина пухової її частини. Довжину вовни вимірюють перед стриженням вівці.

У тонкорунних та напівтонкорунних порід овець природну довжину визначають 1 раз на рік (за 12 міс. росту). У напігрубововнових і грубововнових 2 рази на рік: весняне стриження – ріст вовни

за 7–9 міс.; осіннє – ріст вовни за 3–5 міс.

Довжина вовни коливається у тонкорунних овець у межах 5–11 см, напівтонкорунних 12–17 см, грубововнових 18–40 см і більше.

Для визначення *істинної довжини вовни* використовують прилади FM-4-10-1-2/а (для волокон завдовжки до 200 мм) і FM-4-10-1-2/б (для волокон завдовжки до 350 мм) (рис. 9.7). Процес визначення істинної довжини волокон полягає у сортуванні їх за довжиною. Визначають кількість волокон які входять до групи довжини з інтервалом 0,5 см.

Істинну довжину вовни визначають у такій послідовності:

1) від початкового зразка відбирають дві проби цільними штапельками або косицями масою 1,0–1,5 г. Проби миють ефіром, або мильно-содовим розчином полощуть та сушать до постійної маси;

2) штапель закріплюють у спеціальному пристрої, волокна без вибору по одному витягують з нижнього рівня зрізаного штапелю. Під час протягування волокно розпрямляється від звивистості і відстань на якій волокно відокремлюється від штапелю вважається його істинною довжиною;

3) у пристрої є кульковий реєстратор частот кожного класу, який спрацьовує від натискання клавіші даного класу довжини (коли витягується волокно). Після вимірювання потрібного числа волокон (наприклад 100) дані про частоти варіантів записують по числу накопичених кульок. Перед початком вимірювання нового зразка кульки скидають у накопичувальний пристрій, з якого спеціальним совочком за потреби доводять у магазин апарату.

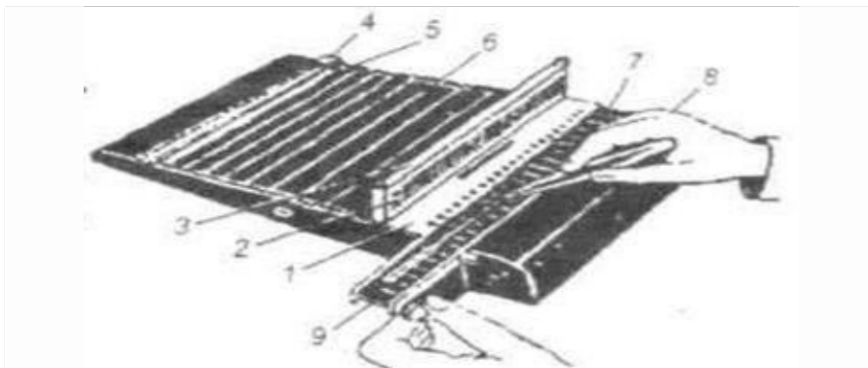


Рис. 9.7. Загальний вигляд пристрою FM- 4-10-1-2/6:

- 1 – міліметрова лінійка, 2 – магазин для кульок, 3 – кришка магазину для кульок, 4 – ящик для кульок, 5 – затвор, 6 – накопичувальний пристрій, 7 – клавіші, 8 – лічильник пристрою, 9 – столик для навіски.

Кількість волокон у групах (класах) визначають за кількістю кульок. Дані записують у вигляді варіаційного ряду. Не більше 5 % мають становити розходження варіаційного ряду між основним та паралельним зразком.

Вимірюють:

100 волокон – для тонкорунних порід та напівтонкорунних помісей;

150 волокон – для напівтонкорунних короткововнових порід;

200 волокон – для довгововнових порід;

2) *тонина вовни (товщина)*, мкм – діаметр поперечного перерізу волокон. Застосовують *експертний (окомірний) і лабораторний методи* визначення товщини вовни.

Експертний метод визначення товщини полягає в тому, що невеликий зразок немитої вовни беруть двома руками і розтягують так, щоб побачити кожне волокно. Продивляються кожний зразок вовни перед вікном або на темному фоні, порівнюють із зразком-еталоном, товщина якого визначена заздалегідь під мікроскопом.

У виробничих умовах тонину вовни часто визначають у якостях, які позначаються цифрами: 80, 70, 64 та ін. (усього 13 якостей) за брадфордською системою класифікації. *Брадфордська якість* – умовна величина, що означає кількість мотків пряжі (наприклад, 64), що виходить з одного фунта (453,6 г) митої прочесаної вовни за довжини нитки в мотку 512 м. Тому чим вищий показник (цифра) якості, тим менша тонина волокон (табл. 9.2).

Таблиця 9.2 – Градації тонини вовни.

Межі якостей тонини вовни		Переведення якості тонини вовни та їх проміжних градацій у мікрометри	
якість	мкм	якість	мкм
80	14,5–18,0	80	16
		80–70	18
70	18,1–20,5	70	20
		70–64	21
64	20,6–23,0	64	22
		64–60	23
60	23,1–25,0	60	24
		60–58	25
58	25,1–27,0	58	26
		58–56	27
56	27,1–29,0	56	28
		56–50	29
50	29,1–31,0	50	30
		50–48	31
48	31,1–34,0	48	32
46	34,1–37,0	46	36
44	37,1–40,0	44	38
40	40,1–43,0	40	42
36	43,1–55,0	36	49
32	55,1–67,0	32	61

Для більш точного визначення тонини вовни користуються *лабораторним методом*, за якого діаметр поперечного перерізу вовняного волокна визначають під мікроскопом або ланаметром і виражають у мікрометрах.

За лабораторного методу визначення товщини вовни здійснюють три операції:

- 1) визначення перевідного коефіцієнта або “ціни” поділки окуляр-метричної лінійки;
- 2) приготування препарату і вимір товщини відрізків вовняних волокон;
- 3) обробка цифрового матеріалу.

Для визначення ціни поділки окуляр-мікрометра на предметний столик мікроскопу необхідно розмістити об’єктив-метричну лінійку, знайти її шкалу, в окулярі мікроскопа поставити окуляр-мікрометр і його шкалу сумістити зі шкалою об’єктив-мікрометра. Підрахувати

поділки об'єktiv-метричної і окуляр-метричної лінійок у місцях їх сумісництва (рис. 9.8).

Ціну поділок окуляр-мікрметра розраховують за формулою:

$$Ц_{ок} = \frac{Ц_{об} \times T}{A}, \quad (9.5)$$

де $Ц_{ок}$ – ціна поділок окуляр-мікрметра; $Ц_{об}$ – ціна поділок об'єktiv-мікрметра (0,01 мм або 10 мкм); T – число сумісних поділок об'єktiv-мікрметра; A – число сумісних поділок окуляр-мікрметра.

Наприклад, на 80 поділок об'єktiv-мікрметра припадає 60 поділок окуляр-мікрметра, ціна поділки окуляр-мікрметра дорівнює $(80 \times 10) : 60 = 13,3$ мкм. Цей розрахунок повторюють ще двічі, поєднуючи будь-які інші поділки. Потім з усіх трьох значень розраховують середнє значення, яке використовують як остаточну ціну поділки окуляр-мікрметра. Цей показник дійсний лише для того мікрскопа, на якому проводили калібрування, і для того дослідника, який проводив калібрування.

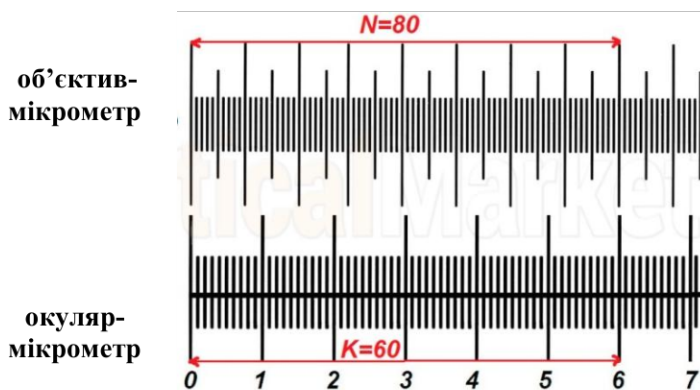
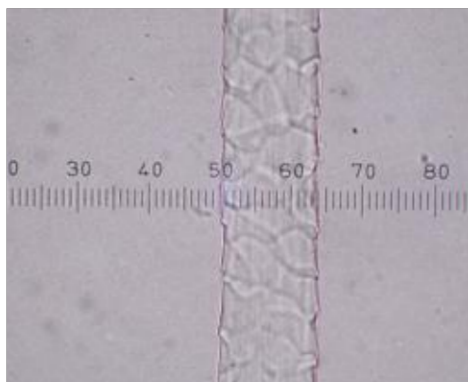


Рис. 9.8. Калібрування окуляр-мікрметра.

Для дослідження зразки вовни масою 1–2 г відбирають з боку вівці. Зразки миють в ефірі, або авіаційному бензині, або мильно-содовому розчині. Потім їх полощуть у теплій воді і сушать. Зразок митої вовни ретельно перемішують так, щоб верхівки одних волокон співпадали з основою інших. Пучок волокон згинають навпіл і гострими ножицями нарізають відрізки вовни за довжиною пучка через 1,5 см. Відрізки довжиною 0,5 мм збирають на годинниковому склі у великій краплі гліцерину і ретельно перемішують препарувальною



**Рис. 9.9. Відрізок вовнинки
в полі зору мікроскопа.**

голкою. Кілька крапель цієї маси переносять на предметне скло, додають гліцерину, накривають покривним склом і за великого збільшення вимірюють товщину волокон. Вимір відрізків волокон вовни проводять окуляр-мікрометром, через підрахунок кількості поділок, у які вміщується кожний відрізок (рис. 9.9).

Зображення волокон за їх виміру має бути чітким. Не допускається вибірковий підхід

щодо відрізків волокон за їх виміру. Для наукових досліджень відбирають зразок вовни на боці, який розділяють на три –основний, контрольний і резервний. Виміри проводять паралельно вдвох (основному і контрольному) зразках. Вимірюють:

100 волокон – для тонкої та напівтонкої вовни;

150 волокон – для напівгрубої вовни;

200 волокон – для грубої вовни.

За розрахунку середньої товщини волокон основного зразка і порівняння її з контрольним, різниця не має перевищувати 1,5 мкм для тонкої і напівтонкої вовни та 2,5 мкм для напівгрубої і грубої. За великої різниці, досліджують вовну з резервного зразка для одержання двох подібних середніх показників. Щоб уникнути повторних вимірів одних і тих же відрізків, препарат треба пересувати за напрямом, паралельним одній із сторін покривного скла.

Отриманий цифровий матеріал обраховують методами математичної статистики.

За товщиною однорідну вовну розподіляють на тонку – 14,0–25,0 мкм; напівтонку – 25,1–31,0 мкм; напівгрубу – 31,1–41,0 мкм; грубу – 41,1 і більше.

Тонина волокон разом із довжиною та іншими якісними характеристиками вовни становлять її технологічні властивості;

3) *звивистість вовни*. Під звивистістю розуміють відхилення від прямолінійного розміщення волокон у натуральному стані. Вовнові волокна мають форму вигнутої лінії. Вигини цієї лінії називають звивинами. Звивистість визначають за наявністю і кількістю чітких за формою звивин за всією довжиною штапелю і виражають шт./см.

Звивистість також оцінюють за коефіцієнтом звивистості вовни, який розраховують за формулою:

$$K_z = \frac{L \times L_1}{L} \times 100, \quad (9.6)$$

де K_z – коефіцієнт звивистості вовни, %; L – справжня довжина волокна, см; L_1 – довжина, або висота, волокна у звивистому стані, см.

У однорідної тонкої вовни відмічається залежність між звивистістю і товщиною: чим більше звивин на 1 см довжини, тим вовна тонша.

Найбільшу звивистість мають пухові волокна. У грубій вовні ость значно менш звивиста, ніж пух, і тому, звивистість ості називають хвилястістю.

Звивини розрізняють за величиною (дрібні, середні, великі) та формою (нормальні, високі, плоскі).

Форму звивин визначають через порівняння з еталоном. За формою звивини вовни можуть бути різні: гладкі, розтягнуті, плескати, нормальні, сплюснені, високі та петлеподібні. У тонкій та напівтонкій вовні розрізняють три основні форми звивин:

- 1) плоскі – висота звивини, менша від половини її основи дуги. Така форма звивини зустрічається, зазвичай, у помісних овець;
- 2) нормальні – висота звивини дорівнює половині основи дуги і її форма чітко напівкругла. Така форма звивини притаманна тонкій вовні;
- 3) високі – висота звивини більша за половину основи дуги.

Крім того, є вадні форми звивин: маркітна (дуже висока, стисла) і петляста (нитка) – нагадує розпущену нитку в'язаного виробу. Ці небажані форми звивин зустрічаються зазвичай на череві овець і характерні для короткої, рідкої, слабкої вовни, яка позбавлена пружності, еластичності і має низьку міцність. Така вовна свідчить про ніжну, ослаблену, часто про перерозвинену конституцію тварин. Тварин з такою формою звивин вибраковують;

4) *розтяжність вовни* – її здатність до подовження (понад істинну довжину) під дією зовнішніх сил. За розтягування довжина волокон спочатку збільшується, потім подовження припиняється і вовна розривається. Розривне подовження сухої вовни досягає 25–35 % (іноді до 48 %). У вологому стані вовну можна розтягнути на 50–70 %, а в гарячій парі – на 100 %.

Визначають розтяжність за різницею між істинною довжиною і довжиною в момент розриву і виражають у процентах до істинної довжини. Розтяжність у лабораторних умовах визначають за допомогою динамометрів, у виробничих – органолептично, через

розтягнення невеликих пучків вовни. Найбільшу розтяжність має напівтонка і тонка вовна, найменшу – груба.

Якщо розтягнуте (деформоване) не до розриву волокно звільнити від поздовжнього навантаження, то виявляються ще три механічні властивості вовни: пружність, еластичність та пластичність.

5) *пружність вовни (пружна деформація)* – частина подовження волокна, що відразу зникає після усунення навантаження. Вона становить 2–3 % від початкової довжини волокна;

6) *еластичність вовни (еластична деформація)* полягає в тому, що після зняття зовнішнього навантаження частина подовження зникає не відразу, а протягом певного часу. Еластична деформація вовни досягає 25–30 % (іноді 50–70 %).

Сьогодні деякі дослідники під еластичністю розуміють співвідношення між міцністю вовнинки та її розтяжністю.

Розрізняють кілька видів еластичності:

1) еластичність звивин – якщо звивисту вовнинку випрямити за допомогою розтягування, то після припинення останнього звивистість знову відновлюється;

2) еластичність випрямлення – якщо вовнинку зігнути і потім залишити її у спокої, вона знову прийме початкове положення;

3) еластичність скручування – якщо вовнинку розірвати, то розірвані кінці скручуються у кілька обертів.

У виробничих умовах пружність і еластичність визначають стисненням пучка вовни в кулаці або натисканням руки на ділянку руна. За доброї пружності відчувається сильний опір вовни стисненню, за нормальної еластичності вовна швидко відновлює природну форму. В'яла вовна тривалий час не відновлює своєї форми.

На пружність і еластичність негативно впливають незадовільні умови утримання і годівлі овець, нестача світла і чистого повітря, а також занадто тепле і вологе повітря в приміщенні, хвороби овець;

7) *гнучкість і пластичність вовни* – здатність зберігати надану їй форму після певної обробки.

Гнучкість вовни – здатність вовнинок приймати будь-яку форму, яку їй надають, наприклад, скручуватися в нитку.

Пластичність вовни – властивість вовни під впливом тиску, температури і зволоження зберігати надану їй форму і тривалий час утримувати її. Пластичність вовни проявляється у збереженні частини подовження (2–13 %, а іноді до 40 %) після зняття навантаження.

Наприклад, якщо взяти косицю вовни, обмотати нею спіралеподібно олівець, опустити у такому вигляді на деякий час у гарячу воду і потім висушити, то після видалення олівця косиця

продовжує зберігати надану їй спіральну форму. Якщо таку косицю знову занурити у гарячу воду, то спіраль зникне, і косиця випрямиться.

Чим більшу гнучкість і пластичність має вовна, тим цінніша вона для виготовлення тканин;

8) *міцність вовни* – це здатність волокон більшою чи меншою мірою протистояти розриву під час розтягання. Абсолютна міцність вовни коливається від 2,5 до 100 сН і залежить від багатьох чинників, насамперед, від товщини. Тонші волокна набагато міцніші за грубі, оскільки у товстих вовнинок велика серцевина, яка знижує міцність вовни. Крім того, сухий і ще більшою мірою мертвий волос, мають дуже низьку міцність волокон.

Міцність має важливе значення, оскільки лише з міцної вовни можна виготовити міцні тканини. Від неї залежить стійкість волокон за первинної обробки, ефективність переробки на підприємствах вовняної сировини, виготовлення тканин, а також носкість і тривалість використання готових виробів.

На міцність вовни суттєво впливають порода, конституція, фізіологічний стан, індивідуальні особливості тварин, умови годівлі та утримання.

На практиці міцність вовни визначають експертним способом, у лабораторних умовах на спеціальному приладі – динамометрі ДШ-3М.

Експертний метод визначення міцності застосовують за класування та сортування вовни. Пучок вовни завтовшки 0,5 см затискають між вказівним і великим пальцями правої і лівої руки, розтягують і по ньому з силою ударають безіменним пальцем правої руки (рис. 9.10). Якщо вовна не розривається, від удару чутий струнний звук, вважають, що вона бездефектна. Якщо пучок вовни розривається, значить вовна дефектна або має “голодну тонину”, або переслід (різке стоншення вовнинок на невеликій ділянці) довжини. Коли вовна розривається у однієї з основ – це дефект 1, якщо посередині або одночасно з двох кінців – дефект 2.

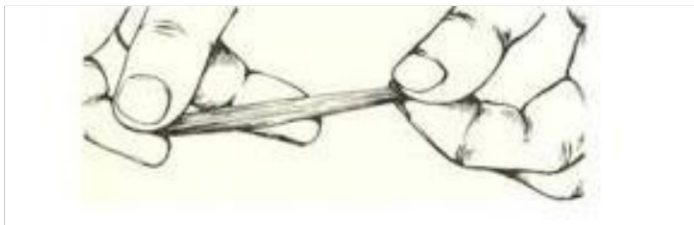


Рис. 9.10. Визначення міцності вовни експертним методом.

Техніка визначення міцності вовни *лабораторним методом* така: із середнього зразка вовни масою 100–130 г, взятого так само як за визначення виходу чистого волокна з різних місць руна, беруть 15–20 штапельків вовни загальною масою 10 г. Цю пробу промивають у мильно-содовому розчині і висушують у сушильній шафі за температури +50–60 °С протягом години. Потім з вимитої і висушеної проби готують 50 наважок (25 основних і 25 контрольних) – пучків кожний масою 3–5 мг і довжиною 25 мм.

За випробування однорідної вовни для приготування наважок пробу ділять на дрібні штапельки, із яких вирізують пучки. За випробування неоднорідної вовни пучки (наважки) вирізують з нижньої зони косиці, відступаючи на 10 мм від основи косиці, щоб випробувати на міцність усі волокна, які входять до складу косиці (пух або ость). Спочатку вирізують пучки дещо більшої довжини – 25–28 мм. Їх прочісують металевою гребінкою, затискують між двома металевими пластинками шириною 22 мм. Виступаючі за межі пластинок кінці волокон обрізують і у такий спосіб одержують вирівняні за довжиною пучки. Важливо, щоб довжина пучків дорівнювала 22 мм. Для дослідження необхідно 50 пучків вовни довжиною 22 мм. Приготовані пучки витримують протягом 3–4 годин за температури 25 °С і відносній вологості повітря 65 %. Кожний пучок зважують на торсіонних вагах з точністю до 0,05 мг. Маса кожного пучка наважки має становити 3–5 мг.

Потім зважену наважку заправляють в затиски динамометра ДШ-3М (рис. 9.11). Його встановлюють на кронштейнах, перевіряють, чи співпадає нульове положення шкали із стрілкою. Швидкість руху нижнього затиску має бути 240 ± 20 мм за 1 хв (перевіряють за секундоміром).

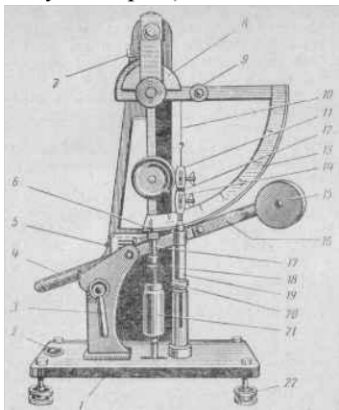


Рис. 9.11. Динамометр ДШ-3М для визначення міцності вовни:

- 1 – основа приладу; 2 – рівень; 3 – руків'я;
- 4 – руків'я вантажного важеля; 5 – руків'я шкали; 6 – стрілка; 7 – собачки; 8 – гладкий сектор;
- 9 – повзунок; 10 – гнучка сталевая стрічка; 11 – верхній затиск; 12 – пучок вовняних волокон;
- 13 – шкала; 14 – нижній затиск; 15 – вантаж; 16 – вантажний важіль;
- 17 – водило демпфера; 18 – гайка демпфера; 19 – шток; 20 – шток демпфера;
- 21 – циліндр демпфера; 22 – ніжка з регулювальним гвинтом.



Рис. 9.12. Ваги торсіонні лабораторні ВТ-500.

За заправки пучків у динамометр верхній і нижній затиски мають бути зведені впритул. Верхній затиск знімають з підвіски, заправляють у нього одну половину пучка і підвішують на своє місце. Другу половину пучка пінцетом заправляють у нижній затиск і закріплюють гвинтом. Після цього динамометр приводять у дію. Записують по кожному пучку розривне навантаження, за якого даний пучок розірвався, з точністю до однієї поділки шкали динамометра (величина однієї поділки шкали 20 г). Після закінчення випробування, залишені після розриву у затисках половинки пучків збирають у стаканчик і зважують разом на торсіонних вагах з точністю до 0,5 мг (рис. 9.12).

Розривну довжину для всіх пучків вовни вираховують за формулою:

$$L = \frac{K \times D \times N}{M}, \quad (9.7)$$

де L – розривна довжина, км; K – середньоарифметична величина розривного навантаження на один пучок, розрахована у всіх пучках, кг; D – довжина пучка, мм; N – число випробовуваних пучків, шт.; M – загальна маса пучків після розриву, мг.

Наприклад: K – 1,2 кг; D – 25 мм; N – 25 шт.; M – 90 мг.

$$L = \frac{1,2 \times 25 \times 25}{90} = 8,3 \text{ км.}$$

Міцність вовни на розрив за випробування на динамометрі ДШ-3М виражають в умовних одиницях – розривна довжина в кілометрах. Це уявна довжина, за якої підвішене за один край волокно розривається під дією власної маси. Розривна довжина вовнових волокон коливається від 4 до 25 км. Вовна вважається міцною, якщо розривна довжина для тонкої становить 6,5–7,5 км, напівтонкої – 8 і для грубої – 10 км. Вовна меншої розривної довжини належить до дефектної;

9) *вологість вовни*, % – фізична властивість, яка значною мірою впливає на механічні характеристики вовнових волокон. Під вологістю розуміють кількість води, що поглинає вовна, виражене у відсотках до маси абсолютно сухої речовини вовни. Вологість визначають через

висушування наважки у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси.

Фактична вологість показує, яку частку від маси абсолютно сухої речовини вовни становить маса вологи за фактичних атмосферних умов. Розраховують фактичну вологість за формулою:

$$W_{\phi} = \frac{M - M_c}{M_c} \times 100, \quad (9.8)$$

де W_{ϕ} – фактична вологість вовни, %; M та M_c – маса вовни до і після висушування до постійної маси, г.

Залежно від відносної вологості атмосферного повітря, фактична вологість немитої вовни може коливатися від 7,6 до 19,5 %.

Вологість митої тонкої та напівтонкої вовни у середньому становить 17 %, грубої та напівгрубої – 15 %. Цей показник враховують за розрахунків виходу митої вовни;

10) колір, кількість і якість жиропоту. Жиропіт вовни – це суміш вовнового жиру (ланоліну) та поту.

У товщі шкіри знаходяться сальні та потові залози. Сальні залози виділяють жир для змащування вовнинок, потові виділяють піт, який допомагає шкірі регулювати температуру тіла. Піт та виділення сальних залоз на поверхні шкіри змішуються, утворюючи жиропіт, який захищає вовнинки від впливу зовнішніх чинників.

Вовновий жир (ланолін) належить до ліпідів із групи восків. Це складні ефіри вищих жирних кислот і спиртів. Ланолін складається із суміші складних ефірів специфічно розгалужених вищих жирних кислот (ланопальмітинова, ланостеаринова, ланоцеринова, меристинова, пальмітинова, карнаубова) із вищими циклічними спиртами (цериловий, карнаубіловий, холестерин, ізохолестерин).

Вовновий піт містить 98–99 % води. Його суха речовина складається із солей калію (85–93 %), натрію (4–5 %) та інших сполук. На 80–85 % це калію карбонат K_2CO_3 , або поташ. Наявність значної кількості сполук лужних металів (калію і натрію) створює лужну реакцію поту (рН 8–9, максимум 10,5).

Вміст жиру в немитій вовні коливається від 2 до 28 %, поту – від 0,5 до 18 %. Якість жиропоту вища, якщо відношення піт: жир менше за одиницю. У тонкорунних овець жиропоту більше, ніж у грубововних.

Неочищений жиропіт – це в'язка буро-жовта маса неприємного запаху.

Жиропіт оцінюють за розчинністю та відмиванням із вовни розчинами мила, оскільки за переробки вовни необхідно позбутися від жиропоту. У зв'язку з цим розрізняють дві основні групи жиропотів:

легкорозчинні та важкорозчинні, або легкоплавкі та тугоплавкі. Легкорозчинний жиропіт має однорідну олієподібну консистенцію та переважно білий або світло-кремовий колір різних відтінків. Жиропіт такої якості має вовна, що отримують з овець породи австралійський меринос, грозненська, ставропольська та ін. Важкорозчинний жиропіт за кольором варіює від жовтого до оранжевого, коричневого. Він важко вимивається із вовни, тому за обробки такої вовни на підприємствах іноді доводиться підвищувати концентрацію миючих розчинів, що може знизити технологічні якості вовни та підвищити виробничі витрати. За консистенцією він твердий – на дотик відчуваються смолоподібні зернинки або воскові прошарування.

На практиці розрізняють такі види жиропоту:

- білий – легкорозчинний і легко відмивається;
- світло-жовтий – легкорозчинний;
- темно-жовтий або оранжевий – твердіший і важче розчинний;
- зелений – густий, важкорозчинний;
- іржаво-жовтий – важкорозчинний.

Жиропіт має важливе значення для збереження фізичних (хімічних) властивостей вовняних волокон: як жирне мастило, він змащує і склеює вовнинки, що запобігає проникненню води в глибину руна, захищає вовну в рунах від забруднення та шкідливого впливу зовнішнього середовища. Вовна, з малою кількістю жиропоту, стає жорсткою, втрачає нормальний блиск і називається сухою. Найчастіше така вовна зустрічається на спині овець.

За нормального вмісту жиропоту у вовні, він ледь-ледь виступає на поверхні скрученого штапелю, вкриваючи тонким рівним шаром окремі волокна.

Надмірна кількість жиропоту у вовні також небажана: знижується вихід митого волокна у вовні, і, найголовніше, знижуються м'ясна продуктивність та ефективність використання кормів, тому що частина поживних речовин корму витрачається на утворення жиропоту. Надлишок жиропоту встановлюють за наявності у вовні згустків та окремих грудочок жирної маси: штапелі і косиці ніби вкриті густою маззю. Під час скручування їх виділяється густа жирна рідина. У регіонах із сухим кліматом, особливо за використання пасовищ розташованих на піщаних ґрунтах з розрідженим травостоєм, бажано, щоб у вовні овець містилося жиропоту більше, ніж у вовні овець, що розводять в інших природно-кліматичних умовах.

Якість і кількість жиропоту залежить від породи, статі, віку, індивідуальних особливостей, стану здоров'я тварин, умов годівлі й утримання, а також від кліматичних умов і пори року.

Оцінюють жиропіт візуально, органолептично та лабораторними методами за:

1) кольором – візуально (бажано – білий, світлий, світло-кремовий);

2) кількістю – органолептично (бажано – помірна);

3) якістю – візуально (висока якість – якщо на боці забрудненість у вигляді мінеральних домішок проникає не більш ніж на 1/3 глибини штапелю, на спині – не більше ніж на 1/2 глибини штапелю; низька якість – зона забруднення більша за 1/3 та 1/2 глибини штапелю, відповідно); лабораторно – за співвідношенням жиру та солей поту (низька якість 1:3, бажана 1:1, висока 1:0,3).

Технічне використання жиропоту полягає здебільшого в отриманні з нього мила, що застосовують для промивання вовни, а також поташу, мастил, ланоліну і добрив. Ланолін має світло-жовтий колір і широко використовується у косметичній промисловості та медицині, як самостійний препарат і як основа для виготовлення різних мазей.

ТЕМА 10

ПОКАЗНИКИ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники м'ясної продуктивності овець, які вивчають під час проведення наукових досліджень у вівчарських господарствах. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Національний стандарт ДСТУ ISO 3974:2013, який є класифікатором, за допомогою наведених термінів дає змогу виокремити конкретних тварин, зокрема призначених для забою овець, до певної класифікаційної групи.

Терміни та визначення понять

Ягня – молода вівця, призначена для забою, у якої не виріс жоден із постійних передніх зубів-різців.

Молочне ягня – ягня вагою не більше ніж 15 кг, яке смочке вівцю.

Ягня на забій – ягня вагою більше ніж 15 кг.

Примітка. Традиційно, незважаючи на відсутність точних критеріїв, що застосовують до наявних тварин, ягнят на забій поділяють на тих, яких годують молоком, або ягнят до відлучення від вівці, і тих, яких годують травною (тварини на підніжному кормі (пасовищі), або ягнят на відгодівлі після відлучення від вівці. Ягня, яке годують травною, класифікують відповідно терміном кастрований або некастрований.

Молода вівця – кастрований або некастрований самець або ярка для забою, які мають не менше двох пар постійних різців.

Примітка. У цій категорії розрізняють таких тварин: молода вівця, молодий баран і кастрований молодий баран (молодий валух).

Доросла вівця – кастрований або некастрований самець або самка для забою, які мають щонайменше один із зубів третьої пари постійних різців, або вівця, яка вже ягнилася.

Баран – некастрований дорослий самець або дорослий самець, який був кастрований після настання статевої зрілості.

Вівцематка – доросла самка, яка ягнилася.

Молода вівця (ярка) – доросла самка, яка не ягнилася і не має видимих ознак суягності.

Кастрований баран (валух) – дорослий самець, якого було кастровано перед настанням статевої зрілості.

Під час проведення наукових досліджень у вівчарських господарствах на молодняку овець, що вирощують на м'ясо, або на дорослих вівцях на відгодівлі, враховують ряд показників м'ясної

продуктивності, які можна розділити на дві групи: *прижиттєві та післязайні*.

До *прижиттєвих показників* належать:

1) *будова тіла* (широкотілий, вузькотілий та проміжний тип);

2) *жива маса молодняку та дорослих овець*, кг – визначають індивідуальним зважуванням (бажано на електронних вагах) на початку та наприкінці контрольного періоду (молодняку від 14–15 кг у 2–3-місячному віці до 40–50 кг у віці 9–18 місяців; дорослих овець – середня жива маса 30–70 кг, а окремих тварин 100–150 кг);

3) *збереженість молодняку і дорослих овець*, % – визначають щоденно з встановленням причин вибуття;

4) *витрати корму на одну голову*, корм. од. – визначають груповим методом упродовж періоду вирощування;

5) *витрати корму на одиницю продукції* (1 кг приросту живої маси), корм. од./кг – визначають розрахунковим методом, корм. од./кг (у молодняку до 6-місячного віку становлять 4–5 корм. од./кг, до 1 року – 7–8; у дорослих овець – 10–15 корм. од./кг);

6) *вгодованість овець* – визначають за ДСТУ ISO 3974:2013 через огляд та прощупування ступеня розвитку м'язової і жирової тканин на холці, спині, попереку, ребрах і біля кореня хвоста, а у курдючних і жирнохвостих овець – курдюка і жирного хвоста. За вгодованістю овець поділяють на три категорії: вищу, середню і нижчесередню.

Вища вгодованість. М'язи спини та попереку на дотик розвинені добре; остисті відростки спинних і поперекових хребців не виступають, холка може виступати; відкладення підшкірного жиру добре промацуються на попереку, на спині та ребрах помірні. У курдючних овець у курдюці та у жирнохвостих овець на хвості значні відкладення жиру, курдюк добре заповнений.

Середня вгодованість. М'язи спини та попереку на дотик розвинені задовільно; маклоки та остисті відростки поперекових хребців дещо виступають, а остисті відростки спинних хребців – помітно; відкладення підшкірного жиру на попереку помірні, на спині та ребрах незначні. У курдючних овець у курдюці, а у жирнохвостих на хвості жирові відкладення помірні, курдюк недостатньо заповнений.

Нижчесередня вгодованість. М'язи на дотик розвинені незадовільно; остисті відростки спинних і поперекових хребців та ребра значно виступають; відкладення жиру не промацуються. У курдючних овець у курдюці, а у жирнохвостих на хвості є незначні відкладення жиру;

7) *швидкостиглість*, діб (швидко досягають забійної маси) – висока, середня, низька або *вік реалізації (забою) тварин на м'ясо*.

8) *передзабійна жива маса овець*, кг – визначають за допомогою зважування тварин після 24-годинної голодної витримки. Втрати живої маси за період голодної витримки зазвичай становлять 3–4 % через виділення калу і сечі.

Крім того, для аналізу характеристики росту відгодівельного молодняку овець використовують похідні величини, такі як *абсолютний, відносний та середньодобовий прирости*, котрі розраховують за формулами відповідно 2.1, 2.2 та 2.3, наведеними в темі 2. Середньодобовий приріст молодняку овець коливається від 100–150 до 400–500 г).

Після забою тварин визначають товарно-технологічні властивості якості туш, м'яса і підшкірного жиру молодняку та дорослих овець.

Забійні та м'ясні якості молодняку і дорослих овець

З метою оцінки м'ясної продуктивності овець проводять контрольний забій не менше 3 особин з кожної піддослідної групи. За відбору тварин для контрольного забою середня жива маса їх має відповідати середній масі по даній групі наприкінці виробничого експерименту.

Якість туш визначають під час контрольного забою молодняку та дорослих овець після їх охолодження впродовж 24 годин за температури +4–6 °С. Якість туші визначають за розвитком м'язової тканини і ступенем жировідкладення.

Показниками м'ясної продуктивності овець після забою є:

1) *маса туші*, кг – це туша вівці після забою без внутрішніх органів, голови і ніг. Передні ноги відокремлюють від туші по зап'ястному суглобу, задні – по скакальному. Нирки і принирковий жир не відокремлюють, вони входять в масу туші. Визначають масу парної туші – за допомогою індивідуального зважування відразу після забою тварини, і масу охолодженої туші – через 24 год після її охолодження в холодильній камері за температури 4–6 °С;

2) *забійна маса*, кг – маса туші та внутрішнього жиру. Масу туші та внутрішнього жиру визначають окремо (10–80 кг);

3) *забійний вихід*, % – це відношення забійної маси до передзабійної маси овець виражене у відсотках. Він залежить від вгодованості, породи, віку, статі тварин і коливається від 35 до 60 %;

4) *маса частини туші*, кг – кожну тушу розділяють на дві поперечні половини передню й задню по лінії, що проходить позаду останнього ребра. Обидві половини розбирають на сортові відруби. В Україні згідно з чинним ДСТУ ЕЭК ООН ECE/TRADE/308:2007 овеча туша поділяється на два сорти і 6 відрубів:

перший сорт: 1 – спинно-лопаткова частина; 2 – поперекова (з пахвиною) частина; 3 – тазостегнова частина;

другий сорт: 4 – заріз; 5 – передпліччя; 6 – задня голінка;

5) *морфологічний склад туші* – вміст у ній (%) м'язів, жиру, кісток, сполучної тканини та крові. Морфологічний склад туші визначають після її обвалювання і жилювання. Частка окремих тканин в туші овець коливається в межах: м'язової – 49,0–56,0 %; жирової – 4,0–18,0; сполучної – 8,0–12,0; кісткової – 20,0–35,0; крові – 0,8–1,0 %.

Примітка. Сполучна тканина є системою, що складається з аморфної основної (міжклітинної) речовини, якнайтонших волокон і формених елементів – клітин. Залежно від виду сполучної тканини основна речовина може бути в різному стані – напіврідка, слизоподібна, з помітними якнайтоншими мембранами.

Морфологічний склад туші залежить від породи, статі, віку і вгодованості овець. У тушах ягнят міститься більше кісток, менше м'якоті і жиру, ніж в тушах дорослих тварин. З підвищенням вгодованості збільшується вміст м'якоті і жиру, зменшується питома маса кісток. Порівняно з нижчесередньою вгодованістю овець кількість жиру в тушах овець середньої вгодованості зростає приблизно в 2 рази, вищесередньою – більш ніж в 3 рази. Одночасно збільшується вихід найбільш цінних відрубів – спинно-лопаткової частини, грудинки і тазостегнової частини;

6) *співвідношення маси м'якоті до маси кісток* (коефіцієнт м'якості) –цей показник залежить, насамперед, від вгодованості овець, а також породи, статі і віку тварин. Співвідношення м'якоті і кісток в туші встановлюють за її обвалювання (величина 2,5–4,0 : 1);

7) *співвідношення маси м'якоті до маси жиру* (підшкірного, міжм'язового і внутрішньом'язового, ниркового) – величина 1: 0,3–1,0).

У овець всіх порід, насамперед відкладається внутрішній жир (нирковий, кишковий), потім – міжм'язовий, підшкірний жировий шар і останнім – внутрішньом'язовий. Кількість жиру і його локалізація у овець різних порід неоднакові. У скоростиглих м'ясо-шерстних овець жир відкладається здебільшого між м'язами і на поверхні туші у вигляді поливу; у короткотонкохвостих – навпаки, відкладається переважно внутрішній жир і меншою мірою – міжм'язовий. Відкладення міжм'язового жиру надає бараніні мармурового вигляду. Надмірна жирність туші знижує її цінність. Особливо небажаний надмірний жир між м'язами, оскільки його неможливо видалити за оброблення туші;

8) *площа м'язового вічка, см²* – визначають на поперечному розрізі найдовшого м'яза спини між 12-м і 13-м грудними хребцями. Методика визначення площі м'язового вічка наведена в темі 2 (величина 14–25 см²).

Площа м'язового вічка збільшується з віком ягнят. Зокрема, якщо за народження вона становить 0,24 см², то в місячному віці – 0,76 см², у 4-місячному – 13,11 см². Об'єм та маса м'язів збільшуються здебільшого через збільшення площі поперечного перерізу м'язів;

9) *товщина жирового шару над найдовшим м'язом спини на рівні 12–13 грудних хребців, мм* – товщина прошарку жиру, що покриває найдовший м'яз спини зверху. Вимірюють в ділянці трьох четвертей довжини м'язового вічка від кінця реберної кістки (у найтоншому місці), за допомогою лінійки з точністю ± 1 мм. Методика визначення товщини жирового шару наведена в темі 2 (величина 3–5 мм, залежно від віку і маси тварин);

10) *товщина жирового шару на боці туші над 12-м ребром, мм* – вимірюють за допомогою лінійки з точністю ± 1 мм (величина 8–10 мм).

Для визначення товщини підшкірного жиру у тварин (прижиттєва оцінка) застосовують ультразвук. Для проведення ультрозвукового дослідження тварин фіксують у станку, волосяний покрив у ділянці дослідження голять. Довжина волосин має бути не більше 1,5 см. Техніка термісторного зондування полягає в проколах шкіри і введенні в тіло тварини термісторних зондів між 12-м і 13-м ребрами. Під час контакту з м'язовою тканиною спостерігають підвищення температури на шкалі зонду, а глибина його занурення слугує показником товщини прошарку жиру;

11) *маса субпродуктів, кг* – визначають за допомогою зважування відразу після забою тварини. Субпродукти – це другорядні продукти, які отримують під час забою овець. Їх підрозділяють на наступні групи: м'якотні – печінка, серце, легені, діафрагма, трахея з горлом, селезінка, м'ясна обрізь, язик і мозок; слизові оболонки – рубець; шерстні – голова.

Наявна на сьогодні в Україні система оцінки овечих туш та їх торговельного сортового розрубу успадковані від колишнього Радянського Союзу і суттєво відрізняється від прийнятих у країнах ЄС. У зв'язку з цим, проблема уніфікації чинних вітчизняних стандартів на туші тварин і м'ясу сировину із чинними вимогами країн ЄС має важливе значення для розвитку експортного потенціалу аграрного сектору України і потребує професійного аналізу та залучення відповідних державних структур, науковців і фахівців щодо її вирішення.

Діюча у країнах Євросоюзу післязабійна класифікаційна система оцінки туш тварин прийнята понад 20 років тому і сьогодні відома під назвою EUROP. Післязабійну класифікацію туш тварин за цією системою проводять незалежні висококваліфіковані спеціалісти на м'ясопереробних підприємствах не пізніше як за одну годину після забою тварин.

У прийнятих країнами Євросоюзу спільних інструкціях системи EUROP чітко регламентується діяльність класифікаційних служб щодо експорту м'ясних туш тварин, хоча для внутрішнього ринку кожної окремої країни розроблені національні вимоги до якості туш тварин і м'ясної сировини.

Відповідно до вимог системи EUROP туші овець оцінюють за м'ясністю і жировим поливом. За м'ясністю туші овець поділяють на шість класів, за жировим поливом – на п'ять класів. Крім цього, туші овець за віком поділяють на дві категорії (L і S):

L – туші ягнят до 2-місячного віку;

S – туші овець старше 2-місячного віку.

Туші овець масою нижче 13 кг за м'ясністю і жировим поливом не класифікують, а поділяють на три категорії: А – маса туші до 7 кг; В – 7,1–10 кг; С – 10,1–13 кг.

Класифікації за м'ясністю і жировим поливом підлягають овечі туші масою вище 13 кг.

У таблицях 10.1 і 10.2 наведено вимоги до овечих туш згідно із системою EUROP за м'ясністю і жировим поливом.

Таблиця 10.1 – Класифікація овечих туш за м'ясністю згідно з системою EUROP.

Клас за візуальною оцінкою частин туші	Візуальна оцінка частин овечих		
	крижово-стегова частина	спинно-поперекова частина	лопаткова частина
“S” (ідеальний)	Широка, дуже добре заокруглена й ідеально наповнена м'язовою тканиною	Товста, широка, дуже добре заокруглена	Достатньо товста і широка
“E” (відмінний)	Товста, добре заокруглена і наповнена м'язовою тканиною	Добре заокруглена, достатньо товста і широка при лопатці	Товста і достатньо заокруглена

Продовження таблиці 10.1

“U”(дуже добрий)	Товста і заокруглена	Товста і достатньо широка при лопатці	Товста і заокруглена
“R” (добрий)	Плоска	Товста, задовільно широка при лопатці	Добре розвинута, задовільна широка
“O” (задовільний)	Надто плоска	Задовільно товста і широка	Мало наповнена м’язовою тканиною
“P” (незадовільний)	Незадовільно наповнена м’язовою тканиною	З різко вираженим виступом кісток	З різко вираженим виступом кісток

Таблиця 10.2 – Класифікація овечих туш за жировим поливом згідно з системою EUROP.

Клас овечих туш за жировим поливом	Рівень покриття туш жиром	Стан підшкірного жирового поливу	Стан черевного жирового поливу	Стан грудного жирового поливу
I	Мало виражений	Відсутність жирового поливу або його залишки	Відсутність жирового поливу над нирками	Відсутність жирового поливу або його залишки між ребрами
II	Низький	Незначний жировий полив	Незначний жировий полив над нирками	Незначний жировий полив між ребрами
III	Середній	Ціла або майже ціла туша вкрита тонким шаром жиру; біля основи хвоста невеликі скупчення жиру	Нирки частково або повністю вкриті тонким шаром жиру	Незначний жировий полив при видимості міжреберних м’язів

Продовження таблиці 10.2

IV	Виражений	Туша цілком покрита товстим шаром жиру	Нирки повністю покриті шаром жиру	Міжреберні м'язи покриті жиром
V	Надто виражений	Туша цілком покрита дуже товстим шаром жиру	Нирки повністю покриті товстим шаром жиру	Міжреберні м'язи покриті товстим шаром жиру

Найбільшим попитом на ринку користуються туші, які вдало поєднують високу оцінку за м'ясністю (S, E, U, R) та віднесені до середніх класів за жировим поливом (II і III). Такі туші мають найвищі (преміальні) ціни. Баранина, віднесена за жировим поливом до IV класу, займає середній ціновий сегмент, а туші I та V класів (не жирні та надто жирні) є найдешевшими і попит на них незначний.

Оцінка якості м'яса молодняка овець

Якість м'яса молодняка овець характеризується низкою показників, які можна розділити на три групи: *органолептичні, фізико-хімічні та хімічні*.

Органолептичні показники якості м'яса:

1) *зовнішній вигляд* – визначають візуально, оглядаючи поверхню і свіжий розріз м'язової тканини;

2) *колір* – визначають органолептичним методом на свіжому поперечному перерізі щільного м'яза. Колір м'язової тканини залежить від хімічної будови речовин (міоглобіну і його похідних), які беруть участь у його утворенні. М'ясо дорослих овець має колір від яскраво-червоного до темно-червоного, молодняка – від червоного до червоно-вишневого;

3) *консистенція* – визначають за допомогою легкого надавлювання пальцем на свіжий розріз туші або зразка і спостерігають за тривалістю вирівнювання ямки (свіже м'ясо на розрізі щільне, пружне, ямка вирівнюється протягом декількох секунд). На розрізі м'ясо молодняка і дорослих овець щільне, пружне; ямка що утворюється за натискання пальцем швидко вирівнюється. Консистенція м'яса овець залежить від статі та віку тварини, а також від швидкості та ступеня післязабійних змін, тривалості та температури зберігання, методів технологічного оброблення;

4) *запах* – визначають за кімнатної температури органолептично, спочатку з поверхні туші та грудино-черевної порожнини, а потім

ножем роблять розріз і відрізу визначають запах в глибинних шарах, особливо в тканинах, що прилягають до кісток. Крім того, запах визначають під час варіння м'яса, в момент появи пари. Запах баранини специфічний, властивий свіжому м'ясу. Запах м'яса молодих тварин менш виражений, а м'ясо дорослих тварин має гостріший запах;

5) *якість бульйону після варіння м'яса* – оцінюють прозорість бульйону візуально, аромат, смак і наваристість – за допомогою органів чуттів. Оцінку проводять згідно з методикою, наведеної в темі 2.

Особливості баранини: специфічний приємний смак дичини й неперевершеного делікатесу. Смак і аромат м'яса зумовлені вмістом характерних для нього хімічних сполук. Вирішальне значення у формуванні смаку та аромату вареного м'яса мають екстрактні речовини. Найважливішими компонентами аромату м'яса вважаються сірковмісні та азотовмісні (аміак, аміни) леткі речовини, однак особливе місце відводиться карбонільним сполукам (монокарбоніві леткі кислоти, альдегіди, кетони). Специфічний смак баранини пояснюється жиророзчинними сполуками і залежить від віку тварини і наявності жирової тканини. М'ясо молодих тварин має приємний смак, а дорослих – менш приємний;

б) *результати дегустації м'яса та бульйону* (згідно з ДСТУ 4823.1:2007, ДСТУ 4823.2:2007) – дегустаційну оцінку здійснюють за допомогою органів чуттів за наступними показниками: зовнішній вигляд, колір, смак, запах (аромат), соковитість, консистенція (ніжність, жорсткість). Методика підготовки зразків м'яса та порядок проведення дегустаційної оцінки м'яса наведені в темі 2.

Фізико-хімічні показники якості м'яса:

1) *активна кислотність м'яса (pH)* – визначають потенціометричним та індикаторним методами (величина 4,5–5,5). Методики визначення активної кислотності м'яса наведені в темі 2.

Свіжа баранина (1–3 дні після забою тварин) має слабо-кислу реакцію. У старому або зіпсованому м'ясі реакція лужна внаслідок утворення аміаку (синій колір). Більшість бактерій не ростуть на кислих поживних середовищах. Отже, м'ясо з низьким рН повільніше піддається розкладанню бактеріями, ніж м'ясо з високим рН;

2) *інтенсивність забарвлення м'яса* (од. екстикції $\times 1000$) – визначають переважно спектральним методом, а також екстракційним методом Хорнсі. Методики визначення інтенсивності забарвлення м'яса наведені в темі 2.

Інтенсивність забарвлення м'яса залежить від вмісту міоглобіну. Міоглобін забарвлений у темно-червоний колір і зумовлює природне забарвлення м'язової тканини;

3) *ніжність м'яса* (с, см²/г загального нітрогену) – визначають фізичними (інструментальними) і хімічними методами. Методики визначення ніжності м'яса наведені в темі 2;

4) *вологосмісткість м'яса* (%) – визначають методом пресування або методом центрифугування. Методики визначення вологосмісткості м'яса наведені в темі 2;

5) *уварюваність м'яса* (%) – втрати м'ясного соку за теплової обробки (величина 34–37 %). Методика визначення уварюваності м'яса наведена в темі 2;

6) *мрамуровість м'яса* – тонкі жирові прошарки в середині м'язів, що надають м'ясу на зрізі подібності до мрамру (рис. 10.1).



Рис.10.1. Баранини з мрамуровими візерунками жиру та м'язів.

Мрамуровість є однією з найважливіших ознак, що визначають якість м'яса. Мрамуровий візерунок часто розглядають споживачі як основний показник за купівлі м'яса. На ринку постійно користується попитом м'ясо з певним ступенем мрамуровості. Зазвичай мрамуровість м'яса оцінюють двома основними методами: суб'єктивним (візуальним) та об'єктивним (хімічні методи). Суб'єктивний метод оцінки мрамуровості м'яса дає лише наближені результати. Недоліками цього методу є те, що він суттєво залежить від конкретного досвіду експерта, його кваліфікації, а також оцінку не завжди можна повторити. Об'єктивні методи більш точні, однак трудомісткі та потребують додаткового обладнання і реактивів.

З метою підвищення точності визначення мрамуровості м'яса, були розроблені різноманітні сучасні інструментальні методи: спектроскопічні, методи візуалізації та гіперспектрального зображення.

Мрамуровість м'яса молодняка і дорослих овець оцінюють на поверхні зрізу після того, як він був здійснений між 12-м і 13-м

ребрами. Мармуровість баранини визначають як візуально (за використання фотошквал), так і за результатами хімічного аналізу м'язової тканини. Методика визначення мармуровості м'яса за результатами хімічного аналізу наведена в темі 2.

Ступінь мармуровості є основним показником якості. Виділяють кілька основних ступенів мармуровості: вища – Prime, добірна – Choise, звичайна – Select, незначна (сліди) – Standard.

Мармуровість баранини залежить від породи овець, типу годівлі тварин, їх віку, передзабійної живої маси, функціональної активності різних видів м'язів.

Хімічні показники якості м'яса.

Під час анатомічного розбирання та обвалення туш овець здійснюють відбір проб м'яса для проведення хімічного аналізу. Зазвичай проби беруть від п'яти-семи, але не менше ніж від трьох типових для груп туш. З кожної взятої на аналіз півтуші відбирають точкові проби – шматки м'яса масою не менше 0,2 кг із наступних її частин: спинно-лопаткової, поперекової, тазостегнової, зарізу, передпліччя та задньої голінки. З отриманих точкових проб формують об'єднану пробу, яку пропускають через м'ясорубку з решіткою 3 мм і ретельно перемішують. З об'єднаної проби, методом квартування (див. тема 8), формують середню пробу м'яса масою не менше 400 г.

Під час хімічного аналізу м'яса визначають такі показники:

1) *масова частка загальної вологості (%)* – за допомогою висушування наважки до постійної маси у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси (згідно з ДСТУ ISO 1442: 2005);

2) *масова частка нітрогену та білка (%)* – методом К'ельдалея (згідно з ДСТУ ISO 937: 2005);

3) *масова частка жиру (%)* – екстрагуванням етиловим спиртом в апараті Сокслета (згідно з ДСТУ ISO 1443: 2005);

4) *масова частка золи (%)* – через озолення наважки у муфельній печі за температури 525–550 °С (згідно з ДСТУ ISO 936: 2008);

5) *калорійність (харчова або енергетична цінність) м'яса* (ккал або кДж) – розрахунковим методом за формулою (2.14), наведеною в темі 2;

6) *нетоксичність та відносна біологічна цінність м'яса* – мікрометодом з використанням тест-організму інфузорії Тетрахімена піриформіс, штам WH₁₄ (Микитюк, 2004);

7) *білковий якісний показник (БЯП)* – розрахунковим методом за відношенням триптофану (мг/%) до оксипроліну (мг/%). Біологічна цінність білків характеризується амінокислотним складом м'яса,

загальним вмістом амінокислот та окремих їх груп, що оцінюють за показником співвідношення триптофану до оксипроліну. У баранині БЯП має становити 6–8 од.

Середні величини показників, що характеризують хімічний склад і енергетичну цінність м'яса овець наведені в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3 – Середній хімічний склад і енергетична цінність м'яса овець залежно від вгодованості.

Категорія вгодованості тварин	Вміст, %				Енергетична цінність, ккал/кДж
	води	білка	жиру	золи	
Вища	52,9	15,3	31,0	0,8	351/1470
Середня	67,6	16,3	15,3	0,8	203/850
Нижчесередня	69,3	20,8	9,0	0,9	164/687
Ягнятина	68,9	16,2	14,1	0,8	192/803

Оцінка якості жирової тканини молодняку та дорослих овець

Жирова тканина – різновид сполучної тканини тваринних організмів, яка утворюється з мезенхіми і складається з жирових клітин.

Основне біологічне значення жирової тканини, для якої характерна висока метаболічна активність, полягає в тому, що вона виконує функцію “запасного депо” для накопичення поживного матеріалу, що має запас потенційної енергії. У деяких ділянках тіла тварин жирова тканина виконує механічні функції – є нібито м'якою прокладкою, що захищає внутрішні органи від механічної дії. Крім того, як поганий провідник тепла, вона захищає організм тварини від охолодження і перегрівання.

Масова частка основних компонентів (волога, жир, білок) у жировій тканині залежить від анатомічної ділянки розташування її в туші. Основною складовою частиною жирової тканини є жири (здебільшого тригліцериди), що становлять іноді до 98 % маси тканини. На відміну від інших видів тканин, у жировій низький вміст води і білків. Білкові речовини представлені колагеном, еластином, муцинами і, в малій кількості, альбумінами і глобулінами. У невеликих кількостях у ній містяться інші ліпіди (фосфатиди, стерини, стероїди), ферменти, вітаміни (А, В, Е, К), пігменти (каротиноїди) й інші органічні й мінеральні речовини. З ферментів для жирової тканини найбільш характерні ліпази, які мають важливе значення у дисиміляції жирів.

Залежно від ділянок локалізації, жирову тканину поділяють на підшкірну, міжм'язову і внутрішньом'язову. Кількість жирової тканини і її розподілення значною мірою визначає поживну цінність і якість м'яса та залежить від виду, породи, статі, віку, вгодованості, фізіологічного стану, умов відгодівлі й утримання тварин, а також від особливостей їх використання.

Жирову тканину використовують як сировину для виробництва харчових продуктів (ковбасні вироби, харчові топлені жири), а також для виробництва продукції технічного призначення.

За анатомічним походженням жирову тканину овець (жир-сирець) поділяють на дві групи.

До I групи відносять: жир підшкірний, сальник, жир навколонишковий, брижейний, навколосерцевий, жирові обрізки від зачищення туш, жир з ліверу, калтику, хвоста, курдюк свіжий.

До II групи відносять: жирові обрізки від ручного обряджування туш у цехах забою тварин та розділення туш, кишковий жир.

Баранячий жир-сирець має матово-білий колір із специфічним запахом, який може передаватися витопленому жиру. Курдючний жир, що розміщений біля кореня хвоста овець курдючної породи, м'якіший, ніж жир внутрішніх органів, має жовтуватий відтінок і значно менше виражений запах. Жир, виготовлений з курдюка, якісніший, ніж жир з внутрішніх органів.

Якість жиру-сирцю залежить від віку, статі, вгодованості тварин. Із сировини першої групи можна витопити більше жиру вищого сорту, ніж з сировини другої групи.

Правила відбору зразків жирової тканини овець і підготовка їх до дослідження аналогічні, як від великої рогатої худоби та свиней, і описані в темі 6.

Водночас, підготовка об'єднаної проби жиру-сирцю овець має свої особливості. Залежно від мети дослідження, можуть використовувати декілька варіантів підготовки об'єднаної проби:

- 1 варіант – відбір жирової тканини, що входить у I групу;
- 2 варіант – відбір жирової тканини, що входить у II групу;
- 3 варіант – відбір жирової тканини, що входить у I та II групи (збірний жир-сирець).

Спочатку відбирають точкові проби (наприклад, підшкірний навколонишковий, шлунковий та кишковий жир), поміщають їх в чисту суху банку. Відібрану у такий спосіб об'єднану пробу (масою не менше 600 г) направляють у лабораторію, де жир розплавляють до мазеподібної консистенції, поміщаючи банку в гарячу воду, і ретельно перемішують.

Органолептична оцінка якості баранячого жиру.

Підготовка зразка для органолептичної оцінки. Органолептичну оцінку здійснюють не пізніше ніж через 21 год з моменту відбору зразка. До початку дослідження зразок зберігають в холодильнику за температури 0–4 °С.

Запах, смак, консистенцію і колір визначають органолептично за температури жиру 15–20 °С.

Запах і смак цього жиру специфічні з властивим баранині присмаком. Для жирів вищого сорту сторонні запах і смак не допускаються. Для жирів I сорту припустимий легкий піджаристий запах і смак. *Колір* – визначають у відбитому денному розсіяному світлі. Жир поміщають на пластинку молочного скла так, що товщина шару була 5 мм, після чого визначають колір. Під час дослідження встановлюють не лише колір, а також відтінок жиру. Баранячий жир вищого сорту має білий або світло-жовтий колір. Для жирів I сорту припустимий блідо-зелений відтінок.

Консистенцію – визначають в об'єднаному зразку за допомогою натискання шпателем на жир. Консистенція баранячого жиру – тверда. Консистенція курдючного жиру – мазеподібна.

Прозорість – визначають у розплавленому стані окомірно. Баранячий жир вищого та I сортів – прозорий. Для збірного баранячого жиру допускається мутнуватість. Методика визначення прозорості жиру наведена в темі 6.

Прозорість баранячого жиру в одиницях шкали фотоелектроколориметра становить не більше 40.

Хімічні показники якості жирової тканини:

1) *масова частка загальної вологості (%)* – за допомогою висушування наважки у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси. За різницею маси до і після висушування визначають вміст води у жировій тканині. Методика визначення масової частки загальної вологості жиру наведена в темі 6;

2) *масова частка жиру (%)* – через подальше нагрівання сухого залишку жирової тканини до витоплювання жиру. За різницею маси до і після витоплювання визначають вміст жиру у жировій тканині;

3) *масова частка шквари (%)* – розрахунковим методом за формулою (6.4) наведеною у темі 6.

Слід також зазначити, що під час досліджень хімічного складу жирової тканини масову частку білка в ній зазвичай не визначають, через низький його вміст (1,0–2,0 %).

Фізико-хімічні показники якості жирової тканини:

1) *температура застигання жиру* (°C) – це температура, за якої розплавлений жир стає твердим. Вона без чітко виражених меж і нижча на 4–10 °C від температури плавлення. Для баранячого жиру вона коливається у межах 34–45 °C. Температуру застигання жирів важко визначити, адже вони є сумішшю багатьох компонентів, тому визначають температуру застигання жирних кислот, яку називають *титром жиру*.

Температуру застигання жиру визначають на приладі Жукова. Методика визначення температури застигання жиру наведена в темі 6;

2) *температура плавлення жиру* (°C) – це температура, за якої жир переходить з твердого стану у рідкий. Для баранячого жиру вона коливається у межах 44–55 °C. Методики визначення температури плавлення жиру наведені в темі 6;

3) *число омилення (кислотне число) жиру* показує, скільки міліграмів їдкого калію (KOH) необхідно для омилення і нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г жиру. Для баранячого жиру воно становить 191–206 мг KOH/г. Методика визначення числа омилення жиру наведена в темі 6;

4) *йодне число (пероксидне число) жиру* показує скільки грамів йоду може приєднатися до 100 г жиру. Для баранячого жиру йодне число становить 31–46 I₂ г/100 г або %. Методика визначення йодного числа жиру наведена в темі 6;

5) *густина жиру* показує відношення маси жиру до його об'єму. Густина баранячого жиру становить 0,937–0,961 г/см³.

Густину жиру визначають за допомогою пікнометра. Методика визначення густини жиру наведена в темі 6;

6) *показник заломлення жиру* характеризує здатність жиру заломлювати промінь світла, який проходить через нього. Показник заломлення жиру встановлюють за допомогою рефрактометрів (РПУ, ИРФ-22, РПЛ-3 та ін.). Коефіцієнт заломлення баранячого жиру становить 1,4566–1,4583. Методика визначення заломлення жиру наведена в темі 6.

ТЕМА 11

ПРОДУКТИВНІ ТА ВІДТВОРНІ ЯКОСТІ ПЛІДНИКІВ РИБ (САМОК І САМЦІВ) ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники продуктивності самок і якості спермопродукції самців риб, які вивчають під час проведення наукових досліджень у рибоводних господарствах. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під час проведення наукових досліджень на плідниках риб, щодо впливу будь-яких чинників на їх відтворну здатність, враховують ряд кількісних і якісних показників, одні з яких є специфічними для самок, інші – для самців.

Плідник – статевозріла особина риби, призначена для отримання статевих продуктів (статевих клітин) та/або потомства риби.

Відтворну здатність самок оцінюють за наступними показниками:

1) *жива маса* – визначають індивідуальним зважуванням самки (бажано на електронних вагах) перед посадкою на нерест або перед одержанням ікри за штучного виборозведення, кг;

2) *плодючість риб*. У рибництві розрізняють: *абсолютну, робочу та відносну плодючість*.

Абсолютна або індивідуальна плодючість – це кількість ікринок, що знаходяться у яєчниках (гонадах) самки, які можуть бути виметані у нерестовий період даного року за сприятливих умов.

Абсолютну плодючість риб визначають ваговим методом обліку ікри. Для цього у зваженої і виміряної риби виймають гонади, зважують ікру, беруть її порцію від 0,2 до 20 г (залежно від розмірів ікринок) і підраховують кількість ікринок у ній. Розмір ікринок у різних частинах гонад може бути неоднаковим, тому беруть не менше трьох порцій ікри з різних ділянок і проводять підрахунок. Потім визначають середню кількість ікринок в 1 г, що дає змогу встановити абсолютну плодючість.

Значно складніше визначити абсолютну плодючість цим методом за порційного ікрометання. Практикою встановлено, що абсолютну плодючість у риб з порційним нерестом можна визначити через підрахунок лише в тому випадку, якщо кількість порцій ікри не перевищує трьох. До таких риб належить більшість риб наших широт з порційним ікрометанням, зокрема, короп, карась, густера, вівсянка та ін. Підрахунок ікринок у гонадах проводять у кожній порції, яка може бути викинута в цьому році. Відтак загальна кількість ікринок у цих порціях дає висхідну величину абсолютної плодючості.

Робоча плодючість – це кількість зрілих ікринок, яку одержують від однієї самки для штучного риборозведення.

Величину робочої плодючості самок встановлюють об'ємним або ваговим методами обліку ікри. Робоча плодючість зазвичай нижча за абсолютну. Це пояснюється двома причинами. Перша – у зрілих самок поряд з основною масою зрілих ікринок є певна кількість незрілих, які звичайно після нересту резорбуються. Друга – під час взяття ікри способом виціджування у черевній порожнині самки іноді залишається не лише певна кількість незрілих ікринок, а також зрілих.

Об'ємний метод. За обліку ікри об'ємним методом використовують мірні квартаи ємністю 0,5–1,0 л і мірні стаканчики – 1–5 см³.

Спочатку квартами вимірюють об'єм всієї кількості ікри. Потім заповнюють ікрою мірний стаканчик і підраховують кількість ікринок у ньому. Заповнення стаканчика ікринками та їх підрахунок повторюють тричі для визначення середньої величини. Знаючи кількість ікринок, що міститься у певному об'ємі стаканчика, встановлюють кількість ікринок, що знаходиться в усьому виміряному об'ємі взятої від самок ікри.

Приклад. Об'єм усієї кількості ікри дорівнює 1 л, у стаканчику 5 см³ міститься 530 ікринок. Визначити робочу плодючість.

1. Кількість мірних стаканчиків у 1 л становитиме:

$$1000 \text{ см}^3 : 5 \text{ см}^3 = 200 \text{ шт. стаканчиків.}$$

2. Загальна кількість ікринок становитиме:

$$200 \text{ шт.} \times 530 \text{ шт.} = 106 \text{ тис. шт.}$$

Ваговий метод. За цього методу спочатку зважують всю кількість отриманої від самки ікри. Потім беруть 2–3 невеликі порції (за дрібної ікри беруть порції по 0,2–0,4 г, середньої – 1–3 г, крупної – 10–20 г), зважують їх, поштучно підраховують кількість ікринок у кожній порції та визначають середню кількість ікринок в 1 г. Знаючи кількість їх в 1 г, встановлюють кількість усіх ікринок.

Приклад. Загальна маса взятої від самки ікри дорівнює 3,5 кг, а в 1 г міститься у середньому 45 ікринок. Визначити робочу плодючість.

$$3500 \text{ г} \times 45 \text{ шт./г} = 157,5 \text{ тис. шт. ікринок.}$$

Ваговий метод є більш точним за визначення кількості ікри у лососевих риб і менш точним під час обліку дрібної ікри, зокрема риб сигових і коропових видів. Тому в практиці рибиництва для риб з крупною ікрою облік її кількості зазвичай проводять ваговим методом, а з дрібною – об'ємним.

Відносна плодючість – це кількість ікринок, яка припадає на одиницю маси тіла самки (на 1 г або 1 кг).

Величину відносної плодючості визначають через ділення робочої плодючості самки на її масу і виражають у шт./кг.

Орієнтовні величини плодючості деяких видів риб наведені в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 – **Величина плодючості деяких видів риб, тис. шт.**

Вид риби	Абсолютна плодючість	Робоча плодючість
Білуга	211–7100	350–700
Калуга	420–4100	500
Осетер	59–890	200–250
Лосось	4–30	4–8
Горбуша	0,6–3,0	1,4
Лящ	60–550	80–320
Судак	90–1170	200–800
Короп	1000–1500	300–500
Білий амур	30–2000	350–400
Білий товстолоб	100–1500	350–400
Строкатий товстолоб	80–1800	500–600
Райдужна форель	–	1,5–3,0

3) розмір і маса ікринок

Для визначення середнього діаметра, висушені на фільтрувальному папері ікринки різних видів риб розташовують у ряд на предметному склі для вимірювання. Для кожного виду риб беруть три окремі вибірки по десять ікринок. За даними вимірювання (вимірюють лінійний відрізок, який займають не менше 10 ікринок, розташованих поруч) визначають середнє значення діаметра ікринки у мм. Визначити діаметр ікринок можна і за допомогою окулярмікрометра біокуляра.

Масу ікринки визначають за даними підрахунку кількості ікринок в 1 г ікри (звільненої від вологи на фільтрувальному папері).

За розміром ікру поділяють на:

- 1) велику, що має діаметр 5,0–6,5 мм і більше (лосось, форель);
- 2) середню – з діаметром 2,5–5,0 мм (осетрові, сигові, щука та ін.);
- 3) дрібну – діаметр якої менший за 2,5 мм (короп, судак, тараня та ін.).

Найбільш плодючі види риби мають найдрібнішу ікру, і навпаки. Зокрема, діаметр ікринки у сазана становить 1,5–2 мм; коропа – 1,5–1,8; шуки – 2,5–3,0; севрюги – 2,4–3,2; осетра – 2,8–3,8; білуги – 3,3–4,0; лосося – 5,0–7,0 мм.

Спостерігається зворотна залежність між індивідуальною плодовитістю і розмірами ікринок: у риб з великої ікрою вона менша, з дрібною – більша (наприклад, у кети діаметр ікринок 7–8 мм, плодючість 2–4 тис. шт., у тріски діаметр ікринок 1,1–1,7 мм, плодючість до 10 млн. шт.);

4) заплідненість ікри.

Для ікри лососевих і коропових риб цей показник визначають у період дробіння, коли зародковий диск нормально розвинених яєць складається із 16 і більше бластомерів. Незапліднені ікринки у цей час не дробляться або мають 2–8 хибних бластомерів. Запліднені яйця чітко відрізняються від незапліднених. Ікра хорошої якості має чисті прозорі оболонки, що дозволяють виразно спостерігати за процесом ембріогенезу. Мертва ікра помітно збільшується в розмірі, на відміну від ембріонів, що нормально розвиваються, і має характерне “мрамурове” або біле каламутне забарвлення.

Процент запліднення ікри осетрових риб зазвичай визначають на стадії другого-третього ділення дробіння (4–8 бластомерів).

Щоб визначити процент запліднення, беруть пробу (в першу добу після запліднення) із загальної кількості ікри, яка закладена на інкубацію. Проба ікри лососевих видів риб має містити 100–150 ікринок, коропових – 300–400, осетрових – 300–350 ікринок. Усі ікринки проби розглядають під мікроскопом, бінокуляром або сильною лупою. Ікринки лососевих видів риб проглядають без оболонки, яку перед цим знімають.

Процент запліднення ікри визначають за відношенням кількості розвинутих (живих, прозорих) ікринок до кількості проглянутих ікринок, помножене на 100.

Однак у рибоводній практиці більш зручний інший спосіб. На стадії розвитку, яка характеризується початком пульсації серця і відокремленням задньої частини тіла зародка (через 90–110 градусоднів за оптимальної температури), пробу ікри поміщають у 5 % розчин оцтової кислоти з додаванням 7 г кухонної солі на літр розчину. У цьому розчині оболонка ікри знебарвлюється і в ікрі, яка нормально запліднена та розвивається, буде помітна біла смуга тіла зародка. Процент запліднення встановлюють на основі перевірки не менше 100 ікринок із кожної партії відбору.

Орієнтовні величини заплідненості ікри деяких видів риб наведені в таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 – **Заплідненість ікри деяких видів риб, %.**

Лосось – 97	Сиг – 95	Осетер – 80	Рибець – 95
Білорибця – 73–97	Білуга – 90	Севрюга – 70–90	Кутум – 98
Форель – 90–95	Канальний сом – 80	Лин – 93–95	Короп – 80–85
Білий та строкатий товстолоби, білий амур – 80–95			

5) кількість 3-добових личинок одержаних від однієї самки (або від одного гнізда плідників за природнього нересту) – визначають за результатами обліку молоді риб.

Є такі методи обліку личинок:

- 1) за величиною відходу рибної продукції;
- 2) поштучний;
- 3) об'ємний;
- 4) ваговий;
- 5) еталонний;
- 6) фотоелектричний.

За величиною відходу рибної продукції. Під час кожного відбору мертвих ікринок з інкубаційного апарата, враховують їх кількість і записують у журнал. Наприкінці інкубаційного періоду ці дані підсумовують і одержують загальну кількість загиблої ікри. За різницею між кількістю ікринок, закладених на інкубацію і загиблих, визначають кількість передличинок, що виклюнулися. Потім за щоденником обліку відходу передличинок встановлюють кількість личинок.

Поштучний метод, або прямий підрахунок. Облік проводять за допомогою плоских марлевих сачків, які ділять кольоровими нитками на 4–9 частин. Спочатку личинок поміщають у тази, потім сачком їх виловлюють, швидко підраховують і випускають в інші тази. Цей спосіб застосовують за підрахунку невеликої партії личинок або за необхідності отримати абсолютно точні дані.

Об'ємний метод підрахунку молоді полягає у витісненні об'єму води личинками. Апарат складається з двох частин: лічильної ємкості та мірного скляного циліндра. Скляну лічильну ємкість заливають водою так, щоб надлишок її пішов через трійник, після чого під нього ставлять мірний циліндр і через лійку в лічильну ємкість вносять певну прораховану кількість личинок. Об'єм води, що витіснили личинки і потрапив у мірний циліндр, вимірюють. Потім обчислюють кількість молоді, що припадає на один поділ мірного циліндра. Для більш

точних результатів цю операцію проводять кілька разів і визначають середню величину. Після тарування приладу на конкретну молодь її кількість визначають за обсягом витісненої в мірний циліндр води. Похибка за використання об'ємного методу з водою становить 4–5 %.

Кількість личинок риби, що витримують або підрощують у круглих басейнах, можна визначати об'ємним методом за допомогою «рахункового сектора». Дротова рамка із сіткою, опущена в круглий басейн, “вирізає” зазвичай 10 % його об'єму. Однак перед її застосуванням треба досягти рівномірного розподілу личинок по всій площі басейну. Потім у відсіченій частині басейну проводять за допомогою сіткового «грохота» поштучний підрахунок личинок. Визначивши кількість личинок у секторі, множать його на 10 та встановлюють кількість личинок у всьому басейні. Похибка становить 6–7 %.

Ваговий метод підрахунку молоді, запропонований П.А. Улановським, полягає у підрахунку кількості личинок за допомогою зважування. Цей метод передбачає зважування личинок окремими партіями. Знаючи масу кожної партії личинок і середню масу однієї особини в кожній з них (через зважування 50–100 личинок), розраховують їхню кількість у цих партіях.

Еталонний метод. У білий емальований таз наливають 5–7 л води та відраховують до нього з інкубаційного апарату або сітчастого садка, встановленого в личинковому накопичувачі, наприклад, 1 або 2 тис. шт. молоді, залежно від її індивідуальної маси - це є еталоном. Поруч ставлять інший таз (або два) з таким же об'ємом води і поміщають туди молодь, не рахуючи доти, доки, на думку спостерігача, там не буде приблизно стільки ж риби за щільністю, як і в еталоні. Цю рибу з водою обережно переливають у транспортувальну ємність, наприклад, молочні 40-літрові бідони, і операцію повторюють. Необхідно постійно стежити за поведінкою риби в еталоні, якщо вона стає млявою і піднімається до поверхні, воду слід замінити на свіжу. За годину еталон слід замінити. Кожен 20-й таз необхідно перераховувати з метою визначення похибки еталонного рахунку і внести поправку на всю виловлену рибу. Помноживши кількість тазів на кількість личинок в одній посудині, встановлюють загальну кількість молоді. У досвідченого фахівця за такого способу обліку похибка не перевищує 11–15 %. Метод еталонів застосовують у разі потреби швидкого підрахунку великої кількості личинок.

Фотоелектричний метод. Личинок з водою прокачують через тонку трубку, якою вони йдуть одна за одною перетинаючи промінь

світла повз фотоелемент (зараз ставлять відеокамеру, сигнал з якою йде на процесор комп'ютера).

Для автоматизації процесу обліку молоді риб використовують спеціально призначені пристрої, деякі з яких оснащені одночасним визначенням біомаси риби. Основні вимоги до облікових пристроїв риби будь-якої конструкції: висока точність і швидкість підрахунку, простота реалізації, виключення травмувань риби.

Лічильник риби VAKI Nano Fry призначений для швидкого перерахунку великої кількості молоді риб, а також для визначення її біомаси (рис. 11.1). Принцип роботи такого лічильника риби полягає у наступному: риба разом з водою подається у завантажувальний бункер, звідки стікає по похилому жолобу, шириною 40 см. На кінці жолоба розміщена цифрова скануюча камера, яка реєструє кожний об'єкт, який потрапляє в поле її зору. Для аналізу та підрахунку об'єктів використовують спеціальне програмне забезпечення.

Ваговий діапазон риби, для обліку якої використовують таку установку, від 0,05 до 20 г. Швидкість обрахунку становить до 200000 риб за годину, точність обрахунку – 98 %.



Рис. 11.1. Лічильник риби VAKI Nano Fry.

Для обліку молоді риби, що проходить через трубопровід використовують лічильник VAKI Pico 2,5 Counter (рис. 11.2). Це обладнання призначене для визначення чисельності та біомаси риби у ваговому діапазоні від 0,003 до 3 г, а також її розподілу по вагових групах. Встановлюють лічильник на трубопроводах, у яких наявний постійний тиск води, або на трубопроводах за перекачування риби



Рис. 11.2. Лічильник
риби VAKI
Pico 2,5 Counter.

сифонами чи рибонасосами. Швидкість обрахунку становить до 100000 риб за годину, точність обрахунку – 99 %.

Вихід 3–4-добових личинок від заплідненої ікри за допустимими нормами має бути не нижчим 40–80 %, а за оптимальними – 50 %. Зокрема, вихід личинок від однієї самки білого амура за допустимими нормами становить 100–500 тис. шт., а за оптимальними – 175–200 тис. шт.; білого товстолобика – відповідно 75–600 та 175–200 тис. шт.; строкатого товстолобика – 100–750 та 250–300 тис.шт;

б) *відхід плідників риб після проведення нерестової кампанії* – визначають за допомогою щоденного обліку плідників риб, що вибули із групи, із встановленням причин вибуття. Розраховують відхід плідників за відношенням кількості плідників, що вибули упродовж нерестової кампанії, до кількості плідників, що використовували у нерестовій кампанії, і виражають у відсотках (величина 10–30 %).

Відтворну здатність самців оцінюють за показниками якості сперми:

1) *зовнішній вигляд* – візуальну оцінку за кольором і консистенцією проводять безпосередньо під час відсиджування сперми.

За візуальної оцінки сперми виділяють три групи:

1) сперма високої якості – залежно від виду риб тече щільним струменем або падає густими краплями і має вигляд молока, що згущується, злегка жовтуватого кольору (у осетрових) або чисто білого кольору;

2) сперма середньої якості – незначна густина (тече як звичайне молоко), має білий колір;

3) сперма низької якості – рідка, має колір розбавленого молока з синюватим відтінком;

2) *маса молочка* у самців зазвичай становить 3–5 % від маси плідника (білий товстолобик, білий амур та ін.), а в деяких видів риб – 10–12 % (короп та ін.);

3) *об'єм сперми*, см³ – визначають за допомогою мірних стаканчиків з точністю до 0,1 см³;

4) *концентрація сперматозоїдів*, млрд/см³ – це кількість спермійів у одиниці об'єму сім'яної рідини. Методика визначення концентрації сперматозоїдів наведена в темі 5.

Концентрацію спермійів в одиниці об'єму еякуляту визначають двома методами:

- 1) окомірним підрахунком в рахунковій камері Горяєва;
- 2) фотоелектрокалориметричним.

Підрахунок спермійів в камері Горяєва здійснюють за невеликої кількості самців (не більше 50 екз.). За цього методу визначення концентрації спермійів на дослідження однієї проби витрачають 10–15 хв. Методика визначення концентрації сперматозоїдів окомірним методом наведена в темі 5.

Фотоелектрокалориметричний метод зручний за обробки великої кількості проб. На дослідження однієї проби витрачають близько 5 хв.

Чим вища концентрація сперматозоїдів, тим більша кількість ікринок може бути запліднена.

Орієнтовні величини об'єму сперми та концентрації сперматозоїдів самців деяких видів риб наведені в таблиці 11.3.

Таблиця 11.3 – Характеристика сперми самців деяких видів риб.

Вид риби	Одночасний об'єм сперми, см ³	Концентрація сперматозоїдів, млрд./см ³
Осетер російський	25,0–500,0	1,1–3,2
Райдужна форель	1,0–23,0	20,4
Пелядь	0,2–3,2	7,6
Короп	2,9–12,5	24,0–28,0
Білий амур	20,0–30,0	31,0
Товстолоб білий	до 25,0	30,0–33,0
Товстолоб строкатий	до 25,0	34,0
Щука	до 1,0	18,0–25,0
Горбуша	0,5–21,7	8,3–29,0
Сьомга	–	3,0–56,0
Сріблястий карась	–	7,4

5) *загальна кількість сперматозоїдів в еякуляті* – визначають через множення об'єму еякуляту (см³) на концентрацію спермійів (млрд/см³);

б) *рухливість сперматозоїдів (активність)* – це тривалість поступальних рухів у воді сперматозоїдів, яку визначають за допомогою мікроскопа.

Методика визначення. Активність сперміїв (свіжа або охолоджена проба) визначають під мікроскопом за збільшення 20×10. Краплю сперми наносять на предметне скельце, до неї за допомогою піпетки додавають краплю води для активації сперміїв. З моменту додавання краплі води до сперми за допомогою секундоміра відраховують час поступальних рухів сперміїв. З часом поступальні рухи сперматозоїдів послаблюються і переходять у коливальні, за яких спермії не переміщуються у воді і, як наслідок, не можуть проникнути в ікринки. Потім і цей рух припиняється, сперматозоїди стають нерухомими й гинуть. Чим менша їх активність, тим гірша їх якість.

Орієнтовні величини активності сперматозоїдів самців деяких видів риб наведені в таблиці 11.4.

Таблиця 11.4 – Активність сперми деяких видів риб (поступальні рухи).

Вид риби	Час, с	Вид риби	Час, с
Осетер	300–600	Рибець	30–60
Лосось	45	Пелядь	25–65
Форель	25–60	Короп	70–87
Сиг	60	Білий амур	15–53
Ряпушка	210	Сазан	90–180
Білорибця	45–60	Лящ	150–180
Окунь	90–120	Лин	360

Г.М. Персов розробив спрощений метод оцінки якості сперми (за п'ятибальною шкалою) з використанням лише показника її активності:

бал 5 – помітно рух усіх сперматозоїдів, рух сперміїв лише поступальний, а їх рухливість така велика, що важко акцентувати увагу на якому-небудь сперматозоїді;

бал 4 – добре виражені поступальні рухи сперміїв, однак у полі зору зустрічаються сперматозоїди з так званими зигзагоподібними та коливальними рухами;

бал 3 – зигзагоподібні та коливальні рухи сперматозоїдів переважають над поступальним їх рухом, вже є нерухомі спермії;

бал 2 – поступального руху сперматозоїдів майже немає, є лише коливальний та іноді зигзагоподібний їх рух, дуже багато нерухомих сперміїв;

бал 1 – усі спермії нерухомі.

За оцінки 5 балів – якість сперми відмінна, 4 – добра, 3 – задовільна, 2 і 1 – незадовільна.

Для штучного запліднення ікри використовують сперму, що оцінюють 5 і 4 балами, в окремих випадках – 3 балами. Решта варіантів для практики рибництва непридатна;

7) *виживаність сперматозоїдів поза організмом самця* – стійкість сперматозоїдів до впливу зовнішніх чинників. Визначається за методикою, що наведена в темі 5.

Для точної і об'єктивної оцінки якості сперми самців різних видів риб також використовують сучасні методи потокової цитометрії, що дозволяють вимірювати швидкість і траєкторії руху спермій, концентрацію, кількість живих і мертвих клітин, інші характеристики з використанням комп'ютерних програм і відеомоніторингу.

ТЕМА 12

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень на бджолах. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

За проведення наукових досліджень на бджолиних сім'ях оцінюють ряд показників, які можна розділити на дві великі групи: *господарськочисні* та *екстер'єрні*.

До *господарськочисних* показників належать:

1) *сила бджолиних сімей* – визначають двома способами.

Перший спосіб – за загальною живою масою особин або за кількістю вуличок.

Під вуличкою в бджільництві розуміють кількість бджіл, які щільно покривають стільники з обох боків або повністю заповнюють простір між двома сусідніми гніздовими стільниками. У випадках, коли бджоли обсиджують частину площі сусідніх стільників або на крайніх – зовнішніх їх площини, то у такому разі вважають, що це відповідає 0,5 вулички.

Залежно від періоду сезону в одній вуличці за розмірів стандартного стільника 435×300 мм міститься 200–250 г бджіл, в 1 кг їх налічується в середньому 10 тис. (маса однієї бджоли приблизно становить 100 мг). Тобто в одній вуличці такого стільника розміщується 2000–2500 робочих бджіл. У зимовий період чисельність бджіл на стандартному стільнику збільшується до 300–350 г, що відповідає 3000–3500 робочим особинам.

Методика визначення. Для того щоб провести оцінку бджолиних сімей за чисельністю особин, тобто силою, оглядають їх гнізда після завершення льотної діяльності робочих бджіл. У період активної льотнозбиральної роботи бджіл сім'ї оглядати недоцільно, оскільки значна кількість робочих особин знаходиться у полі. Для визначення сили сім'ї спочатку підраховують кількість вуличок, які зайняті бджолами. Помноживши одержану цифру на кількість бджіл, що відповідає одній вуличці, підраховують силу сім'ї. Наприклад, якщо сім'я займає 15 вуличок, то сукупно загальна жива маса особин у гнізді становить $15 \times 250 = 3750$ г, що відповідає 37500 робочим бджолам.

Якщо на пасіці бджолині сім'ї утримують у системі вуликів, що має інший розмір рамок, то для визначення їх сили необхідно провести перерахунок чисельності бджіл у вуличці. Для цього обчислюють площу стандартної рамки ($435 \times 300 = 130500 \text{ см}^2$) і тієї, що

використовують (наприклад – багатокорпусна, $435 \times 230 = 100050 \text{ см}^2$). За пропорцією визначають відсоток площі, який займає стільник багатокорпусного вулика. У наведеному прикладі цей показник становитиме $100050 \times 100 / 13050 = 76,67 \%$. Враховуючи, яку кількість бджіл вміщує стандартний стільник, обчислюють чисельність (масу) особин, що відповідає багатокорпусній рамці ($250 \times 76,67 / 100$) = 191,7 г, або 1917 робочих бджіл.

Другий спосіб (більш точний) – за допомогою зважування бджолиної сім'ї.

Методика визначення. Для зважування використовують сітчасту касету, що має отвір, який закривається кришкою, і спеціальну лійку. Після завершення льотної діяльності бджіл касету зважують і розміщують поряд із вуликом. Для запобігання втрати або травмування матки на період зважування, її відшукують у гнізді та ізолюють у клітці. В отвір касети вставляють лійку, а потім із кожного стільника струшують бджіл. Лійку виймають, а касету з бджолами зважують. За різницею маси касети з бджолами і порожньої касети визначають масу сім'ї;

2) *кількості розплоду у гніздах сімей* – встановлюють для прогнозування інтенсивності розвитку, визначення стану бджолиних сімей, оцінки відтворної здатності маток. Цей показник визначають за кількістю рамок, на яких розміщений розплід, і абсолютною кількістю розплоду (у перерахунку на одну рамку), що міститься у гнізді сім'ї загалом. За необхідності також визначають якість так званого засіву. Для цього оглядають стільники, у комірках яких розміщені яйця. Якщо на всій площі стільника, де знаходиться розплід, яйця у комірках відкладені без пропусків, то вважають, що матка є якісною. Крім цього способу, якість відтворної діяльності матки можна аналізувати за запечатаним розплідом. За наявності пропусків, тобто строкатості розплоду, або їх відсутності, оцінюють якість матки. Варто зауважити, що строкатість розплоду може вказувати на можливе ураження сімей інфекційними хворобами, прояв інбридингу тощо.

Для більш точного обліку кількості розплоду у гніздах сімей у той чи інший період користуються декількома способами:

а) *окомірний метод.*

Методика визначення. Враховують, що стандартний стільник розміром 435×300 мм вміщує 8–8,5 тис. комірок. Знаючи приблизно частку стільника, зайнятого розплідом, обраховують сумарну кількість розплоду у гнізді бджіл;

б) *обліковують площу, зайняту розплідом, за допомогою рамки-сітки.* Рамка-сітка, розподілена на комірки розміром 5×5 см. Один

квадрат такої сітки вміщує 100 бджолиних або 75 трутневих комірок. Для обліку запечатаного розплоду оглядають усі рамки гнізда сім'ї, на яких він зосереджений. На кожну із сторін стільника прикладають рамку-сітку і підраховують спочатку кількість цілих квадратів із розплодом. Ті квадрати, у яких комірки частково зайняті розплодом, перераховують у цілі.

Методика визначення. Обрахувавши за допомогою рамки-сітки загальну кількість квадратів, зайнятих запечатаним розплодом, одержану цифру множать на відповідну кількість комірок (100 бджолиних або 75 трутневих). Поділивши суму комірок, зайнятих запечатаним розплодом у сім'ї за один облік, на 12 (стадія передлялечки і лялечки бджоли триває 12 діб) або на 14 (період розвитку трутня на цих стадіях займає 14 діб), визначають добову яйценосність матки. Отриманий результат стосується періоду, що минув 21 день тому і закінчився за 9 діб до обліку (розплід робочих бджіл), а для трутнів – 24 дні потому і за 10 діб до обліку. Щоб визначити відтворну здатність матки у динаміці, обліки розплоду у гніздах сімей проводять з інтервалами у 12 днів.

За одержаними даними вибудовують графік розвитку сім'ї (групи сімей). На осі ординат відкладають показники кількості запечатаного розплоду, абсцис – дату обліків;

в) *метод фотографування стільників.*

Методика визначення. Стільник із запечатаним розплодом спочатку звільняють від бджіл, прикладають на одну з його сторін рамку-сітку, після чого фотографують. Таку ж дію здійснюють із протилежною його стороною і повертають до гнізда. Отримані знімки стільників аналізують як описано у попередньому способі;

3) *кількість меду у гнізді* – визначають двома способами.

Перший спосіб – окомірний.

Методика визначення. Враховуючи, що стандартний стільник уміщує 3,5–4,0 кг меду, проводячи огляд сім'ї, окомірно встановлюють, яку площу на кожному стільнику займають комірки, зайняті медом. Зокрема, якщо медом зайнята $1/3$ площі стільника, то запас меду у ньому становить $3,9/3 = 1,3$ кг. Загальна сума корму на всіх стільниках гнізда і буде визначати приблизну кількість меду, яку має сім'я.

Другий спосіб – за приблизною масою меду. Його використовують у двох варіантах:

а) *з використанням терезів-динамометра.* Перед тим як застосовувати цей спосіб, за допомогою терезів-динамометра зважують по 10 світлих, світло-коричневих, коричневих і темних стільників та

визначають середню масу кожної з груп. Окремо доцільно зважити рамки з розплодом. Це необхідно для того щоб зменшити похибку у подальших розрахунках, оскільки на масу стільника впливають: матеріал (різновид деревини, пластмаса, метал), з якого виготовлено рамку; кількість поколінь бджіл, вирощених у комірках; розплід, що знаходиться на стільниках центральної частини гнізда. Наприклад, стільник стандартної рамки (435×300 мм), який бджоли щойно відбудували, важить 140 г, а маса рамки може бути різною.

Методика визначення. Оглядаючи гніздо сім'ї за допомогою пружинних терезів-динамометра, зважують кожний стільник, на якому є вуглеводний корм. Від одержаної цифри віднімають масу порожнього стільника, враховуючи приблизну масу бджіл, розплоду, перги тощо, які знаходяться на ньому. Загальна сума отриманих даних і буде становити приблизну кількість меду у гнізді сім'ї;

б) з використанням рамки-сітки.

Методика визначення. Відомо, що в одному квадраті 5×5 см міститься приблизно 40 г меду. Цю рамку прикладають до стільника, де є корм, і підраховують спочатку кількість цілих квадратів, зайнятих медом, а потім – кількість неповних – так, щоб перевести останні квадрати в цілий. Загальну кількість підрахованих квадратів на усіх стільниках множать на 40 г. Отриманий добуток і визначає запас меду у гнізді.

Кількість перги обчислюють за кількістю комірок, заповнених нею, а також користуючись рамкою-сіткою аналогічно обліку розплоду. Один стандартний стільник (435×300 мм) вміщує приблизно 800 г перги.

Слід зазначити, що нормально функціонувати в активний період бджолина сім'я може за умови, якщо в її гнізді знаходиться не менше 8–9 кг меду і 2–3 стільники з пергою. Тому всі дослідження з бджолами, крім тих, які стосуються питань годівлі, необхідно проводити за умови забезпечення їх потрібною кількістю вуглеводних і білкових кормів;

4) *медопродуктивність* – визначають за валовим виходом меду. Валовий вихід – це загальна кількість виробленого меду бджолиною сім'єю за минулий сезон (викачаний мед, залишений у гнізді як кормовий запас тощо).

Загальну кількість меду, відібраного від бджолиних сімей і залишеного у їх гніздах, визначають за допомогою пружинних терезів-динамометра. Від сумарної цифри віднімають загальну масу порожніх рамок.

Кількість відібраного меду можна встановити, зважуючи разом до і після відкачування меду всі відібрані з гнізда бджолою сім'ї стільники.

Важливим показником є також кількість виробленого бджолою сім'єю меду у перерахунку на 1 кг бджіл. За цим показником визначають пристосованість бджолою сім'ї до того чи іншого типу медозбору: чим більше, порівняно з іншими сім'ями, вона виробить меду на 1 кг бджіл, тим вище її пристосованість до умов того чи іншого медозбору. Чисельність бджіл, які брали участь у медозборі, визначають зважуванням бджолиних сімей на початку медозбору або підсумовують кількість запечатаного розплоду, наявного у гніздах за останні три обліки, що передували медозбору.

5) *воскова продуктивність* – визначають розрахунковим методом за кількістю відбудованих бджолою сім'єю стільників упродовж сезону.

Методика визначення. За розрахунків враховують, що маса штучної вощини стандартного стільника (435×300 мм) становить 70 г. Звідси кількість виділеного бджолами воску відбудованого стільника становитиме 70 г (маса стільника 140 г мінус маса вощини 70 г). За умов, якщо бджіл утримують у вуликах інших систем, проводять перерахунок, обчислюючи площу стандартної рамки і тієї, що використовують. Потім за схемою, викладеною в обчисленні чисельності робочих бджіл, розраховують масу стільника.

Для більш точної оцінки воскової продуктивності, окрім відбудованих стільників, враховують і віск, отриманий із забрусу, вирізаних язиків, із підмору тощо;

б) *інтенсивність воскобудівельної діяльності бджіл* – визначають через облік кількості відбудованих комірок на листку вощини за певний проміжок часу та кількості бджіл, зосереджених на ньому.

Методика визначення. У гнізда кожної із сімей контрольної і дослідної груп підставляють одну або декілька рамок, оснащених штучною вощиною. Через 3 год рамки виймають. На кожну із їх сторін прикладають рамку-сітку (розміри комірок 5×5 см) та обраховують кількість квадратів відбудованих комірок, а також визначають площу, яку обсиджують бджоли на листку вощини.

Інтенсивність відбудови вощини можна визначити іншим способом – через зважування за допомогою кантара кожної рамки з вощиною перед початком досліду та через 3 год їх перебування в гніздах сімей. Такі рамки можна зважувати як з бджолами, так і без них. Різниця між масою рамки на початку і наприкінці досліду дає змогу визначити інтенсивність відбудови бджолами вощини. За

різницею між масою рамки з бджолами і без них вираховують чисельність робочих особин, зайнятих воскобудівельною діяльністю. У розрахунках враховують, що жива маса однієї бджоли в середньому становить 100 мг.

7) *інтенсивність льотної діяльності бджіл* – визначають за допомогою обліку кількості робочих особин, що вилетіли і повернулись до гнізда впродовж 5 хв. У всіх дослідних групах сімей літ бджіл вивчають паралельно, тому підрахунок ведуть одночасно 4–6 спостерігачів. За необхідності, досліджуючи льотну діяльність бджіл, окремо підраховують тих особин, які повертаються з обніжжям і без нього (наявності в кошиках смол). Спостерігаючи за льотною активністю бджіл, часто проводять зважування робочих бджіл (5–10 особин), які вилетіли або повертаються з поля;

8) *зимостійкість бджолиних сімей* – оцінюють на основі порівняння даних осінньої й весняної ревізії стану бджолиних сімей. Для цього використовують такі показники:

- а) кількість сімей, які загинули і втратили маток у кожній групі;
- б) кількість корму, який сім'я спожила загалом і в перерахунку на одну вуличку бджіл, що перезимували (кількість вуличок бджіл, які перезимували, визначають як суму вуличок, що були на момент осінньої й весняної ревізії, поділену на 2);
- в) силу сімей після зимівлі (кількість підмору за зимовий період або зменшення кількості вуличок бджіл у кожній сім'ї);
- г) опоношення гнізд на період проведення головної весняної ревізії за п'ятибальною шкалою:

- 1 бал – калові плями відсутні;
- 2 бали – слабе опоношення, не більше 7–10 плям на 1–2 стільниках;
- 3 бали – середнє опоношення, 10–30 плям проносу на більшості стільників;
- 4 бали – сильне опоношення, кількість плям до 100 на окремих стільниках;
- 5 балів – дуже сильне опоношення, суцільні потоки, утворені з'єднанням окремих плям.

За оцінки пристосованості різних рас бджіл до умов зимівлі конкретної зони досліджують динаміку зміни навантаження задньої кишки бджіл. Для цього від 3–5 сімей кожної групи 4–5 разів упродовж зимівлі відбирають по 50 бджіл. У них препарують необхідні частини кишечника і зважують на аналітичних терезах. Динаміку споживання корму сім'ями впродовж цього періоду визначають зважуванням 2–3 контрольних вуликів із кожної групи. Крім того, контролюють стан

сімей, враховуючи такі параметри: звуковий фон, кількість та аналіз підмору, визначають окремі значення повітря (температура, вологість, уміст вуглекислого газу тощо).

9) *злоблівість бджолої сім'ї* – визначають за реакцією бджіл на феромон тривоги (ізопентилацетат).

Методика визначення. У садок відловлюють бджіл і після того як вони заспокоються, визначають кількість особин, які активно рухаються в кліточці. Потім готують суміш – 0,03 мл ізопентилацетату у концентрації 1:10 в парафіновому маслі, яку наносять на пробку. Її розміщують під садком і фіксують час, упродовж якого бджоли реагують на наявність ізопентилацетату.

За іншою методикою, феромон тривоги розбризкують на льоток і відзначають час появи сторожових бджіл. Через 30 с бджолої сім'ю турбують бомбардуванням передньої стінки вулика шариком. Упродовж наступних 60 с за допомогою механічного пристосування (маятника) розгойдують дві блакитні замшеві смужки (5×5 см), які потім встановлюють перед льотком на 30 с, і через 90 с фіксують час у проміжку від початку першої і остаточної атаки бджіл. За кількістю жал, залишених у смужках замші, визначають злоблівість бджіл;

10) *рйливість бджолої сім'ї* – визначають за появою ройових маточників, їх кількості у гнізді і самого процесу роїння. Порівнюючи за цією ознакою групи бджолої сімей, розраховують для кожної з них відсоток, які перебували в ройовому стані, що фактично роїлися і кількість ройових маточників, які було закладено в середньому на одну сім'ю, з числа тих, що знаходилися у ройовому стані;

11) *тривалість життя бджіл* – визначають у лабораторних умовах з використанням ентомологічних садків (розмір 20×15×6 см). Садки мають скляні екрани – з одного боку – для спостереження за бджолами та решітки – з протилежного боку – з діаметром комірок 2 мм. У верхній частині садочка є отвір для годівлі бджіл.

У кожен садок відловлюють по 100 бджіл однодобового віку. Садки з бджолами встановлюють над гніздами сильних сімей або переносять до міні-інкубатора або термостата, де підтримують температуру 24–25 °С і відносну вологість повітря 50–70 %. Щодня, в один і той же час, підраховують кількість загинувших бджіл у кожному із садків.

За результатами спостережень визначають коефіцієнт середньої тривалості життя, який розраховують за формулою:

$$\text{КСТЖ} = \frac{(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{12})}{N}, \quad (12.1)$$

де КСТЖ – коефіцієнт середньої тривалості життя бджіл; $a_1 + a_2 +$

$a_3 + \dots a_{12}$ – кількість живих бджіл на 1, 2, 3, і т. п. добу; N – кількість бджіл на початок досліджень, особин.

Робочі бджоли, які активно працюють влітку на медозборі, живуть від 20 до 35 діб, весною та восени – 40–50 діб. Тривалість життя матки без бджіл становить 2–3 доби, в оточенні близько двадцяти бджіл – 3 тижні, у сім'ї – до 5 років і більше. Тривалість життя трутнів не перевищує 3–6 місяців.

12) *санітарна (гігієнічна) активність бджіл* – здатність бджіл швидко видаляти із стільників і вулика трупики загиблих личинок, лялечок і особин, а також очищати своє тіло від *V. Destructor* – один із важливих механізмів їх резистентності до тих чи інших захворювань.

Методика визначення. Із стільника, де знаходиться запечатаний розплід, вирізують шматок розміром 10×10 см. Його на кілька годин поміщають у морозильну камеру холодильника, щоб розплід загинув. Потім цей шматок повертають у той отвір стільника, звідки його було вирізано. Впродовж п'яти днів (щоденно) його уважно оглядають і підраховують відсоток комірок, звільнених від загиблого розплоду за минулу добу. Сім'ї, які швидше за інших видаляють загиблий розплід, використовують як материнські і батьківські під час репродукції чистопородних бджолиних маток;

13) *відсоток прийнятих личинок сім'єю-вихователькою* – визначають візуальним обстеженням маточників.

Методика визначення. Підставлені до гнізд виховательок рамки з розміщеними на їх планках мисочками оглядають наступного дня після перенесення личинок. Для цього вилучену рамку розміщують плазом над гніздом сім'ї-виховательки, планки повертають маточниками до верху так, щоб можна було оглянути їх уміст. Якщо стінки мисочки подовжені, а на її дні є личинка і маточне молочко, то вважають, що бджоли прийняли до виховання личинку. За відсутності у мисочках розплоду і корму, а також часткового звуження їх діаметра фіксують негативний результат приймання бджолами личинок. Потім розраховують відсоток прийнятих личинок до загальної кількості переданих на вирощування кожній із дослідних груп сімей-виховательок.

За проведення наукових досліджень, пов'язаних з розведенням і селекцією бджіл, крім оцінки господарсько-корисних ознак, враховують й *екстер'єрні ознаки*, проводячи морфометричні дослідження екзоскелета бджіл. Визначення екстер'єрних показників необхідні для проведення систематики бджіл і дослідження породних ознак у процесі селекційної роботи, а також для контролю за якістю потомства.

Для визначення екстер'єрних ознак бджіл різних рас і їх помісей, а також встановлення кореляційної мінливості у них, від кожної групи відбирають п'ять аналогічних сімей, у яких беруть проби (50 особин від кожної бджолиної сім'ї) однодобових бджіл. Таких бджіл можна відрізнити за густим, дещо світлішим, ніж у дорослих бджіл, опушенням. Їх заморюють діетиловим ефіром або обливають гарячою водою нагрітою до 100 °С для того, щоб вони випрямили хоботок. Якщо цього не зробити, то він залишиться зігнутим і виміряти його довжину буде неможливо. Після цього, за необхідності, їх підсушують на фільтрувальному папері, зважують кожну на торсійних вагах і зберігають у 70 % розчині етилового спирту. Бджіл від кожної сім'ї поміщають в окремий марлевий вузлик, куди вкладають листочок, на якому вказують номер сім'ї, від якої відібрана проба, дату відбору та адресу пасічницького господарства. Записи роблять простим хімічним або кольоровим олівцем, бо зроблений чорнилом розчиниться у консервувальному розчині.

Вузлики з пробами складають у широкогорлу пляшку або скляну банку і заливають 70 % етиловим спиртом, ретельно закривають і зберігають до препарування. Цю роботу проводять у лабораторії. Для досліджень використовують від 25 до 30 бджіл.

Перед препаруванням пробу бджіл витягають зі спирту, дають йому стекти, поміщають у чашку Петрі, де і розгортають. Витягають етикетку і кладуть її на планшетку, куди потім буде розміщено перше предметне скло з препаратом. Беруть бджолу і відразу закривають чашку Петрі, щоб спирт не випаровувався і проба не висохла. Другу чашку Петрі використовують для збору відходів препарування.

За допомогою препарувальних ентомологічних голок від тіла бджоли відділяють необхідні для досліджень частини екзоскелета, які фіксують на предметних скельцях, попередньо оброблених гліцерином. Для зменшення затрат часу на кожному такому скельці розміщують певні частини тіла бджоли (хоботок, праве переднє крило тощо).

Препарування хоботка. Здавлюють голову бджоли пінцетом спереду і ззаду так, щоб хоботок нібито висунувся вперед, захоплюють його пінцетом разом з вуздечками, стволами і зовнішніми лопастями максилл і препарують.

Препарування переднього та заднього крил. Пінцетом захоплюють за основу переднього крила і препарують його. Аналогічним способом препарують заднє крило (іноді вдається за один раз провести препарування двох крил).

Препарування першого членика лапки правої задньої ніжки. Відривають його пінцетом від гомілки.

Препарування третього тергіта та третього стерніта. Їх відлік ведуть від грудей. Пінцетом відривають черевце від грудей, видаляють перший тергіт і стерніт. Кінці пінцету вводять всередину черевця і розділяють тергіти і стерніти. Після препарування з тергітів і стернітів видаляють біомасу.

Одержані препарати поміщають на предметне скло і вимірюють.

Інструментальні виміри проводять під стереоскопічним мікроскопом МБС-9 (чи іншим подібним) за допомогою окуляра з діоптрійним наведенням зі змінною шкалою. Ціна поділки шкали 0,1 мм. Це дозволяє провести наближену оцінку лінійних розмірів. Щоб визначити лінійні розміри об'єкта, потрібно підрахувати число поділок шкали, яке укладається у вимірювану ділянку об'єкта, і це число помножити на число, що вказане в перевідній таблиці (див. паспорт МБС-9) і відповідає тому збільшенню мікроскопа, за якого роблять вимір. Проміри крила, а також довжину хоботка вимірюють за збільшення $\times$ у 8,21, всі інші ознаки – за $\times 16,35$. Лінійні проміри, виміряні в поділках окулярної шкали, переводять потім в міліметри.

До *екстер'єрних* показників належать:

1) *довжина хоботка*, мм. Цей показник використовують для визначення породи бджіл. Він також має селекційне, біологічне і господарське значення: бджоли, у яких довгий хоботок, спроможні діставати нектар із глибоко розміщених нектарників. Слід зазначити, що на довжину хоботка певною мірою впливає період сезону. Тому відбір проб в усіх сім'ях слід проводити одночасно. Довжина хоботка залежить від породи, сезону року та індивідуальних особливостей. У робочої бджоли величина цього показника коливається у межах 6,2–7,0 мм, у матки – 4,1–4,3, у трутня – 4,2–4,5 мм.

Під час вимірювання, якщо хоботок розпрямлений, вимірюють один загальний промір (рис. 12.1), а якщо вигнутий – його довжину вимірюють частинами (рис. 12.2).

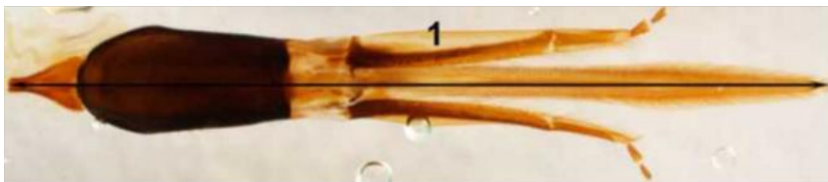


Рис. 12.1. Вимірювання довжини розпрямленого хоботка.



Рис. 12.2. Вимірювання довжини вигнутого хоботка.

2) довжина і ширина правого переднього крила, мм. Ці дані також потрібні для визначення породи бджіл. Деякі дослідники пов'язують довжину крила з потенційною здатністю бджіл до збирання корму.

Для визначення довжини правого переднього крила приймають відстань від основи костальної жилки до найбільш віддаленого протилежного його краю. Ширину крила вимірюють перпендикулярно довжині крила в найширшій його частині (рис. 12.3).

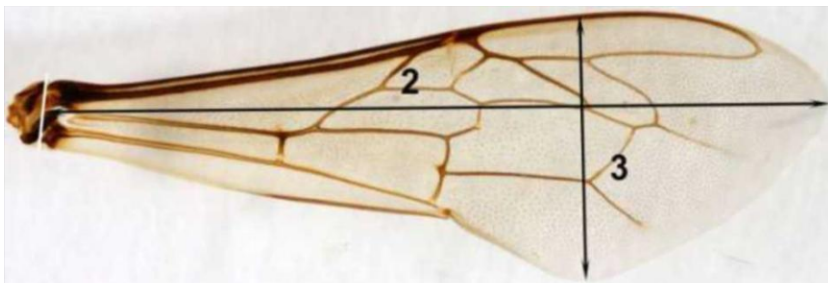


Рис. 12.3. Довжина (2) і ширина (3) правого переднього крила.

3) довжина і ширина третього тергіта, мм. Розміри тергіта корелюють із загальними розмірами і масою тіла бджоли та є важливим показником для встановлення породної належності бджолиної сім'ї.

Довжину тергіта вимірюють по осі тіла бджоли, і тому вона менша ширини. Ширину вимірюють між центрами виступів тергіта (рис. 12.4).

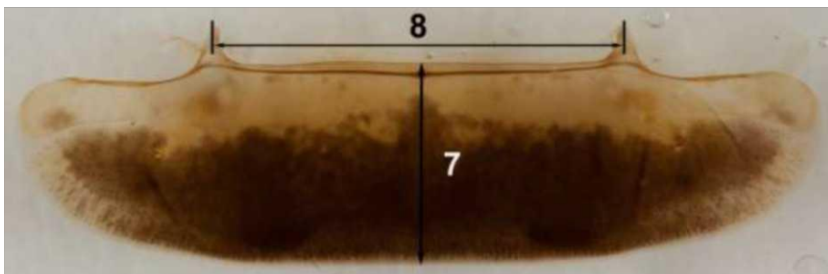


Рис. 12.4. Довжина (7) і ширина (8) третього тергіта.

4) *довжина і ширина третього стерніта*, мм. Довжину третього стерніта (як і тергіта) вимірюють по осі тіла бджоли від верхівки переднього відростку до найбільш віддаленої ділянки заднього валика. Ширину стерніта вимірюють між центрами його виступів (рис. 12.5);

5) *довжина і ширина воскового дзеркальця*, мм. Ці проміри характеризують воскову продуктивність бджіл. Проміри воскового дзеркальця визначають на третьому стерніті (рис. 12.5). Вимірюючи як довжину, так і ширину воскового дзеркальця, кайму, яка обрамлює його, не враховують. Тобто значення довжини і ширини воскового дзеркальця мають бути визначені виключно за його “чистими” розмірами.

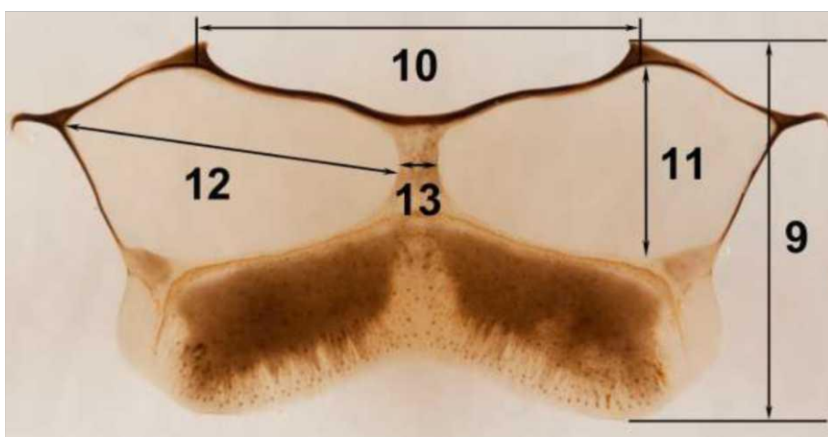


Рис. 12.5. Довжина (9) і ширина (10) третього стерніта; довжина (12) і ширина (11) воскового дзеркальця; відстань між восковими дзеркальцями (13).

6) *довжина і ширина першого членика лапки правої задньої ніжки*, мм. Ці проміри використовують під час визначення породної належності бджіл.

Ширину першого членика правої задньої ніжки вимірюють перпендикулярно його довжині, в найбільш широкій частині (рис. 12.6).

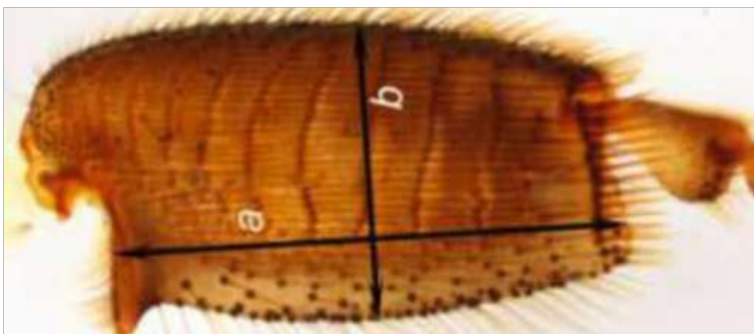


Рис. 12.6. Довжина (а) і ширина (b) членика лапки правої задньої ніжки.

За результатами морфометричних досліджень екстер'єру бджіл розраховують ряд індексів:

$$\text{важкопідйомності} = \frac{\text{довжина правого переднього крила}}{\text{сумарна довжина третього і четвертого тергітів}} \times 100\%; \quad (12.2)$$

$$\text{кубітальний} = \frac{\text{довжина великої жилки кубітальної комірки}}{\text{довжина малої жилки кубітальної комірки}} \times 100 \%; \quad (12.3)$$

$$\text{тарзальний} = \frac{\text{ширина членика лапки задньої ніжки}}{\text{довжина членика лапки задньої ніжки}} \times 100 \%. \quad (12.4)$$

Крім зазначених, розраховують ще деякі індекси, які можуть характеризувати належність бджіл до тієї чи іншої породи, а саме: гантельний радіальний та дискоїдального зміщення.

За проведення наукових досліджень, пов'язаних з удосконаленням наявних, чи розробки нових способів, методів штучного виведення маток, апробації племінного матеріалу тощо, виникає необхідність оцінки якості бджолиних маток. Їх оцінку проводять за наступними показниками:

1) *довжина та ширина черевця матки* (мм). Для визначення розмірів черевця матки фіксують у спеціальному пристрої, який являє собою скляну трубку діаметром 7 мм і довжиною 10 см, один із отворів якої закривається поролоновою пробкою.

Методика визначення. Зафіксовану за допомогою пальців матку, головою вперед спрямовують у скляну трубку. Як тільки вона переміститься до пробки, в отвір скляної трубки спрямовують поршень. Його переміщують у глибину трубки до того моменту, доки матка не підійде впритул до поролонової пробки і не матиме можливості переміщуватись вперед або назад. Після цього за

допомогою лінійки вимірюють довжину і ширину черевця. Після зняття промірів поршень витягують і матка самостійно виходить з цього пристрою;

2) *жива маса бджолиних маток* (мг) – визначають за допомогою зважування на торсійних вагах ВТ-500, безпосередньо після виходу з комірок (величина 180–300 мг). Для цього використовують спеціальний патрончик циліндричної форми, який виготовляють із паперу, кіноплівки, фольги тощо. Один із кінців такого патрончика має бути закритий поролоновою пробкою, а інший – оснащений клиноподібною засувкою. Для фіксації засувки у зоні вільного отвору патрончика роблять два отвори – зверху (більший) і знизу (менший). Патрончик обв'язують ниткою, на кінці якої формують петлю для фіксації його на гачку ваг. Перед початком роботи настроюють ваги згідно з інструкцією.

Методика визначення. Спочатку визначають масу пустого патрончика. Потім матку спрямовують головою у патрончик, закривають отвір засувкою і визначають масу завантаженого патрончика. Після зважування засувку виймають і вивільняють матку. За різницею завантаженого і пустого патрончика визначають живу масу матки;

3) *ййценосність маток* (шт./доб.) – визначають розрахунковим методом (величина 1000–2500 яєць за добу).

Кількість відкладених яєць маткою завжди буває більшою фактично вирощеного розплоду. Тому для визначення середньодобової ййценосності матки обраховують загальну кількість яєць, які є на стільниках гнізда на дату обліку й отриману цифру ділять на 3 (стадія розвитку яйця триває 3 доби);

4) *маса яєць* (мг) – визначають через зважування на аналітичних вагах з точністю до 0,01 мг (величина 0,13–0,14 мг). Показник маса яєць може бути використано як непряма ознака для ранньої оцінки потенційної ййценосності майбутніх маток (чим крупніше яйце, з якого була виведена матка, тим більша її маса, кількість трубочок в яєчниках і плодючість).

Методика визначення. Відкладені маткою яйця з комірок вилучають за допомогою шпателя або гусячого пера із загостреним кінцем і зважують по 10 шт. за один прийом;

5) *кількість ййцевих трубочок та ййцевих камер у правому яєчнику матки* (величина 150 шт.).

Методика визначення. Для дослідження розвитку яєчників відбирають із кожної групи (підгрупи) 3–5 бджолиних маток, яких фіксують у розчині Буена (1 частина насиченого водного розчину

пiкринової кислоти, 5 частин оцтової кислоти i 15 частин формалiну). Попередньо у всiх маток роблять надрiзи у мiсцях з'єднання 3-го 4-го тергiтiв iз етернiтами, а потiм вiд'єднують їх за допомогою препарувальних ентомологiчних голок. Через 24 години розчин Буена зливають, а маток переносять у 70 % етиловий спирт, де препарати зберiгають до заливки в ущiльнювальнi середовища (найчастiше використовують целоїдинову або парафiнову заливки). Перед заливкою в ущiльнювальнi середовища препарати помiщають у барвник гематоксилiн (за Майером) на 24–48 годин. Пiсля цього яєчники помiщають: у бiюкс з 70 % розчином етилового спирту – на 1 год; у бiюкс з 90 % розчином цього спирту – на 1 год; у бiюкс з 100 % спиртом (абсолютний спирт – його готують, зневоднюючи 96 % спирт прожареним CuSO_4) – на 30 хв (2 рази). Зневодненi спиртом яєчники переносять у бiюкс iз ксилолом на 30 хв (2 рази).

Потiм готують спецiальну сумiш, що складається з однiєї частини ксилолу й однiєї частини парафiну. У неї переносять препарати i витримують їх 3–4 год за температури 36–38 °C у термостатi. Пiсля цього препарати перекладають у парафiн I (його краще готувати з додаванням 5 % воску) i витримують у термостатi за температури 60 °C впродовж 30 хв, а потiм – у парафiн II (без воску) за такого ж режиму.

Пiсля заливки препарати переносять iз парафiну II на блоки, позицiонують яєчники у потрiбному положеннi, фiксуючи їх розтопленим парафiном. На санному мiкромiзi закрiплюють блоки з препаратами та отримують поперечнi або поздовжнi зрiзи яєчникiв товщиною вiд 8 до 16 мкм. На предметне скло наносять краплю дистильованої води, куди для випрямлення помiщають зрiз препарату. Приготоване предметне скло пiдводять до зрiзу i накривають препарат покривним склом. Предметнi скельця вставляють у проєктор i проєктують зрiзи на екран. На екранi пiдраховують число яйцевих трубочок в яєчику або кiлькiсть яйцевих камер у яйцевих трубочках. Можна також пiдрахунок яйцевих трубочок i яйцевих камер проводити пiд мiкроскопом (збiльшення 2×8) або фотографувати їх, отриманi змiнки переносити у вiдповiднi комп'ютернi програми, а потiм на одержаних зображеннях пiдраховувати кiлькiсть яйцевих трубочок;

6) *вiдсоток вибракуваних маток* – визначають вiзуальним обстеженням.

Методика визначення. Бджолиних маток, iзольованих у клiточках (рамках-iнкубаторах) пiсля виходу з маточникiв, заносять до лабораторiї. Почергово їх випускають на лист бiлого паперу й уважно оглядають. Всiх дрiбних, iз недорозвиненими крилами, кульгавих, тих, що не вiдповiдають за кольором тiла, живою масою, вимогам

стандарту расової належності і т. п., вибраковуюють. За співвідношенням до загальної чисельності отриманих маток розраховують відсоток вибракуваних за кожною окремо взятою партією.

Відсоток одержаних маток розраховують на підставі різниці між загальним числом отриманих особин у групі (партії) і залишених після бракування.

Класифікація меду

Бджолиний мед – це продукт, створюваний медоносними бджолами за переробки нектару рослин, а також медвяної роси та паді тваринного походження. Він являє собою солодку ароматичну тягучу сиропоподібну чи закристалізовану масу зі своєрідним смаком і запахом.

Розрізняють два типи натурального меду: *квітковий* та *падевий*.

Квітковий мед бджоли продукують у результаті збору і переробки нектару з медоносних рослин. Він може бути *монофлорним* і *поліфлорним*. У першому випадку бджоли збирають мед переважно з одного виду рослин, у другому – з декількох. Монофлорний мед називають за видом рослини, з якої він зібраний, – наприклад гречаний, липовий, вересовий, конюшиний, лавандовий, шавлієвий, соняшниковий і т. п.; поліфлорний – за угіддями, на яких ростуть медоноси, – наприклад, луговий, польовий, гірський, степовий тощо, а також за місцевістю, де його зібрали – алтайський, башкирський, далекосхідний, український і т. п.

Мед отримує назву залежно від виду рослин, з яких зібрано нектар. Ботанічні сорти квіткового меду надзвичайно різноманітні.

Мед з білої акації в рідкому стані прозорий, світлий. Кристалізується досить повільно в дрібнозернисту масу. Закристалізувавшись, мед набуває кольору від біло-кремового до золотаво-жовтого. Має гарні смакові якості і ніжний тонкий аромат, однак цей аромат слабко виражений.

Мед з жовтої акації в рідкому стані досить світлий. Після кристалізації набуває білого кольору. Зустрічається також мед з кольором від блідо-жовтого до світло-бурштинового. За смаковими якостями належить до кращих медів.

Ріпаківий мед після відкачування світло-янтарного кольору. Для нього характерна досить швидка салоподібна кристалізація. Закристалізований мед білого кольору. Мед має радіопротекторні властивості.

Вересовий мед у рідкому стані темно-бурштиновий, іноді з червонуватим відтінком. Досить в'язкий, кристалізується повільно,

часто залишаючись у стані желе чи холодцю. Відкачується зі стільників досить важко. Смак приємний, хоча й терпкий, злегка гіркуватий. Аромат сильний, трав'янисто-луговий.

Вербовий мед янтарного або золотистого кольору, за кристалізації стає дрібнозернистим з кремовим відтінком. Добрий на смак. Бджоли збирають його ранньою весною і зазвичай витрачають на вирощування розплоду.

Гречаний мед у рідкому стані має колір від темно-жовтого чи червонуватого до темно-коричневого. Кристалізується у щільну дрібно- чи крупнозернисту масу світло-коричневого чи темно-жовтого кольору.

Буркуновий мед світло-бурштинового чи злегка золотавого кольору. Кристалізується повільно (дрібними чи великими кристалами), утворюючи масу білого кольору. Відрізняється досить ніжним і приємним смаком, тонким ароматом, що нагадує запах ванілі. За рясного виділення нектару ця особливість стає менш виразною.

Знітовий мед у рідкому стані водянисто-прозорий із зеленуватим відтінком, у закристалізованому стані майже білий. Кристалізується швидко, утворюючи дрібнозернисту чи салоподібну масу. Аромат досить ніжний, однак слабо виражений. Смак приємний.

Фацілісвий мед світлого або кремового забарвлення з ніжним ароматом і приємним смаком; належить до кращих сортів меду, швидко кристалізується.

Липовий мед зазвичай прозорий, світло-жовтого чи зеленуватого кольору, може бути безбарвним. За кристалізації перетворюється в білу, жовтувату чи світло-бурштинову масу щільної салоподібної консистенції. Зустрічається і грубозернистої кристалізації залежно від виду липи. Смак досить гострий, дуже солодкий, іноді викликає відчуття слабкої гіркоти, що швидко зникає. Має ніжний аромат квіток липи.

Малиновий мед належить до світлих медів вищої якості. Мед із малини бджоли збирають у великій кількості. У рідкому стані він майже безбарвний, у закристалізованому – із кремовим відтінком. Буває дрібно- і грубозернистої консистенції. Має тонкий аромат квіток малини.

Соняшниковий мед золотавого кольору, за кристалізації стає світло-бурштиновим. Має терпкий присмак і слабкий аромат квіток соняшнику. Кристалізується досить швидко в грубозернисту масу. В роки із сухим жарким літом може кристалізуватися навіть у стільниках.

Бавовниковий мед у рідкому стані світлий, майже безбарвний, в'язкий. Кристалізується швидко дрібними кристалами, після чого

виглядає зовсім білим. Щойно зібраний бджолами мед має присмак, характерний для соку рослини, однак цей присмак зникає в процесі дозрівання меду. Зрілий мед має ніжний своєрідний смак і аромат.

Конюшиновий мед із білої конюшини переважно світлий і світло-янтарний, має своєрідний смак і аромат. Кристалізація найчастіше дрібнозерниста, рідше грубозерниста і салоподібна. Рекомендується його купажувати (змішувати) з іншими сортами меду темніших забарвлень і сильних букетів.

Еспарцетовий мед золотаво-жовтого кольору, має густу консистенцію. Кристалізується повільно в білу салоподібну масу з кремовим відтінком. Має приємний характерний в міру солодкий смак, ніжний аромат.

Люцерновий мед має різні відтінки – від безбарвного до янтарного, приємний на запах, нагадує м'яту. Майже не кристалізується за теплої погоди.

Мед із клена янтарного кольору з рожевим відтінком, приємний на смак, аромат специфічний.

Мед із м'яти має запах цієї рослини, колір – від янтарного до іржаво-червоного.

Мед із чорниці світлого кольору з червонуватим відтінком, приємного смаку, тонкого аромату.

Мед із квіток огіркової трави за відкачування ясно-жовтого або янтарного кольору, дуже ароматний, на смак нагадує огірок.

Шавлієвий мед ясно-янтарного кольору, дуже приємного смаку.

Мед з іван-чаю відрізняється білим кольором: у рідкому вигляді він водянисто-прозорий, у закристалізованому стані – білосніжний. Найпрозоріший мед, майже безбарвний і не має вираженого смаку. Запах слабкий.

Падевий мед бджоли продукують у результаті збору і переробки паді – солодкої рідини, яку виділяють дерева, трав'яні рослини та різні комахи. У зв'язку з цим солодкі виділення (падь) можуть бути рослинного (*медвяна роса*) і тваринного походження.

Падевий мед розрізняють за назвами рослин-господарів: мед з ялини, ялиці, модрина, сосни, клена, сливи, дуба і т. п. За кордоном падевий мед називають лісовим медом і високо цінують. Падевий мед з листяних порід дерев має бурий, майже чорний із зеленуватим відливом колір; з ялини – темно-зелений; з ялиці – золотаво-жовтий; з модрина – від лимонно-жовтого до світло-бурого; із сосни – світло-коричневий. Солодкий на смак, іноді він може бути неприємним, гіркуватим, кислуватим чи солонуватим. Має слабкий аромат рослини-господаря. Не має традиційного медового запаху і смаку. За

консистенцією густіший квіткового. В'язкість залежить від вмісту квіткового меду. Кристалізується в дрібнозернисту масу.

За способами добування і обробки мед може бути: стільниковий або секційний, центрифужний, битий або м'ятий, банний і т.п.

Стільниковий мед міститься в запечатаних стільниках гніздових або магазинних рамок.

Секційний мед – також стільниковий, але в маленьких рамочках «секціях» із запечатаними комірками. Стінки секцій виготовляють з фанери чи харчової пластмаси. Цей мед найбільш цінний.

Центрифужний мед добувають із стільників прокручуванням їх у медогонці. Найбільш поширений вид меду.

Битий або м'ятий мед – витікаючий під впливом зминання, пресування стільників за помірного нагрівання чи без нього. Пресують мед з високою в'язкістю (вересовий), який швидко відкачати в медогонці практично неможливо.

Банний мед – витікаючий під впливом високих температур, при цьому частково плавиться і стікає віск (капанець). Раніше це робили в банях, звідки і пішла назва меду.

Показники якості меду та методи їх визначення

Для досліджень точкові проби рідкого меду відбирають трубочатим алюмінієвим пробовідбірником діаметром від 10 до 12 мм, занурюючи його по вертикальній осі на всю довжину тари. Пробовідбірник виймають, дають стекти меду із зовнішньої поверхні, а потім виливають мед із пробовідбірника в спеціальний підготовлений чистий, сухий посуд.

Закристалізований мед із тари місткістю 25 дм³ і більше відбирають конічним щупом довжиною не менше ніж 500 мм із прорізом по всій довжині. Щуп занурюють під кутом від краю поверхні меду на всю його глибину. Чистим, сухим шпателем відбирають верхню, середню та нижню частини вмісту щупа.

Мед, пакований в тару місткістю від 0,25 до 1,0 дм³, виймають шпателем рівномірно для складання об'єднаної проби.

Для відбирання проби із стільників вирізають 5 шматочків стільників розміром 5×5 см, зрізають воскові кришечки, мед відокремлюють фільтруванням крізь металеву сітку з отворами в діаметрі не більше ніж 0,5 мм або марлю.

Об'єднану пробу складають із точкових проб, старанно перемішують і потім виділяють середню пробу, маса якої має бути не менше ніж 500 г.

Середню пробу ділять на дві частини, кожна масою не менше ніж 200 г, вносять у дві чисті сухі скляні банки, щільно закупорюють та

опечатують. Одну банку передають у лабораторію для аналізу, другу зберігають на випадок повторного аналізу. На запечатану банку наклеюють етикетку з позначанням дати та місця відбирання проби.

Лабораторні випробування натурального меду здійснюють відповідно до вимог національного стандарту ДСТУ 4497–2005 «Мед натуральний. Технічні умови», в країнах Євросоюзу відповідно до директив Ради 2001/110/ЄС, 96/23/ЄС; регламентів ЄС 178/2002, 853/2004, 396/2005 і Codex Alimentarius 12-1981.

Якість меду оцінюють за комплексом показників. Спочатку проводять його органолептичну оцінку, а потім – лабораторні дослідження, для визначення фізико-хімічних показників меду.

До *органолептичних показників меду* відносять: колір, смак, аромат, консистенцію, наявність механічних домішок.

Колір меду залежить насамперед від рослин, з яких він зібраний. Мед буває від прозорого і світлого до темно-коричневого і навіть майже чорного кольору. Хімічна природа фарбувальних речовин наразі мало досліджена, однак є дані, які вказують що вони належать до групи каротину, хлорофілу, ксантофілу та ін.

Колір меду залежить також від часу його збирання. Наприклад, весняний мед є світліший, ніж осінній, хоч і зібраний з одного і того ж медоноса.

Здебільшого, чим світліший мед одного ботанічного сорту, тим краща його якість. Липовий мед, наприклад, може бути темного (сірого) кольору за рахунок умісту паді, збираної бджолами теж з липи. Більшість сортів меду мають світле забарвлення, за винятком гречаного (темно-бурий), вересового (темний з червонуватим відтінком), лугового (темний). Мед, що закристалізувався, за кольором завжди світліший, ніж рідкий.

Темні сорти меду, крім гречаного, в більшості випадків вважаються невисокої (вересовий) або низької (тютюновий, каштановий) якості. До медів темного контуру можна віднести лісовий, а також лугів і різнотрав'я, однак вони цілком можуть належати до вищого сорту. Серед світлих медів низькоякісних сортів практично не буває, тому кольору слід приділяти належне значення.

Залежно від кольору мед підрозділяють на п'ять сортів:

- 1) безбарвний, білий, прозорий: акацієвий, малиновий, з іван-чаю, біло-конюшиновий;
- 2) світло-бурштиновий, світло-жовтий: липовий, польовий, степовий, еспарцетовий;
- 3) бурштиновий, жовтий: луговий, гірчичний, соняшниковий, люцерновий, коріандровий;

- 4) темно-бурштиновий, темно-жовтий: гречаний, каштановий, лісовий;
- 5) темний з різними відтінками: вишневий, падевий та ін.



Рис. 12.7. Шкала Jack's Color Grader.

У більшості випадків, колір меду визначають органолептично за денного освітлення. Простий, ефективний і легкий спосіб класифікації меду за допомогою градера (кольоровизначника). Поставляється з 4 чашками для зразків меду, довговічною пластиковою кольоровою таблицею (рис. 12.7).

Зазвичай використовують колорградер (компаратор) Пфунда або хромпиковий градер, які сортують мед на сім категорій. Класи кольору виражають в міліметрах (мм) Пфунда. У колорградері Пфунда (рис. 12.8) на рухомому щитку *А* закріплені клиноподібна посудина для меду *а* та клиноподібна пластинка *б* з яскраво-жовтого скла. Посудина і пластинка розміщені так, що товстий кінець однієї співпадає з тонким кінцем іншої; відповідно, по довжині посудини різна товщина шару меду співпадає з різною товщиною забарвленого скла. В результаті може бути знайдене таке співвідношення товщини, за якого колір меду і скла буде однаковим.

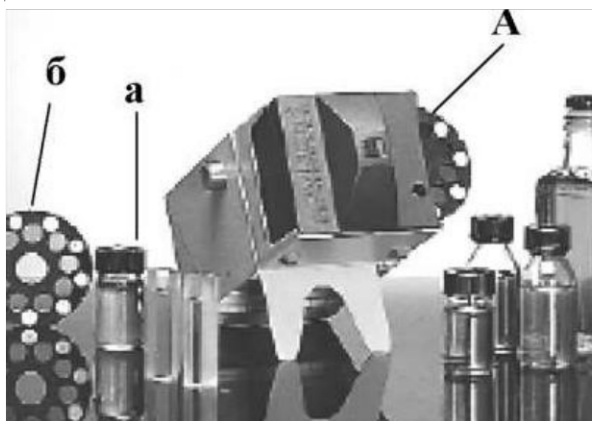


Рис. 12.8. Колорградер Пфунда.

Методика визначення. Проби меду нагрівають до 50 °С в сушильній шафі для розчинення кристалів і виділення повітряних пухирців, проціджують через капронове сито, охолоджують до кімнатної температури і наповнюють кювету шаром товщиною 10 мм. Мед наливають по бічній стінці. Далі порівнюють інтенсивність світла, яке йде від лампочки через фільтр і мед. Залежно від того, на скільки міліметрів перемістили фільтр, для того щоб зрівняти світлові потоки, визначають колір меду, виразивши його в міліметрах шкали Пфунда.

Щиток *A* вставляють в штатив, у якому він за допомогою гвинта з зубчатим колесом (і кремальєрами) може рухатись в горизонтальному напрямі. Колорградер ставлять на вікно і в проріз дивляться на колір меду та скла, рухаючи щиток вправо і вліво. Коли забарвлення меду і скла стане однаковим, помічають поділку на шкалі і потім за таблицею визначають колір меду.

Визначення кольору меду можна проводити також на фотоелектроколориметрі (ФЕК-56М, КФО, КФК та ін.). Для визначення оптичної щільності меду з використанням суцільного спектра видимого світла фотоелектроколориметр дещо переобладнують, видаливши один із світлофільтрів. Кювету, заповнену медом, поміщають у фотоелектроколориметр і знімають значення оптичної щільності, використовуючи як розчинник воду. Отримані значення обробляють і за таблицею 12.1 визначають клас кольору даного зразка меду.

Таблиця 12.1 – Класи кольору меду і відповідні їм значення оптичних щільностей і шкали Пфунда.

Клас кольору меду	Оптична щільність за ФЕК	Значення за шкалою Пфунда, мм
Прозорий, як вода	0,00–0,08	0–8
Екстра білий	0,08–0,13	8–17
Білий	0,13–0,25	17–34
Екстра світло-бурштиновий	0,25–0,33	34–50
Світло-бурштиновий	0,33–0,55	50–85
Бурштиновий	0,55–0,73	85–114
Темний	більше 0,73	більше 114

У торговельній практиці цілком достатньо за кольором виділяти не сім градацій меду, а три: світлий, бурштиновий і темний. Для такого сортування використовують спрощений кольоровизначник. Він має дві

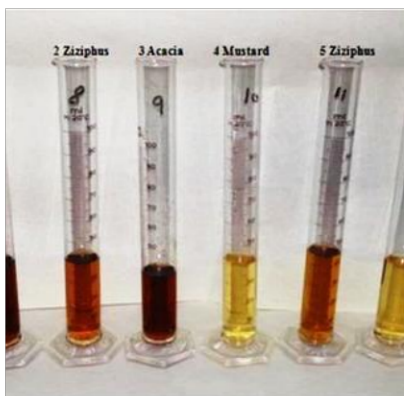


Рис. 12.9. Еталонні зразки для визначення класів кольору меду.

забарвлені скляні пластинки, які за колорградером

Пфунда відповідають № 1–5,0; № 2–8,1 мм. Мед наливають в пробірку і ставлять в середину компаратора. Якщо його колір буде світлішим кольору пластинки № 1, то мед світлий: якщо темніший пластинки № 1, але світліший пластинки № 2 то його колір бурштиновий. Якщо мед має забарвлення темніше пластинки № 2, то його колір темний. Кольорові скляні пластинки можна замінити пробірками з натуральним зрілим медом, підібравши відповідні

сорті його і герметично закривши пробірки для попередження закисання (рис. 12.9).

Смак меду. Різні сорти меду на смак значною мірою відрізняються один від одного. За дегустації меду розрізняють відчуття смаку (приємне нейтральне, неприємне), а також його інтенсивність, гостроту (ніжний або слабкий, середній, гострий). Про мед можна сказати, що він приємного ніжного смаку або приємного смаку, але гострий або неприємного смаку, гострий і т. п. Смакові відчуття, які викликає мед (смак, аромат), прийнято називати “букетом”. Досвідчені дегустатори по букету меду (у поєднанні з іншими ознаками: кольором, ступенем кристалізації, в’язкістю) можуть визначити походження меду. Проте таке визначення недостатньо точне. Тому походження меду (його ботанічні сорти) краще встановлювати за пилковим аналізом.

Смак меду обумовлюється наявністю цукрів левулези і декстрази, він змінюється від наявності в меду ферментів, колоїдів, кислот, ефірів та деяких інших компонентів. Всі меди викликають відчуття солодкості і легкої кислоти.

Інтенсивність солодкості різних медів неоднакова. Умовно розрізняють меди *приторні* (з гречки, білої акації), *солодкі* (більшість медів), *помірно солодкі* (з буркуна, бавовника, падеві меду).

Багатьом медам властиві різноманітні присмаки. Присмак може бути тонким, ніжним (мед з малини, конюшини), гострим або різким (гречаний, деякі липові) і навіть неприємним (мед з каштана, тютюну). Відчуття кислоти залежить від рН меду, вмісту в ньому води, агрегатного стану.

На смак меду впливають концентрація цукрів і їх співвідношення, а також в'язкість і температура. Чим більше в меду глюкози чи мелецитози, тим він менш солодкий. Натуральний мед подразнює слизову оболонку рота й гортані.

Монофлорні меди мають характерний стійкий смак і аромат, властивий лише цьому виду меду. Змішані можуть мати різноманітний смак і запах, тому класифікація їх за цією ознакою наразі ще не встановлена.

Карамелізований мед також відрізняється специфічністю аромату і смаку.

На смакові якості меду, так само як і на колір, можуть впливати умови його відкачування, переробки і зберігання.

Смак меду визначають після попереднього нагрівання його до 30 °С в закритій скляній посудині, смакуючи декілька грамів меду. Каштановий і тютюновий меди мають своєрідний гіркуватий присмак. Карамелізований мед також відрізняється специфічністю аромату і смаку.

Аромат меду обумовлений комплексом ароматичних речовин. Кожен вид меду має специфічний, властивий лише йому, аромат квіток – джерел нектару. На підставі цього показника можна визначити якість і певною мірою ботанічне походження меду. Інтенсивність аромату залежить від якості і складу летких ароматичних сполук.

Не слід аромат меду розуміти лише як запах меду, що сприймається через ніс. Коли мед, який навіть не має запаху, куштують, то він через слизові оболонки ротової порожнини може викликати відчуття аромату, іноді дуже сильного. Звичайно, за органолептичної оцінки меду буває важко розділити відчуття аромату від смакових відчуттів.

Оцінку аромату проводять двічі: до і під час визначення смаку, оскільки аромат посилюється за знаходження меду в ротовій порожнині. У разі відсутності аромату або його недостатнього вираження, мед потрібно підігріти. Пробу меду (близько 40 г), щільно закриту в стаканчику, поміщають у водяну баню (40–45 °С) на 10 хв. Потім знімають кришку і відразу визначають аромат, який слугує найбільш об'єктивним показником органолептичної оцінки меду. Він може бути слабким, сильним, ніжніш тонким, з приємним і неприємним запахом. Деякі види меду (конюшиновий, гречаний, вересовий, липовий, вербовий) дуже ароматні. Мають запах квітів, з яких вони зібрані, а такі як соняшниковий, ріпаковий мають слабкий квітковий аромат.

Більш об'єктивні результати можна отримати дослідженням ароматичних речовин методом газорідинної (ГРХ) або вискоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) та ідентифікації їх у квітах відповідних рослин. Наприклад, у соняшниковому меду, як і в квітках соняшнику, виявлена значна кількість α -терпенолена, α -пінена, феландрена.

На сьогодні визначено близько 200 ароматичних речовин меду, надалі число ідентифікованих з'єднань може досягти 500 і більше, тому що квітковий мед кожного конкретного виду має свій набір летких речовин, що перейшли в нього разом з нектаром.

Аромат може слугувати критерієм для бракування меду (невластиві меду запахи). Квітковий аромат меду зникає під час бродіння, тривалого й інтенсивного нагрівання, довгого зберігання, за додавання інвертованого, буякового і тростинного цукрових сиропів, патоки, а також за годівлі бджіл цукровим сиропом.

Необхідно враховувати, що деякі падеві меди мають непривабливий і навіть неприємний запах. Слабкий аромат буває зазвичай у старого і підігрітого меду.

Консистенцію меду визначають окомірним методом, за допомогою занурення шпателя у мед за 20 °С. Піднімаючи шпатель, встановлюють консистенцію меду за проявом його стікання:

- *рідка* – на шпателі залишається невелика кількість меду, що стікає тонкими нитками і дрібними краплями. Рідка консистенція характерна для свіжовідкачаного зрілого меду з білої акації, зніту, конюшини, а також для усіх видів меду з підвищеною вологістю (більш 21 %);

- *в'язка* – на шпателі залишається значна кількість меду, він стікає більш товстими нитками і витягнутими краплями. Ця консистенція притаманна більшості видів зрілого квіткового меду;

- *дуже в'язка* – на шпателі залишається значна кількість меду, він стікає рідкими товстими нитками, що не утворюють окремих крапель. Така консистенція характерна для вересового, евкаліптового і падевого медів, а також спостерігається в період утворення кристалів глюкози під час кристалізації інших видів квіткового меду;

- *цільна* – шпатель занурюється в мед у результаті прикладання додаткової сили. Мед закристалізувався;

- *змішана* – у меду спостерігається розшарування: знизу – закристалізований, над ним більш темного кольору – рідкий шар. Таке розшарування характерне під час кристалізації меду, підданого тепловій обробці, за фальсифікації цукровим сиропом, у разі тривалого зберігання без холодильника, за підвищеної вологості меду.

Механічні домішки в меду бувають природні та сторонні, видимі та невидимі. До видимих природних домішок належать зерна квіткового пилку, мертві бджоли та їх частки, личинки бджіл, шматочки стільників, що виявляються неозброєним оком. Сторонніми видимими домішками є пил, пісок, сажка, вуликові кліщі, солома, волосся, рослинні волокна, друзки, шматочки тканини тощо.

За наявності в меду природних небажаних домішок, продукт не реалізують, його треба очистити. У разі забруднення сторонніми домішками мед бракують.

Механічні домішки визначають методами фільтрування та осадження (згідно з ДСТУ 4497–2005).

До *фізико-хімічних показників меду* відносять: в'язкість, прояв кристалізації, електропровідність, кислотність, активна кислотність (рН), оптична активність, гігроскопічність, вологість (водність), діастазне число, вміст гідрокси- або оксиметилфурфуролу тощо.

В'язкість меду виражають в абсолютних одиницях – пуазах або в умовних одиницях – відношенні швидкості протікання меду через певний отвір до швидкості протікання води. Пуаз означає роботу, необхідну для того, щоб зрушити на 1 см протягом однієї секунди паралельно один одному два шари меду поверхнею в 1 см² кожен. В'язкість меду за 20 °С коливається в межах від декількох десятків до декількох сотень пуаз.

Різним видам медів властивий певний ступінь в'язкості, за яким їх поділяють на п'ять груп:

- 1) дуже рідкий (білоакацієвий, конюшиновий);
- 2) рідкий (ріпаковий, гречаний, липовий);
- 3) густий (кульбабовий, еспарцетовий);
- 4) клейкий (падевий);
- 5) драглистий (вересовий).

В'язкість меду залежить також від його хімічного складу, вологості та температури. Мед вологістю 18 % у 6 разів в'язкіший, ніж мед вологістю 25 %. Тому в'язкість один з головних показників зрілості меду. Чим вища температура, тим в'язкість меду менша, і мед легше викачується зі стільників. Мед, щойно взятий з вулика, має температуру близько 30 °С; його в'язкість у 4 рази менша, ніж у меду, охолодженого до кімнатної температури (20 °С). Нагрівання меду до температур вище 30 °С для подальшого зниження його в'язкості практично недоцільне, оскільки в'язкість знижується вже незначно. В'язкість меду варто враховувати під час відкачування його зі стільників, фільтрації, відстоювання, фасування. Вона впливає також на швидкість кристалізації меду.

За температури 45 °С в'язкість води рівна 0,6. Отже, мед з нормальною водністю (18 %) має в'язкість (6,064) в 10 разів вище, ніж вода. В'язкість меду знаходиться в обернено пропорційній залежності від його водності.

Практично в'язкість відцентрового меду можна визначити за допомогою зачерпування його столовою ложкою і швидкого обертання її. Зокрема, зрілий мед не стікає з ложки, а навертається на неї, тоді як незрілий мед легко стікає, і навернути його на ложку, як би швидко не обертали її, не вдається.

Проте це можна встановити лише за температури близько 20 °С, оскільки в'язкість значно залежить від температури меду. Коефіцієнт в'язкості меду за різних його температур вказаний в таблиці 12.2 (дані П.Б. Різга).

Таблиця 12.2 – Залежність коефіцієнту в'язкості від температури.

Температура, °С	Коефіцієнт в'язкості
20	1400
30	380
40	150
50	50
60	25

Отже, мед, узятий з вулика з температурою 30 °С, має в'язкість (380) майже в 4 рази меншу, порівняно з в'язкістю, яку він матиме якщо остигне до 20 °С (1400). Звідси зрозуміло правило практики – після відбору рамок з вулика, необхідно швидко відкачати мед, не допускаючи його охолодження.

Якщо в'язкість води прийняти за 1, то у квіткових медів цей показник коливається в межах 307–341, у медової паді – 726–1410.

В'язкість меду залежить від його хімічного складу, для різних ботанічних сортів коливається від 3,18 до 14,4 пуаза. Уміст в ньому колоїдних, декстриноподібних речовин збільшує в'язкість. Основні цукри меду, розчинені у воді (60 % концентрації) за температури 25 °С, мають наступну в'язкість, в сотих долях пуаза: цукроза – 12,701; глюкоза – 9,660 і фруктоза – 8,628. Отже, меди, багаті на вміст фруктози (плодового цукру), будуть найбільш рідкими, наприклад мед з жовтої акації.

Кристалізація меду – це його перетворення з рідкого, сиропоподібного стану в кристалічний. Цей природний процес не погіршує його якості. Бджолиний мед – це насичений розчин глюкози із наявними фруктозою, декстринами та іншими речовинами. Під час

кристалізації меду в осад випадають кристали виноградного цукру; плодовий цукор залишається в розчині й утворює іноді зверху рідкий шар (ознака незрілості меду) або обволікає кристали виноградного цукру. Кристалізований і не кристалізований мед за своєю природою і складом не різняться.

Кристалізація меду часто починається з його поверхні, на якій за випаровування води насиченість розчину збільшується, що і слугує причиною кристалізації глюкози. Кристали глюкози поволі опускаються на дно, насичують всю товщу маси меду первинними кристалами, навколо яких проходить подальший процес кристалізації виноградного цукру.

Залежно від розмірів кристалів розрізняють три види кристалізації меду:

- 1) грубозерниста – розмір кристалів понад 0,5 мм;
- 2) дрібнозерниста – кристали видно неозброєним оком, розмір кристалів понад 0,04–0,5 мм;
- 3) салоподібна – кристали розміром 0,04 мм, невидимі неозброєним оком, а мед подібний на смалець.

Мед містить певну кількість первинних, або зародкових, кристалів, навколо яких відбувається кристалізація глюкози. Це – найдрібніші кристали виноградного цукру, які є зародками кристалізації меду, тобто центрами, або гніздами, у яких відбувається подальша кристалізація меду. Первинні (зародкові) кристали можна виявити в будь-якому прозорому меду. Вони утворюються на стінках комірок, внаслідок того, що стільники після відкачування меду не дають бджолам для обсушування. Зі стільників вони потрапляють у мед. Зародкові кристали можуть утворитися за дозрівання меду, а також під час його зберігання, коли внаслідок випаровування води насиченість розчину цукрів збільшується. Вони можуть потрапляти в мед також із нектару, який у суху, жарку, вітряну погоду згущується, і цукор, що міститься в ньому, частково кристалізується.

Від кількості зародкових кристалів у меду залежить швидкість кристалізації і розміри кристалів. Чим ближче ці кристали один до іншого, тим швидше мед кристалізується і тим меншого розміру утворюються кристали. Ця закономірність підтверджується даними таблиці 12.3, де з кристалізований мед додавали до рідкого.

Таблиця 12.3 – Залежність швидкості кристалізації і розмір кристалів від кількості зародкових кристалів.

Кількість закристалізованого меду, у % до рідкого	Час кристалізації, дів	Характер кристалізації
54	4	салоподібна
4,95	15	дрібнозерниста
0,06	87	грубозерниста

Швидкість і прояв кристалізації залежать також від температури і водності меду. Найшвидше він кристалізується за температури 13–14 °С. Зниження або підвищення такої температури уповільнює кристалізацію, оскільки в першому випадку збільшується в'язкість меду, а в другому – зменшується насиченість розчину глюкози.

За температури 27–32 °С мед не кристалізується, близько 40 °С - мед, що закристалізувався, починає розчинятися. Різкі коливання температури меду зумовлюють відповідні зміни в ступені насиченості розчину цукрів і прискорюють процес його кристалізації.

Мед, що має водність вищу за норму – це менш насичений розчин глюкози. Тому незрілий мед кристалізується гірше, ніж зрілий. Часто незрілий мед закристалізовується не весь, а частково: знизу кристалічна маса, а зверху – сироподібна. Перемішування меду під час його кристалізації сприяє подрібненню кристалів, що утворилися, у результаті кількість зародкових кристалів збільшується; отже, прискорюється процес кристалізації. Стан спокою під час кристалізації, навпаки, уповільнює швидкість процесу.

Кристалізація меду залежить також від його хімічного складу. Чим більше в меду міститься виноградного цукру, тим швидше мед кристалізується. У деяких падевих медах швидкість кристалізації обумовлюється наявністю в них меліцитози. Збільшений вміст цукрози і глюкози прискорює кристалізацію. Більша кількість фруктози, декстринів і колоїдних речовин роблять мед клейкішим і густішим, що уповільнює цей процес.

Різні ботанічні сорти меду відрізняються за швидкістю кристалізації. До сортів, що поволі кристалізуються, належить мед з акації, шавлії, вишні, пади з листяних порід та ін. Швидко кристалізуються сорти меду з гірчиці, свиріпи, ріпаку, осоту, соняшнику.

Деякі види меду зберігаються в рідкому, сироподібному стані до вересня-листопада, після чого вони кристалізуються. При цьому всі цінні лікувально-дієтичні компоненти (ферменти, вітаміни тощо) повністю зберігаються. У такому стані мед має світліше забарвлення.

Мед, що закристалізувався, порівняно із сиропоподібним, менш гігроскопічний, і у відкритому посуді він довше зберігається без закисання. Його легко можна перетворити на сиропоподібний, нагріваючи у водяній бані.

У меду, що закристалізувався, неоднорідність структури, наявність сиропоподібної маси найчастіше слугує ознакою його незрілості. При цьому сиропоподібний мед має підвищену водність і тому може швидко забродити.

Електропровідність меду. Питома електропровідність меду обумовлена мінеральними речовинами, органічними кислотами, білками і залежить від походження меду, концентрації речовин і температури. Кислоти та мінеральні речовини, що входять до складу меду, частково дисоціюють і стають носіями електричного струму. Вуглеводна частина меду електронейтральна. Цей показник для меду нещодавно був включений в нові міжнародні стандарти (зокрема й в Україні) Європейського Союзу і Кодекс Аліментаріус, замість визначення масової частки золи.

Є лінійна залежність між вмістом золи в меду і його електропровідністю. Вміст золи в меду узгоджується з одиницями виміру питомої електропровідності за допомогою наступного рівняння:

$$Z = 0,14 + 1,74 A, \quad (12.5)$$

де Z – електропровідність, мС/см; A – вміст золи, %.

Примітка. На практиці питому електропровідність меду вимірюють у сименсах на сантиметр (См/см). Один сименс дорівнює електричній провідності провідника з електричним опором один Ом ($1 \text{ См} = 1 \text{ Ом}^{-1}$). Одиниця названа на честь німецького науковця Ернста Вернера фон Сіменса. Рекомендується як одиницю використовувати $\text{Ом}^{-1}/\text{см}$ або мС/см, а не См/см, оскільки внаслідок подібності позначень сименса та сантиметра зростає можливість помилок.

Питома електрична провідність нерозбавленого меду така ж, як і у дистильованої води. За розбавлення меду водою цей показник збільшується.

Квіткові меди повинні мати менш, а падеві меди більш ніж 0,8 мС/см. Виключення становлять меди зібрані з таких рослин: суничне дерево, еріка, евкаліпт, верес звичайний, манука, чайне дерево і змішані з ними меди.

Із світлих монофлорних медів найнижчу питому електропровідність має білоакацієвий мед – 0,165 мС/см, а найвищу – липовий 0,573 мС/см. У темних медів питома електропровідність вища, ніж у світлих (зокрема у гречаного меду вона становить 0,734 мС/см).

Електропровідність меду визначають кондуктометричним методом (згідно з ДСТУ 4497–2005).

Загальна кислотність меду залежить не лише від походження, умов збору і особливостей переробки нектару бджолами, умов його зберігання, а також від внесення органічних кислот (мурашиної, молочної і щавлевої) у результаті обробки бджіл від вароатозу.

Вміст кислот в меду характеризують показником загальна кислотність, яку прийнято виражати нормальними градусами – це об'єм 0,1 н розчину їдкого натру (cm^3), витраченого на титрування 100 г меду. Загальна кислотність квіткового і падевого медів становить 1–4 cm^3 . Значення показника загальної кислотності може варіювати навіть у медів одного ботанічного походження. Зокрема, у меду гречаного – від 1,0 до 4,0 cm^3 , липового – від 0,5 до 2,5 cm^3 , соняшникового – від 1,0 до 3,0 cm^3 . Гранично допустима загальна кислотність меду, згідно з ДСТУ 4497–2005 – 4,0 cm^3 .

Підвищена кислотність є показником закисання меду й нагромадження в ньому оцтової кислоти або ж штучної інверсії сахарози за наявності кислот (штучний мед). Знижена кислотність може бути наслідком фальсифікації меду цукровим сиропом або крохмалем за переробки бджолами цукрового сиропу (цукровий мед) та ін.

Активна кислотність (pH) медів коливається в межах від 3,2 до 6,6. По Цандеру квіткові меди мають кислотність від 3,5 до 4,5, падеві – від 3,9 до 5,4. Числове значення pH меду залежить від відношення концентрацій мінеральних речовин та органічних кислот і від сили останніх. Показник pH визначають, як негативний десятиковий логарифм концентрації водневих іонів. Він відображає концентрацію водневих іонів або гідрооксидів у водних розчинах.

Методика визначення. Беруть 5 г бджолиного меду, розчиняють в 45 мл дистильованої води і вимірюють активну кислотність на іонометрі (pH-метрі) зі скляним електродом.

Інший, більш простий спосіб визначення pH меду полягає у визначенні pH середовища за допомогою хімічних індикаторів. Зважують у стакані 1,0 г меду, доливають 9 мл дистильованої води, розчиняють мед і додають 2–3 краплі спиртового розчину індикатора-лакмоїда. Наносять 2 краплі водного розчину меду на індикаторний папір і порівнюють забарвлений шар зі стандартними забарвленнями, зіставляючи визначають pH досліджуваного меду.

Оптична активність меду. Вуглеводи, а також білки і деякі окси- й амінокарбонові кислоти виявляють оптичну активність, що обумовлюється особливою будовою молекули і просторовим розташуванням груп атомів у ній.

Оптична активність полягає в здатності речовини змінювати просторове положення площини поляризації світла, яка виявляється поверненою на певний кут вліво або вправо від початкового положення. Речовини, що повертають площину поляризації вліво (–), називають лівообертальними; речовини, що повертають площину поляризації вправо (+) – правообертальними. Для фруктози питоме обертання дорівнює $-92,4$; для глюкози $+52,7$; сахарози $+66,5$; мальтози $+130,4$; мелецитози $+88,2$. Дослідження показали, що усі види квіткового меду належать до лівообертальних. Однак, як було встановлено, питоме обертання до $-7,5$ мають нерідко і падеві меди, що належать здебільшого до правообертальних.

Для визначення оптичної активності використовують поляриметр портативний (типу П-161) або цукрометр універсальний ЦУ-3. У камеру вкладають поляриметричну кювету (трубку) заповнену профільтованим 10 % розчином досліджуваного меду, що змінює однорідність половин поля зору. Обертаючи кремальєру, зрівнюють однорідність половин поля зору і роблять ноніусом відлік шкали (вимірюють кут зсуву площини поляризації). Середнє арифметичне п'ятьох вимірів буде результатом виміру загалом.

Гігроскопічність меду – здатність меду вбирати з повітря вологу і утримувати її. Вона пов'язана з водністю меду.

Гігроскопічність меду залежить від його хімічного складу, агрегатного стану, в'язкості. Фруктоза, на відміну від глюкози, має більш виражені гігроскопічні властивості. Збільшенню гігроскопічності меду сприяє високий вміст у ньому не лише фруктози, а також мінеральних речовин. Рідкий мед більш гігроскопічний, ніж закристалізований; падевий – гігроскопічніший квіткового. Мед має властивість адсорбувати сторонні запахи, що необхідно враховувати за його зберігання.

Якщо мед із водністю 17,4 % помістити в приміщення з вологістю повітря 60 %, то він не змінить своєї водності, а знаходитиметься в стані рівноваги з оточуючим його повітрям. Зміна вологості повітря порушить цю рівновагу; якщо вологість повітря менше 60 %, у такому випадку мед почне “підсихати” і, навпаки, понад 60 %, водність меду збільшуватиметься. Зокрема, за вологості повітря 81 % через 3,5 місяця в'язкість меду збільшиться з 17,4 до 32 %; якщо вологість повітря 20 % водність меду за 4 місяці зберігання зменшиться з 17,4 до 10,6 %.

Мед, що закристалізувався, має меншу гігроскопічність, ніж рідкий. Це пояснюється тим, що відкрита поверхня його поглинає вологу з повітря, яка потім проникає у внутрішні шари. У сиропоподібному меду порівняно із закристалізованим, швидше і

більше проникає води. Воскові кришки (забрус) запечатаного меду повністю не оберігають його від поглинання вологи. Тому під час зимівлі бджіл в сирих приміщеннях мед закисає.

Якщо запечатані стільники зберігають в сирому теплому приміщенні, то у воскових кришках утворюються тріщини, через які просочуються краплі меду. Тріщини утворюються від того, що мед поглинає з повітря вологу, збільшується в об'ємі і тисне на кришечки. Мед у чарунках стільників починає бродити, розріджуватися і закисати з виділенням вуглекислого газу, внаслідок чого тиск ще збільшується.

Вологість (водність) меду залежить від часу медозбору, погоди, вологості місцевості тощо. Вологість (водність) меду характеризує його зрілість, можливість тривалого зберігання. Зрілий мед має вологість не більше 20 %, кристалізується в однорідну масу, може тривалий час зберігатися без втрати природних властивостей. Гранично допустима вологість меду, згідно з ДСТУ 4497:2005 – 21 %. У сухі, спекотливі роки водність низька, в дощові – підвищена. Водність квіткового меду в середньому становить 18 %; падевого – на 0,5–1,5 % менше, що можна пояснити його більшою зрілістю.

Від умісту в меду води, його зрілості залежить в'язкість, тобто його густина, текучість.

Водність меду визначають різними способами. Найпростіший полягає в тому, що водність меду встановлюють, за його питомою масою, або “натурою”.

Методика визначення. Беруть скляну банку з нешироким горлом, зважують її на звичайних вагах з точністю до 1 г, масу записують. У банку наливають воду до певної мітки і зважують знову з водою. Для зважування придатні звичайні столові ваги. Температура води має становити 15 °С.

Від маси банки з водою віднімають масу порожньої банки і отримують масу води (в г) або об'єм банки (в см³). Воду виливають, банку добре витирають і висушують.

Потім наливають мед до тієї ж мітки, це слід робити обережно, краще через лійку, щоб попередити утворення в ньому бульбашок повітря. Якщо в посудині утворюється піна, її слід зняти. Банку з медом зважують. З маси банки з медом вираховують масу порожньої банки і отримують масу меду, яку ділять на масу води і отримують питому масу (або натуру) бджолиного меду. Якщо температура меду вища або нижча 15 °С, то питому масу його відповідно зменшують або збільшують на 0,0005 за кожний градус.

Приклад. Маса порожньої банки 1250 г, маса банки з водою 3765 г. Відповідно маса води 3765 – 1250 = 2515 г, або об'єм банки

2515 см³. Маса банки з медом 4844 г. Звідси, чиста маса меду $4844 - 1250 = 3594$ г. Питома маса його $3594 : 2515 = 1,429$. Мед за зважування мав температуру 21 °С, тому питома маса його має бути зменшена на $0,0005 \times (21 - 15) = 0,003$, тобто вона буде дорівнювати $1,429 - 0,003 = 1,426$.

Знаючи питому масу, визначають водність досліджуваного меду за таблицею 12.4.

Таблиця 12.4 – **Водність меду залежно від його питомої маси.**

Питома маса	Масова частка води, %	Питома маса	Масова частка води, %
1,443	16	1,402	22
1,436	17	1,396	23
1,429	18	1,389	24
1,422	19	1,383	25
1,416	20	1,376	26
1,409	21		

Питома маса 1,426 знаходиться між 1,422 і 1,429. В цьому випадку водність меду дорівнює:

$$18 \% + \frac{1,429 - 1,426}{1,429 - 1,422} = 18,43 \ \%.$$

За точного (лабораторного) визначення водності меду застосовують рефрактометричний та ареометричний методи. Для досліджень використовують рідкий мед. Якщо мед закристалізований, то, помістивши близько 1 см³ його в пробірку і щільно закривши пробкою, нагрівають на водяній бані за 60 °С до повного розчинення кристалів, після чого пробірку охолоджують до температури повітря в приміщенні. Сконденсовану на внутрішній поверхні стінок пробірки воду ретельно перемішують з медом скляною паличкою.

З усіх методів найбільш зручний, швидкий і точний – *рефрактометричний*. Для цього спочатку визначають коефіцієнт рефракції – показник заломлення променя світла, що проходить через тонкий шар меду, нанесеного на призму. Потім в таблиці проти коефіцієнта рефракції знаходять водність меду.

Опис рефрактометра РДУ. На основі 1 встановлена стійка 2, до якої кріпиться корпус 3. На корпусі закріплена зорова труба 4 і мікроскоп 5, який дозволяє роздивитись шкалу показників заломлення досліджуваної речовини. Перед зоровою трубою всередині корпусу встановлений дисперсійний компенсатор 6, який повертається

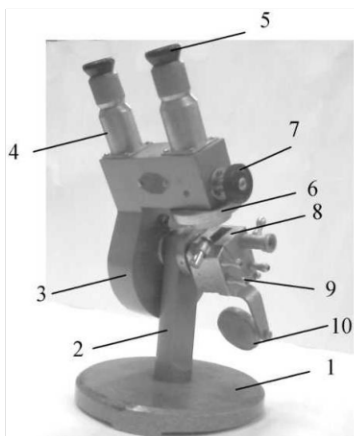


Рис. 12.9. Рефрактометр РДУ.

обертанням ручки 7. На одній осі з корпусом знаходиться камера вимірювальної призми 8. Для зручності нанесення розчину на вимірювальну призму корпус разом з камерами можна повернути рукою 9. Спрямовування світлового потоку на вхідну грань освітлювальної призми здійснюється за допомогою дзеркала 10 (рис. 12.9).

Методика визначення.

1. Повернути рукою 9 від себе до упору корпус разом з камерами, при цьому полірована грань вимірювальної призми встановлюється горизонтально. Перевіривши чистоту її поверхні, нанести на неї за допомогою скляної палички або піпетки 1–2 краплі меду. Потім опустити на шарнірі камеру освітлювальної призми до зіткнення з камерою вимірювальної призми і притиснути їх одну до одної рукояткою замка. Після цього корпус разом з камерами повертанням ручки 10 в протилежному напрямку до упору встановити в зручне для спостережень положення. За допомогою циркуляції води через призми мед нагрівається до температури 20 °С.

2. Встановити дзеркало в положенні повного заповнення світловим потоком вікна освітлювальної призми.

3. За допомогою ручки 9 повільно обертати камеру з вимірювальною призмою доти, доки в поля зору вимірювальної труби не потрапить межа світла і тіні. Повертаючи ручку компенсатора 7, домагаються, щоб на цій межі зникло райдужне забарвлення.

4. Далі рукою рефрактометра 9 підвести межу світлотіні до центру хрестоподібної відмітки в полі зору. Розглядаючи шкалу показників заломлення в мікроскоп, зняти відлік за цією шкалою з точністю до четвертого десятинного знака. Вимірювання проводять 5 разів, суміщаючи межу світлотіні з відміткою поперемінно зверху і знизу. Температуру, за якої проводили вимірювання, записують, розраховують середнє арифметичне значення показника заломлення і перераховують його на значення за 20 °С за формулою:

$$n_D^{20} = n_D^t + 0,00023 \times (t - 20), \quad (12.6)$$

де n_D^{20} – значення показника заломлення за 20 °С; n_D^t – значення показника заломлення в умовах проведення дослідів; 0,00023 –

температурний коефіцієнт показника заломлення (од/° C); t – температура, за якої проводились дослідження (°C).

Тобто за температури вище 20 °C додають 0,00023 на 1 °, а за температури нижче 20 °C віднімають 0,00023 за кожний 1 °C. Допустимі розбіжності між результатами контрольних вимірювань не мають перевищувати 0,1 %. За виявленим коефіцієнтом рефракції знаходять водність меду за величиною n_D^{20} по таблиці 12.5.

Таблиці 12.5 – Визначення масової частки води в меді за коефіцієнтом рефракції за 20 °C.

Коефіцієнт рефракції	Масова частка води, %	Коефіцієнт рефракції	Масова частка води, %	Коефіцієнт рефракції	Масова частка води, %
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4830	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4976	15,6	1,4870	19,8	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0		
1,4940	17,0	1,4835	21,2		

Приклад: В середньому з п'яти вимірювань за 25 °C коефіцієнт рефракції дорівнює 1,4848. За перерахунку його на значення за 20 °C отримаємо значення:

$$n_D^{20} = 1,4848 + 0,00023 \times (25 - 20) = 1,4848 + 0,0012 = 1,4860.$$

Таке значення n_D^{20} відповідає за таблицею 12.5 вмісту води в меду 20,2 %.

За рефрактометричного визначення водності сильно закристалізованого меду, коли під час нагрівання він не стає достатньо рідким, його розводять рівною за масою кількістю води (1:1) і після розчинення за обережного підігрівання визначають коефіцієнт рефракції розчину меду. Масову частку води (B_p) в розчині меду розраховують за формулою:

$$B_p = 615,6 - 400 \times A, \quad (12.7)$$

де B_p – масова частка води в розчині меду, %; A – коефіцієнт рефракції.

Водність досліджуваного меду розраховують за формулою:

$$B_M = 50 - (100 - B_p) \times 2, \quad (12.8)$$

У польових умовах для визначення водності меду зручно використовувати сучасні портативні рефрактометри. Одним із таких приладів є портативний рефрактометр RHF-30ATC (рис. 12.10). Виробник приладу компанія Kelilong Electron (Тайвань). Він дозволяє визначити вологість меду з точністю до 99 %. Максимальний діапазон вимірювання – 30 %, мінімальний – 10 %.

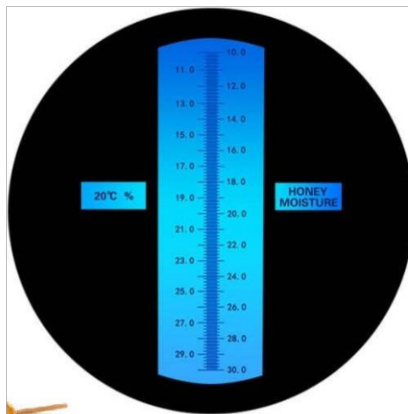


Рис. 12.10. Портативний рефрактометр RHF-30ATC і його шкала.

Визначення вмісту води в меду *аерометричним методом* ґрунтується на зміні питомої маси розчину меду залежно від вмісту в ньому води. Цей метод вважається більш простим і доступним, однак менш точним. Готують розчин меду у співвідношенні 1:2, для цього зважують 100 г меду і розчиняють його в 200 мл дистильованої води за температури 30–40 °С.

Приготовлений розчин охолоджують до 15 °С і наливають по стінці в циліндр 200 мл. Чистий ареометр занурюють в розчин меду до поділки 1,110 і залишають його в центрі циліндра. Через 20–30 секунд знімають показники ареометра на рівні нижнього меніска, вимірюють температуру розчину. Фактичну вологість меду визначають за таблицею 12.6 на перетині лінії з позначенням щільності і графі, яка вказує температуру розчину.

Таблицею 12.6 – **Масова частка води в меді залежно від температури і щільності його водного розчину (за А.В. Аганінім).**

Щільність розчину меду (1:2), г/см ³	Температура розчину меду, °С										
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,103	26,3	26,2	26,1	25,9	25,8	25,7	25,5	25,4	25,3	25,1	25,0
1,104	25,7	25,6	25,4	25,3	25,2	25,0	24,9	24,8	24,6	24,5	24,4
1,105	25,0	24,9	24,8	24,6	24,5	24,4	24,2	24,1	24,0	23,9	23,7
1,106	24,4	24,3	24,1	24,0	23,9	23,7	23,6	23,5	23,4	23,2	23,1
1,107	23,7	23,6	23,5	23,3	23,2	23,1	23,0	22,9	22,7	22,6	22,4
1,108	23,1	23,0	22,8	22,7	22,6	22,5	22,3	22,2	22,1	21,9	21,8
1,109	22,4	22,3	22,2	22,1	21,9	21,8	21,7	21,6	21,4	21,3	21,1
1,110	21,8	21,7	21,6	21,4	21,3	21,2	21,0	20,9	20,8	20,6	20,5
1,111	21,2	21,0	20,9	20,8	20,6	20,5	20,4	20,2	20,1	20,0	19,9
1,112	20,5	20,4	20,3	20,1	20,0	19,9	19,7	19,6	19,5	19,4	19,2
1,113	19,9	19,8	19,6	19,5	19,4	19,2	19,1	19,0	18,9	18,7	18,6
1,114	19,3	19,1	19,0	18,9	18,7	18,6	18,5	18,4	18,2	18,1	18,0
1,115	18,6	18,5	18,3	18,2	18,1	18,0	17,8	17,7	17,6	17,4	17,3
1,116	18,0	17,8	17,7	17,6	17,5	17,3	18,2	17,1	16,9	16,8	16,7
1,117	17,3	17,2	17,1	17,0	16,8	16,7	16,6	16,4	16,3	16,2	16,0
1,118	16,7	16,6	16,5	16,3	16,2	16,1	15,9	15,8	15,7	15,5	15,4
1,119	16,1	16,0	15,8	15,7	15,6	15,4	15,3	15,2	15,0	14,9	14,8
1,120	15,5	15,3	15,2	15,1	14,9	14,8	14,7	14,5	14,4	14,3	14,2
1,121	14,8	14,7	14,6	14,4	14,3	14,2	14,0	13,9	13,8	13,7	13,5

Під час визначення масової частки води за сухим залишком користуються таблицею К. Віндіша. За таблицею 12.7, за щільністю розчину меду, знаходять масову частку сухого залишку. Масову частку води розраховують за формулою:

$$X = 100 - (3 \times a), \quad (12.9)$$

де X – масова частка води, %; a – масова частка сухого залишок розчину меду (1:2); 3 – кратність розведення меду (мед був розведений у три рази).

Таблиця 12.7 – Визначення масової частки сухого залишку у розчині меду за К. Віндішем.

Щільність розчину меду при температурі 15° С, г/см ³	Масова частка сухого залишку, %	Щільність розчину меду при температурі 15° С, г/см ³	Масова частка сухого залишку, %
1,101	23,91	1,114	26,71
1,102	24,13	1,115	26,92
1,103	24,34	1,116	27,13
1,104	24,56	1,117	27,35
1,105	24,78	1,118	27,56
1,106	24,99	1,119	27,77
1,107	25,21	1,120	27,98
1,108	25,42	1,121	28,19
1,109	25,64	1,122	28,40
1,110	25,85	1,123	28,61
1,111	26,07	1,124	28,82
1,112	26,28	1,125	29,03
1,113	26,50		

Приклад. Щільність розчину меду (1 : 2) за 15 °С дорівнює 1,113, що відповідає за таблицею К. Віндіша 26,50 % сухої речовини. Оскільки мед розведений у три рази, то сухий залишок нерозведеного меду становить: $26,50 \times 3 = 79,50$ %. Масова частка води становить: $100 - 79,5 = 20,5$ %.

Діастазне число характеризує активність ферменту діастази (α -амілази) і є найвагомішим показником якості та ознак натуральності меду. Фермент діастаза міститься в натуральному меду і його не має у цукровому сиропі. Він потрапляє в мед, здебільшого, з нектару квітів і частково із секретами слинних залоз бджіл. Проте, слід враховувати, що діастазна активність низька у біло-акацієвого, знітового, липового, конюшинового і соняшникового медів. За період тривалого зберігання (понад 1 рік), а також нагрівання меду, діастаза частково інактивується.

Діастазне число виражає кількість мл 1 % розчину крохмалю, що розкладається за 1 год діастазою, що міститься в 1 г безводного

залишку меду. Один мілілітр (мл) крохмалю відповідає одній одиниці активності (од. Готе.). Діастазне число меду має становити не менше 10 од. Готе.

Визначення діастазного числа (згідно з ДСТУ 4497–2005) ґрунтується на колориметричному вимірюванні кількості субстрату, що розкладений в умовах проведення ферментативної реакції, і наступним розрахунком діастазного числа за формулою:

$$X_3 = \frac{(D_k - D_d) \times 100 \times 80}{D_k \times (100 - W)}, \quad (12.10)$$

де D_k – оптична густина зразка з дистильованою водою; D_d – оптична густина зразка з розчином меду, який досліджують; 80 – коефіцієнт перерахунку; W – масова частка води в меді, %.

За *вмістом гідрокси- або оксиметилфурфуролу в меді* можна зробити висновок про його натуральність (чи наявний штучно інвертований цукор), умови зберігання і переробки. Вміст оксиметилфурфуролу за нагрівання меду збільшується тим значніше, чим вище температура і триваліше нагрівання. Цей приріст під дією температури тим більше, чим вище початкова концентрація цієї речовини і вміст води і чим нижче рН меду. Низький вміст оксиметилфурфуролу свідчить про правильну переробку і зберігання меду, а також виключає фальсифікацію меду додаванням до нього штучно інвертованого цукру. Норма – не більше 25 мг/кг.

Наявність оксиметилфурфуролу визначають якісним і кількісним методами.

Якісний метод (реакція Селіванова-Фіге у модифікації А.В. Аганіна) більш простий, економічний за часом і може бути використаний за приймання партій меду. Сутність реакції полягає в тому, що внаслідок штучної інверсії розщеплюється частина фруктози і утворюється водорозчинна сполука оксиметилфурфурол, який з розчином резорцину за наявності концентрованої соляної кислоти утворює вишнево-червоне забарвлення. Крім того, кількість оксиметилфурфуролу збільшується у меді під час нагрівання за температури вище 55 °С.

Методика визначення. У ступці розтирають 5 г меду з 5–10 мл діетилового етеру. Етерну витяжку зливають у порцелянову чашку чи годинникове скло і додають 5–6 кристаликів резорцину. Після випаровування за кімнатної температури етеру, на сухий залишок наносять 1–2 краплі концентрованої соляної кислоти (питома густина 1,125).

Оцінюють результати реакції:

– зеленувато-брудний або жовтий колір – негативна;

– оранжеве або блідо-рожеве забарвлення – слабкопозитивна (спостерігається з прогріванням меду);

– червоний, вишнево-червоний, оранжевий, що швидко переходить у червоний колір – позитивна (мед містить домішки штучно інвертованого цукру).

За відсутності технічних умов для роботи з етером, дослідження проводять без нього. У порцелянову чашку насипають 0,5 г (на кінчику ножа) резорцину, розтирають, додають 1 чайну ложку меду, знову ретельно розтирають. У цю суміш вносять декілька крапель концентрованої соляної кислоти. За наявності домішок інвертованого цукру виникає малиново-червоне забарвлення.

Кількісний метод визначення оксиметилфурфуролу (згідно з ДСТУ 4497–2005) – більш точний. Він ґрунтується на колориметруванні розчину меду з барбітуровою кислотою і паратолуїдином з довжиною хвилі 540 ± 10 нм.

Хімічний склад меду

Бджолиний мед – це складний природний продукт, у якому виявлено більше 300 різних речовин і зольних елементів, 100 з них є постійними у всіх видів. Слід зазначити, що хімічний склад меду непостійний і залежить від виду медоносних рослин, з яких зібраний нектар; ґрунту, на якому вони виростають; погодних і кліматичних умов; часу, що пройшов від збору нектару до відкачування меду із стільників; термінів зберігання меду. Однак основні групи речовин у складі меду постійні.

Вуглеводи. Це основні речовини, що входять до складу меду (95–99 % сухої речовини). Вміст окремих вуглеводів у меду коливається в досить широких межах і залежить від ботанічного походження меду, умов збору і переробки нектару (паді) бджолами.

Вуглеводи меду представлені переважно *моносахаридами* – глюкозою і фруктозою. На їх частку припадає близько 75 % усіх цукрів меду.

Із *дисахаридів* у меду зустрічаються найчастіше сахароза і мальтоза. У зрілому квітковому меду міститься до 5 % сахарози від загальної кількості вуглеводів, у падевому – до 10, у незапечатаному – 10–15 % (доказ незрілості чи фальсифікації цукром).

У деяких сортах меду (переважно у падевому) зустрічається *трисахарид* меліцитоза (до 40 %).

Азотисті речовини. Представлені здебільшого білковими і небілковими сполуками. Кількість азотистих сполук у складі меду становить близько 2 % його загальної маси. Вони надходять у мед із квітковим пилом і секретом залоз бджіл. Білкових сполук у квіткових медах виявлено від 0,08 до 0,4 %, лише у вересовому і гречаному медах

їх вміст сягає 1 %, у падевому – від 1 до 2 % від загальної маси меду. Основну частину їх становлять ферменти – α - і β -амілази, інвертаза, каталаза, пероксидаза, поліфенолоксидаза, глюкозооксидаза, фосфоліпаза, інулаза, глікогеназа та інші.

Небілкові азотисті сполуки меду представлені амінокислотами (13–20 представників). Кількість амінокислот у різних медах становить від 70 до 5000 мкг (у середньому – 400–1000 мкг). В усіх медах виявляють аланін, аргінін, аспарагінову і глутамінову кислоти, лейцин, ізолейцин, лізин, фенілаланін, тирозин, треонін; лише в деяких – метіонін, триптофан, пролін та інші.

За допомогою ультрафільтрації встановлено, що в квіткових медах небілкових азотовмісних речовин майже в 4 рази більше, ніж білкових. Кількість небілкового азоту в падевих медах досягає 50 % від загального азоту. Амінокислоти здатні вступати у реакцію з моносахаридами меду і утворюють меланоїдини – темнозабарвлені сполуки. До азотовмісних речовин, виявлених у меду, відносять також алкалоїди, які є досить отруйними.

Кислоти. В усіх медах міститься близько 0,3 % органічних і 0,03 % неорганічних кислот. Кислоти входять до складу корму (нектару, паді) і утворюються під час дозрівання меду у вулику.

Значна частина органічних кислот представлена такими кислотами: мурашиною, щавлевою, молочною, оцтовою, цитриною, яблучною, бурштиною, піровиноградною, винною, масляною, каприловою, капроною, лауриною, меристиною, пальмітиною, стеариною, олеїною, лінолевою, ліноленою, лимонною, гліколевою, α -кетоглутаровою, піроглутаміною, 2-окси-3-фенілпропіоною, глюконою, пироглюконовою та цукровою. Ці кислоти містяться в меду у вільному стані. Основу кислот меду становлять глюконова, глутамінова, яблучна, лимонна, молочна й аспарагінова кислоти.

Серед неорганічних виявлені вугільна, фосфорна, соляна та інші кислоти.

Органічні кислоти надають меду приємного кислуватого смаку. Від наявності кислот залежать аромат і смак меду, його бактерицидні властивості.

Крім консервуючої дії, кисле середовище меду має важливе значення для профілактики деяких захворювань бджіл, оскільки низьке рН несприятливе для життя багатьох мікроорганізмів. Кислотність меду, що забродив, збільшується через утворення оцтової кислоти.

Наявність у меду вільних кислот визначають за концентрацією водневих іонів (H^+) – показником активної кислотності (рН). Для квіткових медів значення рН коливаються від 3,5 до 4,4. Виняток

становить липовий мед, рН якого може бути в межах від 4,5 до 7,0. Падеві меди мають нижчу активну кислотність (від 3,9 до 5,2), ніж квіткові.

Уміст всіх кислот у меду характеризують показником загальної кислотності, яку виражають у мілілітрах (мл), тобто кількістю 0,1 н розчину гідроксиду натрію, який витратили на титрування 100 г меду. Значення загальної кислотності медів варіюють від 0,2 до 6,2 мл. Межа коливань загальної кислотності падевих медів 0,8–6,1 мл за середнього значення 3,2 мл. На показники загальної кислотності меду впливають вид рослини, умови їх зростання, медозбору і переробки нектару (або паді) бджолами.

Мінеральні речовини. Мед як природний продукт за кількістю зольних елементів не має аналогів. У ньому виявлено близько 50 макро- і мікроелементів, однак набір їх у різних медах різний. У меду містяться калій, фосфор, кальцій, хлор, сірка, магній, мідь, марганець, йод, цинк, алюміній, кобальт, нікель та інші. Усі ці елементи входять до складу солей або неорганічних сполук меду.

Кількість мінеральних речовин у складі меду коливається в широких межах – від 0,006 до 3,45 % (у середньому 0,27 %). Види і сорти меду різняться між собою за кількісним умістом окремих макро- і мікроелементів. Кількість і склад мінеральних речовин у меду залежать від умісту їх у нектарі, тобто від ботанічного походження меду. Зокрема, у медів світлих (з білої акації, буркуну, малини) зольність нижча, порівняно з темними видами меду (з вересу, гречки). Найбільше мінеральних речовин у поліфлорних сортах меду, що зібрані з лісового та лучного різнотрав'я, на різних угіддях, де одночасно цвітуть кілька медоносів. Меди, що мають зольність 0,14 %, вважають квітковими, 0,14–0,28 % – змішаними, тобто квітково-падевими. Високим вмістом зольних речовин характеризується падевий мед (до 1,6 %). Зменшення зольності у квіткових медах до 0,1 % може бути ознакою їх фальсифікації (коли бджіл підгодовують цукрозою).

Між зольністю меду і його рН є прямий кореляційний зв'язок.

Вітаміни. У меду міститься незначна кількість вітамінів. До його складу входять здебільшого водорозчинні вітаміни, які потрапляють з пилку і нектару. Вміст тіаміну (B_1) в 100 г меду становить 2,1–9,1 мг, рибофлавіну (B_2) – 35–145 мкг, піридоксину (B_6) – 227–400 мкг, пантотенової кислоти (B_3) – 47–192 мкг, нікотинової кислоти (PP) – 0,04–0,94 мг і аскорбінової кислоти (C) – 0,5–6,5 мг.

Водночас, у меду є значна кількість провітамінів (каротину, ергостерину тощо). Мед не містить кальциферолу (вітаміну D).

Вітаміни у меду довго зберігаються, тому що він має кисле середовище, яке сприяє повільному руйнуванню цих з'єднань.

Ароматичні речовини. На сьогодні у меду визначено близько 200 хімічних сполук, що обумовлюють аромат меду. Понад половину таких речовин ідентифіковано. Ці речовини представлені переважно спиртами, альдегідами, кетонами, кислотами й ефірами спиртів з органічними кислотами.

Вони представлені спиртами (маніт, дульцит, пропанол, бутаноли), альдегідами (метаналь, етаналь, пропаналь, метилпропаналь, метилбутаналь), кетонами (ацетон), карбоновими кислотами (мурашина, оцтова, глюконова), складними естерами (оцтовоестировий, оцтовоаміловий) та іншими речовинами. Аромат багатьох медів обумовлений наявністю в їхньому складі метилантранілату. На цю сполуку багаті цитрусові меди (1 г меду містить 1600–4900 мкг порівняно з 300 мкг у інших медах).

Фарбувальні речовини в меду містяться в невеликій кількості. Проте вони значною мірою визначають смакові і товарні якості меду. Склад забарвлених речовин меду залежить здебільшого від його ботанічного походження. Деякі вчені вважають, що колір різних видів і сортів меду залежить від наявності в них пігментів. Для світлих медів характерна наявність каротинів, хлорофілів, ксантофілів, флавонів, для темних – антоціанів і танінів. У складі окремих медів є сапоніни, етерні олії, холін, ацетилхолін, домішки алканів, стеролів і стеринів гліцеридів, складних естерів метанолу і мірицилового спирту з вищих жирних кислот та інші сполуки.

На колір меду впливають також меланоїдини, що накопичуються за тривалого зберігання та нагрівання меду і надають меду темно-коричневого забарвлення.

Поживність (калорійність) меду. Поживність меду досить висока і становить 315–335 ккал на 100 г (1300–14000 Дж/кг). За вживання в їжу мед швидко засвоюється організмом (засвоюваність меду становить 97–98 %).

Основне джерело калорійності у меду – це фруктоза і глюкоза, що становить до 80 %. Із збільшенням вмісту у меду фруктози він буде солодший, а калорійність нижча. Незважаючи на подібну калорійність меду і цукру, ці продукти зовсім різні. Мед солодший, ніж цукор завдяки фруктозі, яка у 1,7 рази солодша від цукрози. Споживання 100 г меду забезпечують 10 % добової потреби дорослої людини в енергії. За поживністю мед переважає пшеничний хліб у 1,5 рази, яловичину – у 2,4, коров'яче молоко – у 4,7 разів. Поживна цінність 200 г меду дорівнює 450 г рибацького жиру, чи 180 г вершкової олії, чи 8 апельсинів, чи 350 г подрібненого м'яса.

Порівняльний склад меду різних видів наведений в таблиці 12.8.

Таблиця 12.8 – Порівняльний склад квіткового, падевого та цукрового меду.

Показники	Квітковий				Падевий			Цукровий	
	за А.Ф. Губіним	за А.І. Аріпкіною	за В.Г. Чудаковим		за А.Ф. Губіним	за В.Г. Чудаковим		за В.Г. Чудаковим	
			межі	середнє		межі	середнє	межі	середнє
Вода, %	14,8–22,1	17,7–23,6	12,0–25,0	19,0	16,8–18,0	14,0–22,0	16,0	14,0–21,0	16,9
Фруктоза, %	38,0–42,9	31,5–37,6	60,0–84,0	75,0	33,2–39,9	58,0–78,0	64,0	55,4–74,6	67,3
Глюкоза, %	33,4–39,0	28,7–36,7			29,5–34,9				
Сахароза, %	0,0–2,8	0,0–4,7	0,0–12,0	2,2	0,0–4,0	0,8–15,0	7,2	1,3–20,1	6,9
Редукуючи дисахариди, %	–	2,2–6,8	1,1–10,0	6,6	–	1,0–16,0	8,8	–	–
Вищі цукру, %	2,0–7,9	0,1–2,6	0,0–8,0	2,1	7,0–12,2	0,3–19,0	7,5		
Білки, %	0,04–0,2	0,08–0,9	–	0,3	0,08–0,2	–	3,0	–	–
Азотисті небілкові речовини, %	0,2–0,4	–	–	–	0,4–0,6	–	–	–	–
Мінеральні речовини, %	0,03–0,2	0,03–0,34	0,02–0,8	0,2	0,2–0,7	0,5–1,5	0,7	0,04–0,22	0,1
Загальна кислотність, м-екв./кг	–	7,8–49,6	15,0–62,0	25,0	–	8,0–80,0	42,0	7,2–21,2	14,3
Активна кислотність, рН	3,9–5,6	3,8–5,2	3,2–6,5	3,9	4,2–6,2	3,7–5,6	4,5	3,5–3,9	3,7
Діастазне число, од. Готе	–	–	1,0–50,0	14,0	–	6,7–48,0	29,0	2,0–14,3	8,6
Питоме обертання, градус	–	–	–	–8,4	–	від –10 до +24	–0,17	від –1,5 до +2,47	+0,26

ТЕМА 13

БІОКЛІМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ОЦІНКА КОМФОРТУ ТВАРИН

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень на промислових тваринницьких комплексах, щодо впливу кліматичних факторів на продуктивність, добробут і здоров'я тварин, якість і безпечність їхньої продукції. Ознайомитись з методами визначення показників котрі вивчаються.

Тема впливу змін клімату на виробництво продукції тваринництва стає все більш нагальною і актуальною. Несприятливі кліматичні умови для сільськогосподарських тварин призводять до погіршення їхнього здоров'я та комфорту утримання, порушення терморегуляційних ознак, росту і розвитку, зниження продуктивності та якості продукції, відтворних ознак, метаболічного стану тварин і їхньої резистентності. Терморегуляційні ознаки тварин є частково й індивідуальною особливістю та залежать від площі поверхні тіла, товщини шкіри, густоти і довжини шерсті волосяного покриву та осового пуху, а також наявності бруду на шерсті.

Термін температурний стрес (тепловий або холодний) означає суттєві метаболічні зміни сільськогосподарських тварин при спробі адаптуватися до мінливих метеорологічних умов. Такі зміни включають фізіологічні та поведінкові реакції у тварин, що також викликано різними комбінаціями швидкості руху повітря, різними коливаннями температури, вологості, атмосферного тиску та сонячної інсоляції.

Пристосування тварин до місцевих кліматичних умов є важливою рисою сучасного сільського господарства, оскільки сприяє зменшенню впливу температурного стресу, якому піддаються тварини, і як наслідок, призводить до збільшення виробництва продукції скотарства. Підряд жуйних тварин під дією еволюційних факторів (міграційних перемішень разом з популяціями людей, а також у періоди природних міграцій до періоду одомашнення) пройшов довгий природний відбір і успішно адаптувався до мінливих умов навколишнього середовища, починаючи від екваторіальної Африки та Америки до територій центральної та північної частин Канади. У результаті доместикації з'явилося більше 1500 існуючих порід з різною пристосованістю до умов існування, рівнями продуктивності, якістю продукції, конверсією корму та іншими важливими для людини господарсько-корисними ознаками.

Погода та клімат можуть здійснювати суттєвий вплив не лише на окремі галузі сільського господарства, а також визначати комфортність (або дискомфортність) для тварин, що утримуються і вирощуються на окремих територіях та, відповідно, впливати на їх добробут, здоров'я та розмноження.

В контексті розгляду впливу клімату на живий організм ключовим є термін «біоклімат» – що являє собою сукупність характеристик клімату, які визначають його комплексний вплив на організм тварини на певній території. З метою оцінки особливостей біоклімату найчастіше використовують комплексні показники, що називаються *біокліматичними індексами*. Вони характеризують особливості теплової структури середовища і є опосередкованим індикатором стану теплового поля, що оточує тварину.

В умовах глобальної зміни клімату, що проявляється перш за все в зростанні температури повітря, у спекотних кліматичних умовах та в регіонах з помірним кліматом у теплий період року зростає кількість днів з тепловим стресом. Так, за останній час в країнах Центральної Європи вчені відмічають підвищення кількості спекотних днів у році (близько 100). Це в свою чергу негативно позначається на ефективності виробництва тваринницької продукції на всіх етапах, починаючи від системи кормовиробництва до відтворення тварин. Саме тому оцінка біоклімату певних територій в теплий період року дозволяє визначити частоти прояву днів з тепловим стресом і є підґрунтям для розробки та впровадження заходів адаптації до спеки.

Вчені виділяють три зони температурного комфорту для молочних корів: *низькотемпературну, термонеїтральну, високотемпературну* (рис. 13.1). Експериментально доведено, що кількість термонеїтральних для молочної худоби діб у році не повинна бути меншою 300.

Низькотемпературна
від -5 °C і нижче

Термонеїтральна¹
від -5 до +25 °C

Високотемпературна
від 25 °C і вище

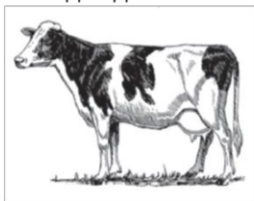


Рис.13.1. Зони температурного комфорту для молочних корів (Kadzere et al.).

Під час проведення кліматологічних наукових досліджень на сільськогосподарських тваринах визначають наступні біокліматичні індекси:

1) *температурно-вологісний індекс* є індикатором теплового стресу для тварин і враховує сукупний вплив на організм вологості та температури повітря – розраховують за формулою (National Research Council):

$$TBI = (1,8 \times T + 32) - (0,55 - 0,0055 \times BB) \times (1,8 \times T - 26,8), \quad (13.1)$$

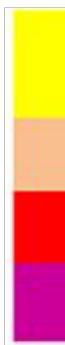
де TBI – температурно-вологісний індекс; T – температура повітря, °C; BB – відносна вологість повітря, %.

Індекс використовують для оцінювання комфорту тварин. Допустимим вважається діапазон значень температурно-вологісного індексу 66–71, помірним –72–79, небезпечним – 80 і більше.

Різні категорії тяжкості теплового стресу наведено на рисунку 13.2.

Temp (°C)	% Relative Humidity																		
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
22	64	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71
23	65	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72
23.5	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73
24	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
24.5	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76
25.5	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	67	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78
26.5	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	68	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80
28	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81
28.5	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82
29	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83
29.5	70	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84
30	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84
30.5	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85
31	72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	86
31.5	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87
32	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88
33	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89
33.5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90
34	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	85	85	86	87	88	89	90	91
34.5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	86	86	87	88	89	90	91	92
35	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35.5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
36	76	77	78	79	80	81	72	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95
36.5	76	77	78	80	80	82	83	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
37	76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
38	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	98
38.5	77	79	80	81	82	83	84	86	87	88	89	90	92	93	94	95	96	98	99
39	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100
39.5	78	79	81	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	94	96	97	98	99	101
40	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101
40.5	80	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	102
41	80	81	82	84	85	87	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103
41.5	80	81	83	84	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	100	102	103	104

Рис. 13.2. Температурно-вологісний індекс для дійних корів (Burgos R. et al.).



Поріг теплового стресу. Частота дихання більше 60 рухів/хв. Починає знижуватись продуктивність та фертильність. Ректальна температура перевищує 38,5 °С.

Мінімальний тепловий стрес. Частота дихання більше 75 рухів/хв. Ректальна температура перевищує 39 °С.

Середній тепловий стрес. Частота дихання більше 85 рухів/хв. Ректальна температура перевищує 40 °С.

Максимальний тепловий стрес. Частота дихання – 120–140 рухів/хв. Ректальна температура перевищує 41 °С.

Примітки: Temperature – температура повітря у градусах за Цельсієм;

Relative Humidity – відносна вологість повітря.

2) *вітро-холодовий індекс* – розраховують за формулою (Tucker C.B. et al.):

$$BXI = 13,12 + 0,6215 \times T - 13,17 \times V^{0,16} + 0,3965 \times T \times V^{0,16}, \quad (13.2)$$

де BXI – вітро-холодовий індекс, °С; T – температура повітря, °С; V – швидкість вітру, км/год⁻¹.

Індекс використовують для оцінки охолодження організму тварин (у приміщеннях, на вигулах чи пасовищах) під впливом певної швидкості вітру у поєднанні із низькими температурами повітря;

3) *холодо-стресовий індекс* – розраховують за формулою (Donnelly J.R.):

$$XCI = [11,7 + (3,1 \times ШВ^{0,5})] \times (40 - T) + 481 + P, \quad (13.3)$$

де XCI – холодо-стресовий індекс, МДж/м²/год; ШВ – середня добова швидкість вітру, м/с⁻¹; T – середня добова температура повітря, °С; P – показник відчуття вологості у періоди атмосферних опадів.

$$P = 418 \times (1 - \log_e^{-0,04 \times \text{опаді}}), \quad (13.4)$$

де опади – загальна кількість добових опадів, мм; log_e – натуральний логарифм (e – ірраціональна константа = 2,718).

Індекс використовують для оцінки рівня стресостійкості тварин до сильного вітру та атмосферних опадів;

4) *індекс еквівалентної температури* – розраховують за формулою (Wang X. et al.):

$$IET = T - 0,0038 \times T \times (100 - BB) - 0,1173 \times |v|^{0,707} \times (39 \times 20 - T) + 1,86 \times 10^4 \times T \times CP, \quad (13.5)$$

де IET – індекс еквівалентної температури; v – швидкість вітру, м/с⁻¹; CP – сонячна радіація, Вт/м⁻²;

5) *індекс температурного навантаження* – розраховують за формулою (Baeta F.C. et al.):

$$ITH = 27,88 - 0,456 \times T + 0,010754 \times T^2 - 0,49505 \times BV + 0,00088 \times BV^2 + 1,1507 \times B - 0,126447 \times B^2 + 0,019876 \times T \times BV - 0,046313 \times T \times B, \quad (13.6)$$

де ITH – індекс температурного навантаження, °C; T – температура повітря, °C; BV – відносна вологість повітря, %.

Індекс температурного навантаження диференціюють на наступні категорії впливу на тварин: без впливу – від 18 °C до < 27 °C; нормальний стан – від 27 °C до < 32 °C; стан особливої обережності – від 32 °C до < 38 °C; небезпечний стан – від 38 °C до < 44 °C; стан надзвичайної небезпеки – ≥ 44 °C.

Індекс використовують для оцінки впливу температури, вологості і швидкості вітру на тепловий баланс дійних корів;

6) *індекс екологічного стресу* – розраховують за формулою (Moran D.S. et al.):

$$IEC = 0,63T_{air} - 0,03RH + 0,002SR + 0,0054(T_{air} \times RH) - 0,073(0,1 + SR) - 1, \quad (13.7)$$

де IEC – індекс екологічного стресу, °C; T_{air} – температура повітря, °C; RH – відносна вологість повітря, %; SR – сонячна радіація, Вт/м²/год.

Індекс використовують для оцінки впливу температури та вологості у поєднанні із рівнем сонячної радіації на організм тварин;

7) *індекс теплового навантаження* для молочної та м'ясної худоби – розраховують за формулою (Gaughan J.B. et al.):

$$ITH = 33,2 + 0,2 \times BV + 1,2 \times T - (0,82 \times ШВ)^{0,1} - \log(0,4 \times ШВ^2 + 0,0001), \quad (13.8)$$

де ITH – індекс теплового навантаження; ШВ – швидкість руху повітря, м/с; BV – відносна вологість повітря, %.

Індекс теплового навантаження розподілено на 4 категорії: 1) термонеутральний стан, коли ITH становить < 70,0; 2) стан підвищеної вологості – від 70,1 до 77,0; 3) спекотний стан – від 77,1 до 86,0; 4) дуже спекотний стан – від 86,0 і більше.

Індекс використовують для оцінки впливу теплового навантаження на організм тварин за умов утримання на вигульно-кормових майданчиках та пасовищах;

8) *тепловий індекс* – розраховують за регресійною моделлю (Rothfusz L.):

$$TI = -42,379 + 2,04901523T_a + 10,14333127R - 0,22475541T_a R + (6,83783 \times 10^{-3})T_a^2 - (5,481717 \times 10^{-2})R^2 + (1,22874 \times 10^{-3})T_a^2 R + (8,5282 \times 10^{-4})T_a R^2 - (1,99 \times 10^{-6})T_a^2 R^2, \quad (13.9)$$

де T_I – тепловий індекс; T_a – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; R – відносна вологість, %.

Індекс використовують для визначення відчуття температури організмом ссавців у моменти потовиділення (охолодження);

9) *індекс термостійкості* – показник здатності тварин переносити високі температури під дією сонячного випромінювання. Раушенбахом Ю.О. були запропоновані рівняння для розрахунку індексу термостійкості для сільськогосподарських тварин трьох видів:

$$\text{для великої рогатої худоби: } IT = 1,2 T_a - 20d + 52, \quad (13.10)$$

$$\text{для овець: } IT = 1,0 T_a - 20d + 60, \quad (13.11)$$

$$\text{для свиней: } IT = 1,4 T_a - 20d + 44, \quad (13.12)$$

де IT – індекс термостійкості; T_a – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; d – різниця ректальної температури, що вимірюється вранці (09:00) і вдень (15:00). У цей період тварини повинні перебувати під впливом прямого сонячного випромінювання;

10) *індекс адаптації* для м'ясної худоби – розраховують за формулою (Silva R.G.):

$$IA = 100 - 0,26X_1 - 0,064X_2 - 0,009X_3 - 0,133X_4 + 0,281X_5, \quad (13.13)$$

де IA – індекс адаптації м'ясної худоби; X_1 – ректальна температура вранці (09:00); X_2 – підвищення ректальної температури після другого вимірювання (15:00); X_3 – частота дихання вранці; X_4 – десятковий логарифм збільшення частоти дихання між двома вимірюваннями; X_5 – середньодобовий приріст живої маси за період від відлучення до 18 місяців.

Індекс використовується при відборі тварин, як за продуктивними так і за адаптаційними ознаками. Чим вище значення відбору за індексом адаптації м'ясної худоби, тим вища племінна цінність тварини, так як це значення оцінює адитивну генетичну цінність;

11) *індекс теплового комфорту* (для овець) – розраховують за формулою (Silva R.G., Barbosa O.R.):

$$ITK = 0,659 T_a + 0,511 VP + 0,550 T_g - 0,042 v, \quad (13.14)$$

де ITK – індекс теплового комфорту; T_a – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; VP – атмосферний тиск, кПа; T_g – температура чорної кулі (сумарний ефект температури й радіації), $^{\circ}\text{C}$; v – швидкість вітру, мс^{-1} .

Індекс використовується для визначення теплового комфорту для тварин з урахуванням показника атмосферного тиску (є актуальним за утримання тварин у гірських районах);

12) *коефіцієнт теплової чутливості організму корів* – розраховують за формулою (Benezra M.V.):

$$I = T : 38,3 + RR : 23, \quad (13.15)$$

де I – коефіцієнт теплової чутливості організму корів; T – температура тіла в $^{\circ}\text{C}$ за температурного навантаження; RR – частота дихальних рухів за хвилину за температурного навантаження; 38,3 і 23 – середні величини температури тіла та частоти дихальних рухів в оптимальних умовах.

Індекс вказує на теплову чутливість організму корів на основі загальних клінічних показників;

13) *індекс теплостійкості* – розраховують за формулою (цит. за Рубан С.Ю. та ін.):

$$ITC = 2 \times (0,6 \times t_2 - 10 \times dt + 26), \quad (13.16)$$

де ITC – індекс теплостійкості; t_2 – температура середовища за температурного напруження; dt – різниця у температурі тіла вдень за високої температури середовища і вранці у термонеутральній зоні.

Індекс використовується для визначення індивідуальних теплостійких ознак тварин у тривалі періоди високотемпературного навантаження.

Вивчення основних показників поведінки та комфорту корів

Удосконалення сучасної технології утримання молочної худоби може бути успішним, якщо воно здійснюється з урахуванням біологічних потреб тварин, знання їхніх поведінкових реакцій в конкретних умовах утримання. Показники поведінки тварин можуть бути досить надійними критеріями, які дозволяють робити висновок про відповідність прийнятої на фермі технології біологічним потребам тварин.

Одним із основних індикаторів оцінки комфорту утримання тварин є добова тривалість основних поведінкових реакцій та співвідношення цих значень між собою. Наука, що вивчає поведінку тварин називається *етологією* (грец. $\eta\theta\omicron\varsigma$ (ethos) – звичай, характер, норов). Термін введений у 1859 французьким зоологом І. Жоффруа Сент-Ілером. Етологія тісно пов'язана з зоологією, еволюційною теорією, фізіологією, генетикою, порівняльною психологією та зоопсихологією.

Етологічні дослідження у зоотехнічній науці прийнято використовувати для біологічної та технологічної оцінки реакції тварин на умови утримання, годівлі та доїння. А.А. Бондарем у 1989 році було розроблено методику їх проведення на основі візуальних спостережень за тваринами. Згідно з цією методикою упродовж 2-х суміжних діб через кожні 10 хвилин у піддослідних групах фіксують кількість корів, які на час спостереження активно або пасивно споживали корм, відпочивали стоячи або лежачи біля годівниці чи на

підстилці, рухались, пили воду, жували жуйку тощо. Показники поведінки занотуюють через 10-хвилинні інтервали або безперервно у завчасно підготовлені журнали чи етограми за допомогою відповідних символів “Азбуки поведінки”, яка включає близько 70 ознак поведінки корови, що позначаються двозначними символами, котрі складаються, як правило, з перших великих літер найменування ознаки поведінки (І – їсть; С – стоїть; Л – лежить) (табл. 13.1).

Розраховавши у відсотках число тварин, зафіксованих упродовж доби у різних зонах ферми у певному положенні, визначають в абсолютному виразі час, витрачений кожною твариною на споживання корму, відпочинок, жуйку і т. ін. Для цього тривалість доби (24 год) приймають за 100 %, а потім на основі даних про корів, які знаходилися у певному положенні, розраховують абсолютний час за формулою:

$$X = 24 \times a : 100, \quad (13.17)$$

де X – пошукуваний час; 24 – тривалість доби, годин; а – кількість тварин у певному положенні у відсотках від загального числа тварин.

Таблиця 13.1 – Символи “Азбуки поведінки” молочної худоби.

1.	СТАДНА ПОВЕДІНКА – встановлення ієрархічного порядку (підпорядкування тварин) в групі, стаді	Символи
1.1.	Оглядає навколишні предмети, тварин, людей (фактори допитливості)	СМ
1.2.	Обнюхує предмети, корм, інших тварин	НЮ
1.3.	Прислухається до шуму, голосу людини	СЛ
1.4.	Лиже предмети, корм, інших тварин	ЛИ
1.5.	Нападає на корову – бійка за лідерство в стаді	БР
1.6.	Мукає при переляку або дискомфорті	МК
1.7.	Стоїть, «нічого не робить»	СН
1.8.	Ходить (причина і напрямок пересування)	ХО
1.9.	Бігає	БІ
1.10.	Відтісняє від годівниці корів	ВК
1.11.	Витісняє з боксу, місця відпочинку	ВБ
1.12.	Ранг корови в групі, стаді	P ₁ , P ₂ ... n
2.	КОРМОВА ПОВЕДІНКА – пошук і споживання корму, кратність та періоди годівлі, напування, жуйка	
2.1.	Пасеться (напрямок, інтенсивність і тривалість)	ПС
2.2.	Їсть зелену масу	ЇЗ

Продовження таблиці 13.1

2.3.	Їсть силос	ЇС
2.4.	Їсть сіно	ЇСІ
2.5.	Їсть коренеплоди і т. ін.	ЇК
2.6.	Стоїть, жує жуйку	СЖ
2.7.	Лежить, жує жуйку	ЛЖ
2.8.	П'є воду	ПВ
2.9.	Крутить язиком («Круглий язик») – аномалія поведінки	КЯ
2.10.	Займає місце біля годівниці	К ₁ , К ₂ ... n
3.	КОМФОРТНА ПОВЕДІНКА – вибір місця відпочинку, потреба у спокої і русі, догляд за тілом	
3.1.	Лежить в стійлі	ЛС
3.2.	Лежить в боксі	ЛБ
3.3.	Лежить на глибокій підстилці	ЛГ
3.4.	Лежить на гнойовому проході	ЛП
3.5.	Лежить на вигульовому майданчику	ЛВ
3.6.	Встає з задніх ніг (нормальна поза)	ВЗ
3.7.	Встає з передніх ніг (поза сидячої собаки)	ВП
3.8.	Потягується	ПТ
3.9.	Облизує себе, сусідню корову	ОБ
3.10.	Чешеться об предмет рогом, копитом	ЧЕ
3.11.	Обмахується хвостом	ОХ
3.12.	Тремтить	ТР
3.13.	Проводить акт дефекації (кратність, зона приміщення або ферми)	ДФ
3.14.	Проводить акт уринації	УР
3.15.	Займає стійло, бокс (рефлекс місця)	С ₁ , С ₂ ... n
4.	СТАТЕВА ПОВЕДІНКА – пошук самок в охоті, ритуали залицяння, спаровування	
4.1.	Тічка (тривалість і консистенція слизу)	ТЧ
4.2.	Обнюхує зовнішні статеві органи корови (поза: ніс до генеталій)	НГ
4.3.	Флемен (поза корови після НГ коли вона морщить ніс)	Ф

Проблема класифікації поведінки привертала увагу багатьох вчених у галузі фізіології, зоології, зоопсихології, етології, зоотехнії. Для того, щоб провести реєстрацію і аналіз окремих актів, форм і ознак

поведінки тварин їх необхідно виділити із загального комплексу цілісної поведінки. Види класифікацій поведінки дуже різноманітні, так як кількість критеріїв, які можуть бути покладені в їхню основу є досить широкою.

А.А. Бондарем розроблено класифікацію поведінки молочної худоби за технологічним принципом (табл. 13.2).

Таблиця 13.2 – Класифікація поведінки молочної худоби за технологічним принципом.

Акти поведінки	Елементи технології утримання у взаємозв'язку з актами поведінки
Стадний – встановлення ієрархічного порядку (підпорядкування тварин) в групі, стаді	Групування: розмір груп, принципи формування груп, планування і площа секцій, вигульних майданчиків, пасовищ
Кормовий – пошук і потреба в кормах, напування, жуйка	Годівля: кратність і режими роздавання корму, планування зони годівлі, конструкція і розташування годівниць, кормового столу
Комфортний – вибір місця відпочинку, потреба в спокої та русі, догляд за тілом, природні відправлення	Відпочинок, моціон, прибирання гною: розміри і конструкція стійл, боксів, проходів, хвіртток, підстилка, кратність і способи прибирання гною
Статевий – пошук самок в охоті, ритуали залицяння, спаровування	Штучне осіменіння: спосіб виявлення корів і телиць в охоті, осіменіння, план парувань та отелень
Материнський – підготовка до отелення, облизування новонародженого, підпускання до вимені, охорона теляти	Отелення: конструкція і розміри стійл і денників для отелення, прийом отелень, режим підсису телят
Продуктивний – лактація корів, потреба в місці і часі доїння, інтенсивність молоковіддачі	Доїння: кратність і режими доїння, роздій і запуск корів, планування доїльних залів, конструкція доїльних апаратів і установок

Актуальними темами етологічних досліджень у молочному скотарстві є:

1. Візуальні хронометражні спостереження за поведінкою тварин за певний період: індивідуальний і груповий безперервні хронометражі.

2. Вивчення рангової субординації корів в групі.

3. Вимірювання рухової активності і габаритів корів.

4. Визначення інтенсивності поїдання кормів.

5. Оцінка поведінки корів у процесі доїння.

6. Оцінка стресостійкості і адаптаційної здатності корів до нових умов годівлі та утримання.

7. Фото- і кінозйомка.

Комфорт та добробут молочних корів варто розглядати як рівень врахування потреб їхнього утримання, коли повністю задовольняються такі інтереси як кількість води і корму, термонеутральні умови зовнішнього середовища, відсутність хвороб і тварина має можливості виявляти повний різновид поведінки (Козій В.).

Загальний рівень добробуту високопродуктивних корів оцінюють згідно з концепцією “п’яти свобод” запропонованою J. Webster:

- забезпечення свободи від спраги, голоду та незбалансованої (недостатньої) годівлі через вільний доступ до свіжої води й корму у будь-який час доби;

- свобода від дискомфорту шляхом забезпечення належних умов навколишнього середовища, включаючи приміщення та зручне місце для відпочинку;

- свободу від болю, травм та хвороб шляхом їх профілактики або швидкої діагностики та лікування;

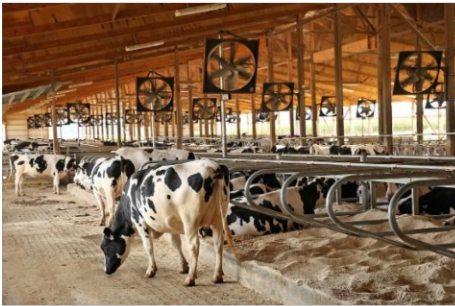
- свобода вираження нормальної поведінки шляхом забезпечення достатнього простору та належних умов для стосунків з іншими тваринами свого виду;

- свобода від страху та стресу шляхом уникнення умов, які можуть спричинити ментальні страждання.

Важливим показником комфорту умов утримання тварин є тривалість їхніх добових поведінкових реакцій. Ці значення залежать від способу утримання й фізіологічного стану худоби, показників мікроклімату в приміщеннях, використання засобів охолодження та обігріву повітря та можуть вказувати на технологічні недоліки утримання чи наявність проблем зі здоров’ям у тварин. Тривалість поведінкових реакцій у корів варто прирівнювати до рекомендованих добових показників (табл. 13.3).

Таблиця 13.3 – Рекомендована тривалість поведінкових реакцій молочних корів (Козир В.С.).

Акт поведінки	Рекомендовані значення тривалості поведінкової реакції, год (або хв)	Ілюстрації*
Лежання	12 (720)	
Споживання корму	4 (240–260)	
Ходьба	1–1,5 (55–105)	

Стояння	1,5–2,5 (90–155)	
Напування	0,75 (40–45)	

Примітка: * – ілюстраційний матеріал запозичено із мережі Internet та особистих архівів авторів.

Знаючи добову тривалість основних поведінкових реакцій молочних корів за умов безприв'язного утримання можна розрахувати поведінкові індекси, котрі вказуватимуть на показники комфорту та добробуту тварин (табл. 13.4).

Таблиця 13.4 – Поведінкові індекси, що характеризують ступінь комфорту корів.

Індекс	Методика розрахунку	Рекомендоване значення
Комфорту (за Nelson A.J.)	Відношення кількості корів котрі лежать у боксах, до кількості корів які контактують з боксом	85 і більше
Стояння (за Cook N.B. et al.)	Відношення кількості корів котрі стоять у боксах, до кількості корів, які контактують з боксом	не більше 20

Дискомфорту (за Tucker C.B. et al.)	Відношення кількості корів, котрі стоять двома передніми кінцівками у стійлі, а задніми ногами у гнойовому каналі, до кількості корів, які контактують із стійлом	не більше 10
Використання стійла (за Overton M.W. et al.)	Відношення кількості корів котрі лежать у боксах, до кількості решти корів, крім тих, що споживають корм	75 і більше
Споживання корму (за DeVries T.J. et al.)	Відношення корів котрі споживають корм, до загальної кількості тварин у групі	У періоди роздавання корму не менше 80–85
Напування (за Fregonesi J.A. et al.)	Відношення корів котрі п'ють воду із напувалок, до загальної кількості тварин у групі	Залежить від показників мікроклімату у приміщенні (або на вигулах), а також від розміщення напувалок

Наявна ще одна методика визначення комфортності умов утримання тварин (за Степури В.Д).

Методика визначення. Враховують комплексний бал, який складається з наступних показників: добова поведінка корів, забрудненість тварин, травми кінцівок та вимені. Наявність незадовільних показників (етограма не відповідає рекомендованим значенням для корів, часта кульгавість в стаді, надто забруднені кінцівки чи вим'я) рахують за нульову комфортність – 0 балів, задовільних показників (частково забруднені кінцівки чи вим'я) – 0,5 бали, відсутність незадовільних показників – 1 бал. Найвища сума балів свідчить про комфортність і перевагу конкретної технології утримання тварин.

Одним із елементів визначення комфорту утримання молочних та м'ясних корів є гігієнічна оцінка стану поверхні тіла. Таку оцінку тварин проводять за 3-бальною шкалою (Cook N.B.). Коровам, у яких на вимені, кінцівках та боках не має забруднень, ставлять 1 бал; з невеликою забрудненістю кінцівок (чи боків) – 2 бали; з забрудненими ділянками тіла – 3 бали.

Визначення біоенергетичної оцінки корів

Під час проведення комплексних наукових досліджень, щодо вивчення впливу кліматичних умов на комфорт і добробут тварин, прийнято робити їхню біоенергетичну оцінку як за певну лактацію (чи її період) так і в цілому за весь період їх продуктивного використання.

Біоенергетична оцінка тварин відображає гармонійність їхнього розвитку, тобто є інтегрованою характеристикою і поєднує в собі екстер'єрні, продуктивні, технологічні та інші особливості організму. Біоенергетичну оцінку тварин проводять згідно з методиками розробленими Петренко В.І. у співавторстві з іншими вченими.

Основними критеріями біоенергетичної оцінки тварин є *енергетичний* та *продуктивний* індекси.

Енергетичний і продуктивний індекси та питомі втрати енергії на молоко можна розраховувати за добовими параметрами надою або в цілому за стандартну лактацію.

Під час розрахунків індексів, що пропонуються, визначають чисті витрати або нетто-витрати енергії на підтримку тіла (без урахування витрат на споживання та перетравлення кормів і рух), а також енергетичну цінність продукції (молока для лактуючих корів). Нетто-витрати енергії на підтримку тіла лактуючих корів визначаються з розрахунку 400 КДж на 1 кг метаболічної маси (жива маса в ступені 0,75).

Енергетичну цінність надою розраховують за рівнянням регресії (цит. за Рубан С.Ю. та ін.):

$$\text{ЧЕЛ} = 1,477 + 0,4 \times (\% \text{ жиру}), \quad (13.18)$$

де ЧЕЛ – енергетична цінність 1 кг молока, МДж/кг.

Знайдене значення кількості енергії в 1 кг молока перемножується на добовий надій і за необхідності на 305 днів стандартної лактації.

Енергетичний індекс показує, яка доля нетто-витрат енергії кормів переходить в енергію молока і розраховується за формулою:

$$\text{ЕІ} = (\text{Е лактації} \times 100) : (\text{Е підтримки} + \text{Е лактації}), \quad (13.19)$$

де ЕІ – енергетичний індекс, %; Е підтримки – нетто-енергія підтримки, МДж; Е лактації – нетто-енергія лактації, МДж.

Продуктивний індекс характеризує продукцію молока, скорегованого на 4 %-ну жирність (МКЖ), на одиницю нетто-витрат енергії і розраховується за формулою:

$$\text{ПІ} = \text{Н} \times (\text{МКЖ}) : (\text{Е підтримки} + \text{Е лактації}), \quad (13.20)$$

де ПІ – продуктивний індекс (продукція молока, скорегованого на 4 %-ну жирність, з розрахунку на 1 МДж нетто-витрат енергії), кг/МДж; Н (МКЖ) – надій молока, скорегованого на 4 %-ну жирність,

кг; Е підтримки + Е лактації – значення ті ж самі, як і у енергетичному індексі.

Надій молока, скорегованого на 4 %-ну жирність, розраховують за формулою:

$$\text{МКЖ} = \text{Н} \times (0,4 + \% \text{ Ж} \times 0,15), \quad (13.21)$$

де МКЖ – молоко, скореговане на 4 %-ну жирність, кг; Н – фактичний надій, кг; % Ж – відсоток жиру в фактичному надії, %.

Визначення витрат обмінної енергії

У періоди високо- та низькотемпературних навантажень важливе значення мають енергетичні витрати тварин на терморегуляцію. У такі періоди тварини стають менш (або більш) рухомими, що в свою чергу впливає на зниження тривалості відпочинку і споживання корму та, як наслідок, впливає на комфорт утримання. *Температурний стрес* – ситуація, коли тіло не спроможне ефективно розсіювати метаболічне тепло, це може призводити до підвищення (або зниження) внутрішньої температури тіла та зменшення фізичних і ментальних здібностей. Температурний стрес спостерігається тоді, коли сума виробленого організмом і одержаного ззовні тепла перевищує сумарні тепловтрати.

Для визначення тепловитрат у тварин використовується показник площі поверхні тіла корів, який розраховують за формулою (Fox & Tylutki):

$$SA = 0,09 \times BW^{0,67}, \quad (13.22)$$

де SA – площа поверхні тіла, м²; BW – жива маса, кг.

Базовий метаболізм (основний обмін) – мінімальна кількість енергії (калорій), що витрачається організмом для підтримки власного життя у період спокою, як функцію маси тіла, визначають за допомогою рівняння (Kleiber M.):

$$P_{\text{мет}} = 70 \times M^{0,75}, \quad (13.23)$$

де $P_{\text{мет}}$ – витрати ОЕ на базовий метаболізм (основний обмін), ккал/добу; М – маса тіла, кг; 70 – постійна величина рівняння, що характеризує споживання кисню у ссавців.

Для визначення кількості витраченої обмінної енергії на тепловіддачу організму прийнято застосовувати методику запропоновану Kadzere et al., що враховує процеси конвекції, випаровування і випромінювання. Конвекція тепла здійснюється при теплообміні шкіри тварини з повітрям, яке контактує з тілом, а також при сечовиведенні, дефекації, молоковиведенні, диханні та кровообігу.

Конвекцію тепла розраховують за рівнянням:

$$Q_{\text{конвекція}} = c \times m \times \Delta t, \quad (13.24)$$

де $Q_{\text{конвекція}}$ – конвекція тепла; c – теплоємність речовини, ккал/кг $\times$ $^{\circ}\text{C}$; m – маса речовини (середні значення на дою і добовий вихід гною та сечі), кг; Δt – різниця температур, $^{\circ}\text{C}$.

Випаровування тепла (процес переходу рідини в газоподібний стан) розраховують за формулою:

$$Q_{\text{випаровування}} = L \times m, \quad (13.25)$$

де $Q_{\text{випаровування}}$ – випаровування тепла; L – питома теплота випаровування, для поту дорівнює 580 ккал/кг; m – маса вологи, що випарувалася з поверхні тіла, кг.

Випромінення тепла – викидання або передача енергії у вигляді хвиль або частинок через вакуум чи у товщі середовища. Енергію, яка випромінюється із одиниці поверхні тіла, розраховують за рівнянням, отриманим із закону Стефана-Больцмана:

$$Q_{\text{випромінення}} = \sigma \times s \times (T_{\text{т}} - T_{\text{с}}), \quad (13.26)$$

де $Q_{\text{випромінення}}$ – випромінення тепла; σ – стала Стефана-Больцмана ($\sigma = 5,7 \times 10^{-8}$ Вт /м² $\times$ $^{\circ}\text{C}$); s – площа поверхні тіла, м²; $T_{\text{т}}$ – температура поверхні тіла, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{с}}$ – температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$.

ТЕМА 14

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ДОРОСЛИХ КОНЕЙ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Мета. Засвоїти основні показники, які вивчають під час проведення наукових досліджень на конефермах (іподромах), де утримуються дорослі коні. Ознайомитися з методами та приладами для визначення показників, що вивчають.

Під час проведення наукових досліджень на дорослих конях необхідно дотримуватись наступних методичних положень:

1) вибір методу – досліді на дорослих конях у більшості випадків проводять методом пар-аналогів;

2) формування груп – для дослідів відбирають, як правило, тварин однієї породи, з урахуванням віку, живої маси, продуктивних якостей та походження;

3) кількість і розмір груп – кількість груп залежить від задачі дослідження, але бажано мати у досліді не більше 4-х груп. Розмір груп повинен становити не менше 10 голів;

4) тривалість дослідів – на дорослих конях досліді з годівлі тривають не менше 3–4-х місяців, з генетики та розведення – роки, а іноді десятиріччя;

5) утримання дорослих коней – стійлово-денникове, стайневе або зальне;

6) умови годівлі – раціони для дорослих коней повинні бути збалансованими за всіма поживними та біологічно активними речовинами згідно з діючими деталізованими нормами годівлі, за виключенням фактору, який вивчається. Годувати і напувати коней необхідно 3 рази на добу. Підсисних кобил годують 4 рази на добу.

Розподіл дорослих коней на аналогічні групи для проведення наукових досліджень відбувається за такими показниками та вимогами:

1) вік – аналоги-однорічки, допускається різниця між групами не більше 6 місяців;

2) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 5 % (в середині групи – не більше 2 %);

3) дистанція – однакова;

4) жвавість – допустиме відхилення між групами не більше 5 с (у середині групи – не більше 0,5 с);

5) для селекційних дослідів враховують ряд промірів: висота у холці, коса довжина тулуба, обхват грудей, обхват п'ястка тощо – допустиме відхилення між групами не більше 5 % (в середині групи – не більше 2 %);

б) походження – від одних жеребців або від маток-сестер.

Під час проведення наукових досліджень на дорослих конях щодо вивчення впливу будь-яких чинників враховують наступні показники:

1) *жива маса коней* – визначають індивідуальним зважуванням (бажано на електронних вагах) на початку та наприкінці періоду досліду, кг.

Жива маса коней використовується як показник їх величини та масивності, що необхідний для визначення тяглового зусилля, норми годівлі, вантажопідйомності та забійного виходу. У віці 5 років і старше живу масу жеребців і кобил визначають шляхом їх зважування вранці до годівлі та напування (з похибкою 1 кг). Дорослих коней за живою масою поділяють на важких (600 кг і більше), середніх (450–550 кг) і дрібних (до 450 кг). Середня жива маса, наприклад, жеребців і кобил верхових порід становить 550–600 та 450–500 кг відповідно.

Під час проведення наукових досліджень у польових умовах (за неможливості зважити тварину) живу масу коней можна визначити за промірами, у межах допустимої похибки. Для цього використовують наступні спеціальні формули:

– метод А.А. Моторіна

$$M = 6 \times O_r - 620, \quad (14.1)$$

– метод Ульриха-Дюрста

$$M = O_r \times K, \quad (14.2)$$

де M – жива маса, кг; O_r – обхват грудей; K – коефіцієнт (2,7 – для легких, 3,1 – для середніх і 3,5 – для важких коней);

– метод Е. Сасімовського,

$$M = O_t \times O_r \times K, \quad (14.3)$$

де M – жива маса, кг; O_r – обхват грудей; O_t – обхват тулуба (вимірюється мірною стрічкою поздовжньо на рівні плече-лопаткових суглобів спереду та тазостегнових суглобів ззаду); K – коефіцієнт (0,006 – для верхових коней, 0,00633 – для важких коней);

2) *витрати корму на одну голову* – визначають груповим методом упродовж періоду досліду, корм. од;

3) *частота пульсу, дихання та тиск*, кількість/хв і мм рт. ст.;

4) *адаптаційна пластичність коней* (приспосовування тварини до нових умов зовнішнього середовища). З метою визначення адаптаційної пластичності тварин до умов зовнішнього середовища, взимку (у січні-лютому) та влітку (у липні-серпні) проводять вивчення розвитку волосяного покриву тварин через визначення маси і кількості волосу з 1 см² тіла, його структури, довжини та діаметра.

Крім того, адаптацію тварин до умов зовнішнього середовища встановлюють за допомогою визначення загальних клінічних показників, зокрема, температури тіла (37,5–38,5 °С), частоти дихання (8–16 кількість/хв) та пульсу (24–42 кількість/хв) взимку (у січні-лютому) уранці, вдень і увечері та влітку (липень-серпень) уранці і вдень.

На підставі цих даних розраховують *коефіцієнт адаптації* за формулою:

$$КА = \frac{ТТ}{38,3} - \frac{ЧД}{12}, \quad (14.4)$$

де КА – коефіцієнт адаптації (витривалості) тварин; ТТ – температура тіла тварини за випробування в конкретних умовах, °С; 38,3 – температура тіла тварини за сприятливих умов, °С; ЧД – частота дихання тварини за випробування в конкретних умовах, кількість/хв; 12 – частота дихання тварини за сприятливих умов, кількість/хв;

5) *жвавість коней* (у перегонах) – визначають з точністю до 0,1 с, зазвичай на дистанціях 1600 м, 2400 та 3200 м. Для участі у перегонах допускаються коні з дворічного віку. Дворічні коні випробовуються тільки в гойдалках на дистанції 1600 м в 1 гіт, а трирічні коні – на дистанції 1600 м в 1 або 2 гіта, а також на дистанції 2400 м. Дво- та трирічні коні випробовуються тільки зі своїми однолітками. Чотирирічні коні випробовуються на дистанції 1600 м в 1, 2 і 3 гіта, а також на дистанції 2400 м і 3200 м.

Для коней верхових порід середня жвавість становить 1 км/хв (60 км/год), а жвавість коней цих порід, наприклад, на дистанції 1600 м коливається у межах від 2.05,1 до 2.40,1 хв;

6) *відтворні якості конематок* – тривалість вагітності (320–350 діб, або 11 місяців), інтервал між двома жеребленнями та від жереблення до першої охоти (6–10 діб з коливаннями від 5 до 15 діб), тривалість охоти (5–7 діб з коливаннями від 2 до 14 діб) та статевого циклу (20–23 доби з коливанням від 12 до 33 діб), процент запліднення (80–85 %), маса народжених лошат (7–8 % від маси конематки або 35–40 кг), молочна продуктивність кобил (2–3 % маси тіла або 10–15 кг/добу) та ін.;

7) *відтворювальну здатність жеребців-плідників* – оцінюють за їх спермопродукцією. Методики визначення кількісних і якісних показників спермопродукції наведені в темі 5.

Свіжоодержана нерозбавлена сперма жеребців має відповідати наступним вимогам: однорідна рідина світло-сірого кольору, без крові, гною і запаху; об'єм еякуляту – не менше 30 мл (з коливаннями від 15 до 160 мл), концентрація сперматозоїдів – не менше 150 млн/мл (з

коливаннями від 50 до 300 млн/мл); кількість сперматозоїдів в усьому еякуляті – 4–20 млрд; рухливість сперматозоїдів – не нижче 5,0 балів; виживаність сперматозоїдів за температури 2–4 °С – не менше 150 год; за кількістю сперматозоїдів з аномальною морфологією – не більше 20 %;

8) *молочна продуктивність кобил* – оцінюють за кількістю надоеного молока та висмоктаного лошам. Молочна залоза кобили здатна виробляти від 10 до 30 л молока за добу, або від 1000 до 3300 л за лактацію.

Молочну продуктивність кобил визначають за контрольним доїнням, приростом лошат за перший місяць підсосу та за методом В.П. Добриніна (зважування лошат до і після ссання, різницю в масі розраховують за кількістю спожитого молока).

Інтенсивність утворення і виділення молока у кобил відбувається рівномірно протягом доби, тому добовий надій можна визначити за кількістю молока, отриманого у будь-який час шляхом проведення контрольних доїнь з урахуванням молока, висмоктаного лошам уночі.

Для розрахунку добової молочної продуктивності дійних кобил використовують формулу І.А. Сайгіна:

$$Y = \frac{24 \times Y_1}{B}, \quad (14.5)$$

де Y – добовий надій, кг; Y_1 – кількість молока, фактично отриманого за обліковий період, кг; B – час, упродовж якого отримано молоко, год; 24 – тривалість доби, год.

При цьому ближчим до фактичного надою буде показник більш тривалого контролю.

Наприклад, щодня з 9 до 21 год кобил доїли через кожні 2 год; за цей час (12 год) отримали в середньому 9,8 кг молока, а за інші 12 год його висмоктувало лоша. Звідси добова молочна продуктивність кобили дорівнює $(9,8 \times 24) : 12 = 19,6$ кг.

Молочність кобил, яких не доять, можна приблизно визначити за приростом живої маси лошат (на 1 кг приросту в перший місяць життя вони використовують 10 кг молока). Спочатку за різницею між масою лошат у місячному віці і при народженні визначають приріст за місяць і за добу, потім середньодобовий приріст множать на 10.

Наприклад, новонароджене лоша важило 39 кг, а у місячному віці – 87 кг. Середньодобовий приріст дорівнює $(87 - 39) : 30 = 1,6$ кг. Отже, за перший місяць лактації кобила виділяла в середньому 16 кг молока за добу $(1,6 \text{ кг} \times 10)$.

Найточніше молочну продуктивність кобил визначають шляхом проведення цілодобових контрольних доїнь. При цьому поєднується

поперемінне видоювання лівої та правої половини вимені з підсосом лошати. Якщо, наприклад, видоюють праву половину вимені, то одночасно з лівої усе молоко висмоктує лоша. Через 2–3 год видоюють ліву половину вимені, а з правої молоко дістається лошаті. Контрольні доїння проводять 2 рази на місяць за дві суміжні доби, наприклад 15 і 16, 29 і 30 числа кожного місяця.

Індекс молочності кобили розраховують за формулою:

$$I_m = \frac{B}{M} \times 100 \%, \quad (14.6)$$

де I_m – шляхом індекс молочності кобил, %; B – валовий надій кобили за місяць після жереблення, кг; M – жива маса кобили, кг.

Цей індекс показує кількість виробленого молока на 100 кг живої маси кобили;

9) *елементи поведінки коней*:

- а) тривалість споживання корму, год (хв);
- б) частота поїдання корму, разів;
- в) тривалість споживання води, год (хв);
- г) тривалість відпочинку у лежачому та стоячому положенні, год (хв);
- д) частота відпочинку, разів;
- ж) частота здійснення природних відправлень, разів;
- з) тривалість догляду за тілом – облизування, чесання і т. ін., год (хв);
- і) тривалість пересування, год (хв).

Вивчення добового ритму основних елементів поведінки тварин проводять методами хронометрії та візуальних спостережень упродовж доби, що наведені у темі 4 та 13;

10) *фотографування коней*

Сучасна фотографічна оптика дає високу точність проєкції предмета, що знімається на площину матриці цифрової фотокамери. Крім правильної передачі лінійного зображення контурів фігури тварини, дуже важливо правильно передати об'єм та рельєф його тіла, форми окремих статей, характер волосяного покриву. Основним засобом виявлення об'єму, форми, рельєфу і фактури предметів, що знімаються, служить освітлення.

У практиці фотографування тварин найчастіше обмежуються однією зйомкою виду на профіль. При правильному виконанні один знімок у профіль дає уявлення про статуру тварини, особливо якщо додатково до знімка є дані обміру. Однак для повної характеристики статури потрібні чотири види зйомки: 1) вид у профіль; 2) вид спереду чи ззаду; 3) вид зверху; 4) вид на три чверті. Під час зйомки у профіль

відстань між об'єктивом фотокамери та твариною повинна бути не менше потросної довжини тварини.

Фотографують коней зазвичай з лівого боку, якщо шия не закрита гривою. Коней з гривою фотографують лише для характеристики оброслості або масті коня. При зйомках стежать, щоб усі кінцівки під час огляду збоку було видно окремо. З цієї метою вважається за краще ширша постановка кінцівок, найближчих до фотоапарата, і більш зближена постановка передньої і задньої кінцівки з протилежного боку.

Об'єktiv фотокамери повинен знаходитись проти середини загальної довжини фігури тварини та на рівні середини її корпусу. Площина матриці цифрової фотокамери повинна бути вертикальною та перпендикулярною до площини симетрії тварини. Нахили камери вниз та вгору і повороти вправо та вліво спотворюють зображення.

Зйомка виду спереду та ззаду практикується на додаток до зйомки у профіль, щоб розширити та уточнити характеристику статури тварини, наприклад, показати постановку кінцівок, ширину в маклаках, тазостегнових суглобах тощо. Збереження тієї ж відстані, що й під час зйомки у профіль, дозволяє уникнути спотворень форм тіла тварини та спрощує приведення зображень до одного масштабу, необхідного для порівняння знімків. Ці ж вимоги необхідно виконувати під час зйомки тварини зверху.

Під час зйомки в три чверті важливо, щоб фігура тварини завжди мала той самий кут повороту до оптичної осі об'єктива, інакше порівнювати зображення різних тварин дуже важко. Кут між оптичною віссю об'єктива та площиною симетрії тварини має бути 45°. Для зйомки в три чверті тварину повертають до фотокамери передом або задом, залежно від того, які особливості її статури мають бути показані.

Для об'єктивної оцінки конституції дорослих коней прийнято застосовувати різні методи оцінки екстер'єру тварин (тема 3).

Екстер'єр коня істотно залежить від напрямку його використання, оскільки статура та статі коня перебувають у взаємозв'язку з функціями, які він виконує.

Взяття промірів тіла є одним із методів оцінки екстер'єру коней. Дані отримані при взятті промірів використовують для контролю за розвитком молодняку, при бонітуванні племінних коней, записі їх у племінні книги, експертизі коней на виставках, встановленні закупівельних цін на робочих коней.

Вчені рекомендують під час проведення наукових досліджень для оцінки екстер'єру коней цим методом використовувати від 22 до 61 промірів. Сьогодні для вимірювання коней беруть 10 промірів, серед

яких основними вважаються такі: висота в холці, коса довжина тулуба, обхват грудей, обхват п'ястка. Способи вимірювання коней зазначено у таблиці 14.1 та на рисунку 14.1.

Таблиця 14.1 – Проміри та способи вимірювання коней.

Проміри	Інструмент	Точки вимірювання
Висота в холці	мірною палицею	по вертикалі від найвищої точки холки до підлоги
Висота у крижах	мірною палицею	по вертикалі від найвищої точки крижів до підлоги
Висота ноги у лікті	мірною палицею або стрічкою	від верхньої крайньої точки ліктьового відростка до підлоги (або висота в холці – глибина грудей)
Довжина тулуба	мірною палицею або стрічкою	від передньої крайньої точки плечолопаткового з'єднання до крайнього виступу сідничного горба
Глибина грудей	циркулем або мірною палицею	від вищої точки холки до нижньої поверхні грудної кістки
Ширина грудей	циркулем або мірною палицею	між зовнішніми горбами плечолопаткових з'єднань
Ширина крупа	циркулем або мірною палицею	між крайніми зовнішніми виступами маклаків
Довжина крупа	циркулем або мірною палицею	від крайньої передньої точки маклаків до крайньої задньої точки сідничного горба
Обхват грудей	мірною стрічкою	по вертикалі дотично до заднього кута лопатки
Обхват п'ястка	мірною стрічкою	по нижньому краю верхньої третини п'ястка у найтоншому місці

Висота в холці характеризує зріст коня. Високорослість коня не пов'язана з його високоногістю (швидкоалюрні та ваговозні коні можуть бути однаково високорослі, але швидкоалюрні – високоногі, а ваговозні – низьконогі). Коней з висотою холки понад 170 см відносять до дуже великих; 170–160 – до великих; 159–150 – до середніх; 149–140 см – дрібних; нижче 140 см – дуже дрібних.

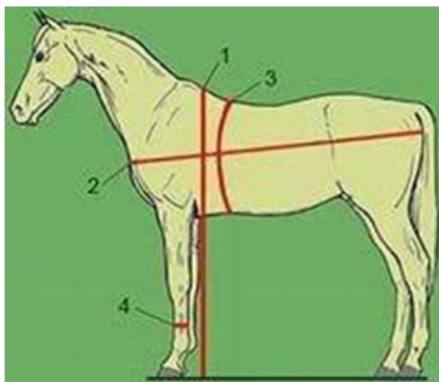


Рис. 14.1. Основні проміри коня і способи їх вимірювання.

1 – висота в холці; 2 – коса довжина тулуба;
3 – обхват грудей; 4 – обхват п'ястка.

Обхват грудей характеризує масивність коня і є найбільшим проміром. У ваговозних порід цей промір на 25–30 см перевищує висоту в холці, у швидкоалюрних – на 20–25 см.

Обхват п'ястка характеризує розвиток кістяка і становить у швидкоалюрних порід 18–20 см, у ваговозних – 23–25 см.

Величини промірів ще не дають повного уявлення про екстер'єр коня, його тип тілобудови і компактність. Тому, крім промірів, для оцінки екстер'єру визначають *індекси будови тіла* (співвідношення окремих промірів тварини, виражене у відсотках). Використання їх у практиці дозволяє визначити тип конституції коней, виявити такі ознаки, як ступінь недорозвинутості, грубість та щільність будови тіла, окремі вади та недоліки екстер'єру.

Індекси будови тіла коней визначають розрахунковим методом:

$$\text{Формату (розтягнутості)} = \frac{\text{коса довжина тулуба} \times 100}{\text{висота в холці}}. \quad (14.7)$$

$$\text{Обхвату грудей (масивності)} = \frac{\text{обхват грудей} \times 100}{\text{висота в холці}}. \quad (14.8)$$

$$\text{Широкотілості (компактності)} = \frac{\text{обхват грудей} \times 100}{\text{коса довжина тулуба}}. \quad (14.9)$$

$$\text{Глибини грудей} = \frac{\text{глибина грудей} \times 100}{\text{висота в холці}}. \quad (14.10)$$

$$\text{Довгоногості} = \frac{\text{висота ноги у лікті} \times 100}{\text{висота в холці}}. \quad (14.11)$$

$$\text{Костистості} = \frac{\text{обхват п'ястка} \times 100}{\text{висота в холці}}. \quad (14.12)$$

$$\text{Живої маси} = \frac{\text{жива маса}}{\text{обхват грудей}}. \quad (14.13)$$

$$\text{Перебудованості} = \frac{\text{висота у крижах} \times 100}{\text{висота в холці}}. \quad (14.14)$$

$$\text{Навантаженості п'ястка} = \frac{\text{жива маса}}{\text{обхват п'ястка}}. \quad (14.15)$$

Оцінювання коней за індексами будови тіла проводять за характеристиками згідно з таблицею 14.2.

Таблиця 14.2 – Характеристика оцінювання коней за індексами будови тіла.

Індекс тілобудови	Характеристика
Індекс формату (розтягнутості)	>100 – подовженість тулуба <100 – укороченість тулуба (недорозвиненість)
Індекс обхвату грудей (масивності)	108–115 – верховий тип 115–118 – запряжний тип 125–130 – ваговозний тип
Індекс широкотілості (компактності)	Індекс вказує на ступінь розвинення тулуба. При значенні <105 – недорозвиненість грудної клітки
Індекс глибини грудей	Індекс вказує на ступінь розвинення грудної клітки і високорослість коня
Індекс довгоногості	Індекс характеризує відносну високоногість коня
Індекс костистості	11–13 – легкі, швидкоалюрні породи 14–16 – ваговозні породи
Індекс живої маси	Індекс виражається в одиницях і характеризує загальний розвиток коня
Індекс перебудованості	>100 – перебудованість (перерозвиток)
Індекс навантаженості п'ястка	Визначає кількість одиниць навантаження живої маси на п'ясток

При оцінці екстер'єру рекомендується дотримуватися певної послідовності огляду коня. Спочатку проводять загальний огляд коня ліворуч і праворуч, спереду і ззаду. При цьому важливо, щоб у тварини було добре видно усі чотири ноги. Загальний огляд доцільно починати в стайні і закінчувати на добре освітленому майданчику. Після загального огляду проводять детальний опис і оцінку статей у прийнятій послідовності.

У кінці огляду перевіряють якість руху коня кроком і риссю для з'ясування правильності ходу і виявлення дефектів і недоліків. При цьому реєструють кульгання, клишоногість, розкид, слабкість путових суглобів, шпатові посмикування тощо. На підставі огляду коня складають загальне уявлення про його статуру, типовість, породу, конституцію та гармонійність будови тулуба, міцність кістяка, розвиток окремих статей, наявність недоліків та вад, темперамент і здоров'я.

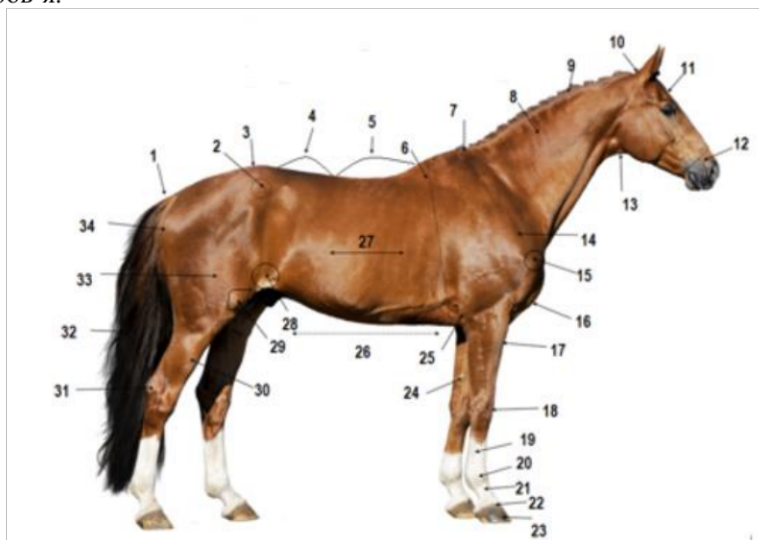


Рис. 14.2. Статі тіла коня:

1 – рішця хвоста (ріпиця); 2 – маклак; 3 – круп; 4 – попереk; 5 – спина; 6 – холка; 7 – лопатка; 8 – шия; 9 – грива; 10 – потилиця; 11 – лоб; 12 – ніс; 13 – горло; 14 – плече; 15 – плечелопатковий суглоб; 16 – груди; 17 – передпліччя; 18 – зап'ястковий суглоб; 19 – п'ясток; 20 – путовий суглоб; 21 – путо; 22 – вінчик; 23 – копито; 24 – каштан; 25 – лікоть; 26 – живіт; 27 – ребра (бік); 28 – пах; 29 – коліно; 30 – гомілка; 31 – скакальний суглоб; 32 – хвіст; 33 – стегно; 34 – сідничний горб.

Стати – це частини тіла, що виконують певну функцію і складають зовнішню форму статури тварини. Вони можуть мати особливі прикмети і є одними з основних індивідуальних ознак тварини. За статями коня визначають його роботоздатність, здоров'я, вік, тип, породу та племінну цінність. Статі коней тісно пов'язані з їх продуктивністю та відтворними якостями. Основні статі тіла коня, представлені на рисунку 14.2.

Ще одним методом оцінки екстер'єру коней є бальна оцінка. Оцінку екстер'єру племінних коней рекомендується також проводити за наступними шкалами:

– 10-бальною з описом статей (бонітувальна шкала). Опис і оцінку екстер'єру в цьому випадку проводять окремо по трьох групах статей: перша – голова, шия, тулуб; друга – кінцівки; третя – конституція, будова тіла, мускулатура, зв'язки, темперамент. Статі оцінюються по системі: «добре» (2 бали), «задовільно» (1 бал) і «погано» (0 балів). Сума цих оцінок є балом за групу ознак. Загальний бал за екстер'єр виводять за мінімальним балом, отриманим за групу ознак (табл. 14.3);

– 10-бальною без опису статей. Максимальна кількість балів, що одержує тварина за загальний вигляд, розвиток і кондицію – 3 бали, формат тулуба – 4, будову та постановку кінцівок і копит – 3 бали. За сумою одержаних балів коням виставляють оцінку: 10–9 балів – відмінно; 8–7 – добре; 6–5 – задовільно; 4 й нижче – незадовільно;

– 5-бальною (комплексною) – одна оцінка за типовість, правильність екстер'єру, розвиток статей: 5,0–4,6 балів – відмінно; 4,5–4,0 – добре; 3,9–3,6 – задовільно; 3,5 і нижче – незадовільно.

Таблиця 14.3 – **Шкала візуального оцінювання типу будови тіла та екстер'єру коней.**

Статі тіла	Опис і ступінь вираження за статями	Оцінка, балів
I. Голова, шия, тулуб		
1. Голова	Велика, пропорційна, мала. Ганаші: широкі, середні вузькі. Профіль: прямий, вгнутий, випуклий	0–2
2. Холка	Висока, середня, низька. Довга, середня, коротка	0–2
3. Спина	Довга, середня, коротка. Пряма, випукла, м'яка	0–2
4. Круп	Довгий, середній, короткий; широкий, середній, вузький; нормальний, звислий, прямий: роздвоєний, дахоподібний	0–2

Продовження таблиці 14.3

5.Грудна клітина	Широка, середня, вузька. Глибока, середня, неглибока. Округла, середня, плеската. Несправжні ребра: довгі, середні, короткі	0–2
Оцінка за I групою		0–10
II. Кінцівки		
Передні		
1. Постава	Широка, нормальна, вузька. Клишоногість, розкид	0–2
2. Будова	Передпліччя: розвинуте добре, задовільно, погано. Зап'ястя: розвинуте добре, задовільно, погано; козинець. П'ясток: розвинутий добре, задовільно, погано, перехват, накісні. Путовий суглоб: розвинутий добре, розрошення. Пута: довгі, середні, короткі, м'які, нормальні, круті, розрошення епіфізів, жабки.	0–2
Задні		
3. Постава	Нормальна, широка, вузька, О-подібна, Х-подібна	0–2
4. Будова	Гомілка: розвинута добре, задовільно, погано. Скакальний суглоб: розвинутий добре, задовільно, погано; шабlistий, прямий, розрошення головок грифельних кісток, гіпертрофія фасцій, курба, шпат. Плесно: розвинуте добре, задовільно, погано; перехват, накісники. Путовий суглоб: розвинутий добре, розрошення. Пута: довгі, середні, короткі, м'які, нормальні, круті, розрошення	0–2
5. Копита	Великі, середні, малі. Торцеві, плескаті, нормальні, деформовані, стиснуті в п'ятці, п'ятка низька, повнокопитна. Копитний ріг: щільний, нещільний, тріщини	0–2
Оцінка за II групою		0–10

III. Конституція, будова тіла, мускулатура, зв'язки, темперамент		
1. Конституція	Суха, сира, ніжна, груба, міцна, перерозвинена; сирість путових, скакальних суглобів, наливи	0–2
2. Будова тіла	Гармонійна, перебудована, укорочена. Розтягнутість, високоногість	0–2
3. Мускулатура	Добра, задовільна, погана	0–2
4. Сухожилки. Зв'язки	Розвинені добре, задовільно, погано	0–2
	Потовщені, міцні, задовільні, слабкі	
5. Темперамент	Енергійний, в'ялий, добронравний, злобливий. Рух: вільний, зв'язаний. Хід: низький, високий, правильний, неправильний	0–2
Оцінка за III групою		0–10
Вади екстер'єру: рорер, жабка, шпат, курба, чорновики, прикуска, норавливість, крипторхізм		
Бал за екстер'єр		0–10

Для визначення відхилень від стандартно прийнятих показників, які обумовлені для певної породи, застосовують лінійну оцінку типу тварин. *Лінійна оцінка типу* – це система об'єктивного опису характерних особливостей окремих анатомічних ознак тварини, котрі характеризують її екстер'єр за єдиною кількісною шкалою. Лінійна оцінка типу тілобудови та екстер'єру визначає розвиток статей коней за 26 основними параметрами, виражається графічно (блоками на прямій) у відхиленнях від середнього значення по породі відповідно до шкали (табл. 14.4).

Важливим селекційним показником у конярстві є *показник роботоздатності*. Під роботоздатністю розуміють здатність тварини виконувати конкретну діяльність у рамках заданих тимчасових лімітів та параметрів ефективності. Роботоздатність коней оцінюють за документами про результати випробувань на іподромах, а також змагань з класичних видів кінного спорту.

Оцінку роботоздатності коней (застосовується до усіх порід, що випробовуються у скачках) проводять за роботоздатністю потомства в гладких скачках. Методика оцінки ґрунтується на порівнянні одноліток відносно середнього рівня роботоздатності в породі. Усі нащадки жеребця-плідника, якого оцінюють, підлягають аналізу з урахуванням

статі та віку. Виявляють нащадків жеребця, які встановили рекорди на різних дистанціях, а також переможці традиційних та міжнародних призів.

Оцінюють плідників *скакових* порід за якістю потомства за показниками:

- кількість молодняку, випробуваного у 2–3-річному віці і старшого віку;
- кількість виступів;
- виграш та зайняті призові місця у групових, іменних, традиційних та міжнародних скачках;
- кількість переможців традиційних скачок I, II, III груп за міжнародною класифікацією;
- сума виграшу (у балах або грошових одиницях);
- середня сума виграшу на одного коня;
- індекс перемог;
- частка переможців традиційних призів;
- генеральний гандикап;
- Dosage Index (від англ. індекс дозування, являє собою математичний показник, що використовується заводчиками чистокровних скакових коней, для кількісної оцінки здатності або нездатності коня долати різні дистанції, на яких проводяться скачки, розраховується на основі аналізу родоводу коня);
- індекс успіху;
- середня дистанція перемог.

Таблиця 14.4 – **Шкала лінійного оцінювання екстер'єру коней.**

Ознака	Шкала оцінювання		
	0 балів	20 балів	40 балів
Пристав голови	легкий	середній	важкий
Довжина шиї	довга	середня	коротка
Постава шиї	вертикальна	середня	горизонтальна
Обмускуленість шиї	добра	середня	слаба
Довжина холки	довга	середня	коротка
Висота холки	висока	середня	низька
Лопатка за довжиною	довга	середня	коротка
Нахил лопатки	коса	середня	пряма
Довжина спини і попереку	довга	середня	коротка

Продовження таблиці 14.4

Форма спини	випукла	пряма	м'яка
Круп за нахилом	звислий	середній	прямий
Круп за довжиною	довгий	середній	короткий
Обмускуленість гомілки	добра	середня	слаба
Постава передніх кінцівок	о-подібна (клишоногість)	нормальна	х-подібна (розкид)
Постава задніх кінцівок	о-подібна	нормальна	х-подібна
Пута за нахилом	провислі	нормальні	круті
Форма копит	широкі	середні	вузькі
Путо за довжиною	довгі	середні	короткі
Будова кінцівок	сухі	міцні	сирі, рихлі
Костистість	важкість кістяку	середня	бідна
Крок: захват простору	довгий	середній	короткий
Крок: еластичність	еластичний	середній	зв'язаний
Прямолінійність кроку	непрямолінійний (копита зближені)	прямолінійний	непрямолінійний (копита розставлені)
Рись: захват простору	довга	середня	коротка
Рись: еластичність	еластична	середня	зв'язана
Імпульс руху на рисі	сильний	середній	слабий

Одним із критеріїв оцінювання роботоздатності коней є *індекс спортивної роботоздатності*, який розраховують за формулою (Волков Д.А. та ін.):

$$ICP = \left(\frac{M_1}{n} \right) \times 100 \%, \quad (14.16)$$

де ICP – індекс спортивної роботоздатності, %; M_1 – кількість зайнятих перших місць за спортивну кар'єру; n – кількість виступів за спортивну кар'єру.

Між екстер'єром і роботоздатністю коней існує тісний кореляційний зв'язок. Для встановлення впливу екстер'єру на роботоздатність розраховують коефіцієнт кореляції К. Пірсона за формулою:

$$r_s = 1 - 6 \times \Sigma(x - y)^2 / n \times (n^2 - 1), \quad (14.17)$$

де x – значення, що приймаються змінною X ; y – значення, що приймаються змінною Y ; n – обсяг вибірок.

Для визначення скороспілості потомства жеребців-плідників, обчислюють суму виграшу та індекс успіху потомства, випробуваного у віці двох років.

Сума виграшу всього потомства та індекс успіху досить точно визначають комплекс ознак, які забезпечують високу роботоздатність: жвавість, дистанційність, здатність до перемог, а також індивідуальну цінність окремих коней.

Аналогічні показники прийняті для оцінки жеребців-плідників в США, Великобританії, Австрії, Франції, Німеччині, Новій Зеландії та інших країнах розвинутої скакової індустрії. Ці обставини мають велике значення для отримання порівняльних результатів оцінки плідників за якістю потомства в різних країнах.

Дані щорічної оцінки плідників за результатами скачок потомства дають можливість підвести підсумок за сумою виграшу й індексу успіху за роки використання плідника для перерахування у накопичувальний або кумулятивний індекс.

Кумулятивний індекс розраховують за формулою:

$$K_y = \frac{\Sigma}{C_b \times n}, \quad (14.18)$$

де K_y – кумулятивний індекс потомства оцінюваного жеребця-плідника; Σ – сума виграшу всього потомства жеребця-плідника за період його племінного використання, грн; C_b – середньорічний виграш одного коня за роки випробувань потомства оцінюваного жеребця-плідника, грн; n – кількість випробуваних потомків жеребця-плідника за всі роки племінного використання, голів.

Крім суми виграшу та індексу успіху для більш розширеної оцінки чистокровних плідників за якістю потомства використовують наступні показники:

- кількість (абсолютна та у % до числа потомків) переможців в скачках;
- % переможців «Стейкс» – призів, що не підлягають гандикапуванню;
- дистанційність потомства.

Дистанційність потомства оцінюваного жеребця-плідника визначають за середньою дистанцією перемог усього потомства у віці трьох років і старше. За цим показником жеребців-плідників визначають як батьків, від яких походять:

- стаєри (дистанція перемог понад 2100 м);
- середньодистанціонери (дистанція перемог від 1801 до 2100 м);
- мілери (дистанція перемог від 1500 до 1800 м);
- спринтери (дистанція перемог менше 1500 м).

Оцінка роботоздатності коней спортивних порід.

Спортивну роботоздатність молодих коней (2–3-річного віку) оцінюють методом заводських та міжзаводських випробувань за руховими і стрибковими якостями.

Рухові та стрибкові якості оцінюють не менш ніж після 4-місячного періоду спортивної підготовки. Коні повинні бути заїжджені під сідлом і підготовлені долати перешкоду без вершника (в шпрингартені) висотою 120–140 см.

Методика визначення. Рухові якості оцінюють на основних алюрах у шпрингартені або в манежі на огороженому майданчику. Оцінка рухових якостей складається з довжини кроку та довжини риси, швидкості руху цими алюрами та стилю рухів (ритмічності, пластичності, парадності риси). Рухові якості оцінюють при проходженні конем на повіді рівного 25-метрового відрізка дистанції кроком та риссю. Підраховують кількість кроків на ходьбі та рисі. Під час оцінювання руху враховують: величину захвату простору, розслабленість спини та попереку і їхню гнучкість, збалансованість, еластичність руху, легкість та ритмічність алюру, висоту ходу, положення шиї і здатність утримувати її в природному положенні під час руху, розтягнутість, парадність, імпульс та гармонійність руху. Кожний показник оцінюють у 10 балів.

Фіксують час проходження дистанції цими алюрами. Оцінку знижують на 1 бал: за перевищення контрольної норми часу (для риси – 5 с, для кроку – 15 с), за явні вади руху, за два збої на рисі та кроці.

Підсумкову оцінку рухових якостей визначають складанням балів, одержаних за кожний показник і поділом загальної суми на 3.

Оцінка стрибкових якостей складається з *силових якостей, техніки стрибка і темпераменту коня.*

Методика визначення. Силкові якості коня оцінюють за висотою подолання перешкоди без вершника (табл. 14.5). Максимальна висота перешкоди для дворічних коней – 120 см, для трирічних – 140 см, що оцінюється у 15 балів. Оцінку знижують на 1 бал за кожне зачеплення,

на 2 – за порушення контрольної перешкоди, на 3 бали – за відмову від стрибка.

Таблиця 14.5 – Шкала оцінювання силових якостей спортивних коней.

Оцінка, бали	Висота (см) для коней у віці:	
	2 роки	3 роки
15	130	150
11	120	140
8	110	130
6	100	120
5	90	110
4	80	100

Техніку стрибка оцінюють за ступенем відхилення голови, шиї, передпліччя, п'ястка від «ідеальної моделі», віднімаючи від максимальної оцінки техніки стрибка (10 балів) від 1 до 3 балів за кожну з характеристик (рис. 14.3).

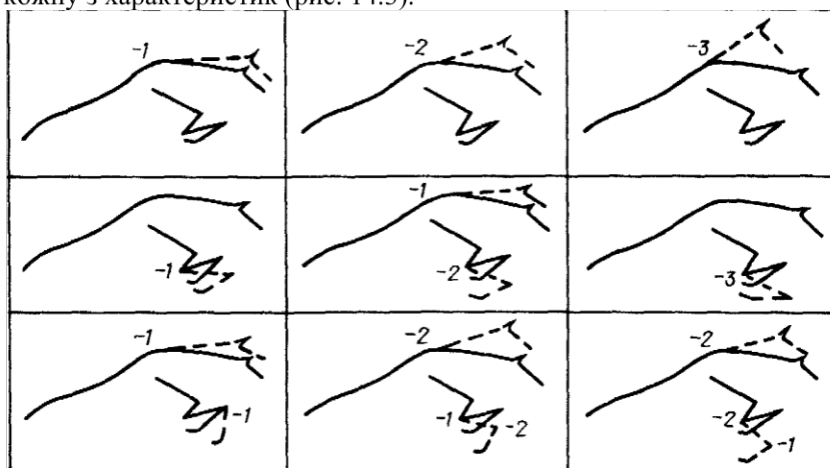


Рис. 14.3. Схема оцінки техніки стрибка (відхилення від «ідеальної моделі стрибка»).

де ——— ідеальна модель стрибка; ---- можливі відхилення від ідеальної моделі; -1, -2, -3 – величини штрафних балів за порушення техніки стрибка.

Темперамент коней оцінюють під час випробувань за 5-бальною системою. Результат зменшують, якщо коні рухаються до перешкод не

розраховано, занадто жваво або кволо, неохоче підкоряються тренеру, проявляють злий норов. Підсумкову оцінку стрибкових якостей визначають діленням суми балів за оцінку силових якостей, техніки стрибка і темпераменту на 3.

Оцінку спортивної роботоздатності визначають діленням суми балів одержаних за рухові та стрибкові якості на 2.

Для визначення загальної племінної цінності жеребців-плідників основні селекційні ознаки ранжуються. Найгірший показник одержує нижчий ранг, а найкращий – вищий ранг. Ранги за окремі селекційні ознаки по жеребцях-плідниках підсумовуються. Залежно від набраної суми рангів жеребці – плідники розподіляються за оцінкою. Плідників, які входять у першу десятку, відносять до кращих. Плідники, які посідають останні місця в оцінці – гірші.

Спортивну роботоздатність коней старшого віку (4 роки і старше) оцінюють також за результатами виступів у змаганнях з класичних видів кінного спорту: конкуру, виїздки і триборства, згідно з таблицею за 20-бальною шкалою.

Роботоздатність коней *рисистих порід* оцінюють за показниками:

- середня рекордна жвависть на різних дистанціях у віці двох, трьох, чотирьох років і старших;
- сума виграшу на одного випробовуваного потомка;
- відсоток перемог у традиційних призах;
- кількість коней класу жвавості 2 хв 5 с і жвавніше у потомстві оцінюваного жеребця-плідника;
- індекс роботоздатності.

Роботоздатність коней *ваговозних порід* оцінюють за показниками:

- тяглове зусилля;
- швидкість руху;
- кількість виконаної роботи;
- потужність.

Методика оцінки базується на узагальненні основних показників, що характеризують господарсько-корисні ознаки ваговозних порід коней (типовість, проміри, екстер'єр), за якими ведеться оцінка племінного молодняку в суб'єктах племінної справи. Суттєвим недоліком оцінки молодняку в господарствах є відсутність характеристики робочих якостей, яка повинна бути включена в оцінку при відновленні заводських випробувань коней (відповідно технології).

Визначення енергетичних витрат проводиться впродовж тренувального та випробувального періодів коней, що випробовуються на іподромі для визначення інтенсивності та ефективності фізичних навантажень.

На першому етапі заводського тренінгу основним завданням є розвиток координаційних здібностей, удосконалення рухових навичок молодих коней та їхньої реакції на засоби керування. На другому етапі основна увага приділяється розвитку в коней силових якостей та загальної витривалості, зміцненню м'язового апарату та вдосконаленню діяльності фізіологічних систем, а також підготовці організму до більш тривалої та інтенсивної роботи. Третій етап заводського тренінгу спрямований на розвиток жвавості та дистанційної витривалості коней.

Для урахування енергетичних витрат у процесі тренінгу визначають обсяг роботи на різних аллюрах (у км), розмір навантаження, який характеризували за кількістю енергії (ккал), що витрачена конем у процесі тренування. Роботоздатність коней характеризують за часткою зайнятих перших та призових (2, 3, 4) місць від кількості виступів (%).

Верховим конем при проходженні під сідлом дистанції 1000 м витрачається енергії:

- кроком – 410–450 ккал; короткою риссю – 410–450 ккал;
- жвавою риссю – 470–520 ккал;
- жвавим галопом (1 хв 25 с) – 720–800 ккал.

Різниця у витратах енергії може бути викликана різною масою коня або вершника.

У фізіологічних дослідях на дорослих конях, якщо вони передбачені методикою наукових досліджень, вивчають перетравність поживних речовин раціонів і їх засвоєння (на 3–4-х головах із кожної групи).

Крім того, під час проведення наукових досліджень вивчають морфологічні та біохімічні показники крові дорослих коней.

ТЕМА 15

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАКІНЧЕНИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета. Засвоїти основні показники, які визначають під час оцінки економічної ефективності результатів наукових досліджень. Ознайомитися з методиками розрахунку економічної ефективності результатів закінчених наукових досліджень у галузі тваринництва.

Однією з найбільш актуальних проблем стабілізації подальшого розвитку виробництва продукції тваринництва на підприємствах будь-якої форми власності є підвищення його ефективності.

Термін «ефективність» є похідним від терміна «ефект», що походить від латинського «effectus» і в перекладі означає «виконання», результат певної причини або дії. З наукового погляду, ефективність — це економічна категорія, яка відображає результативність певного процесу, дії, що вимірюється співвідношенням між одержаними результатами і витраченими на їх досягнення ресурсами.

Якщо ефект є абсолютним показником і характеризує результат, то ефективність — відносним і характеризує процес, протягом якого був отриманий результат. Різницю між ефектом і ефективністю наочно ілюструє відмінність роботи від потужності, або прибутку від рентабельності. Ефективність пов'язана з ефектом через витрати ресурсів, що необхідні для здійснення процесу, у результаті якого був отриманий ефект (результат).

Враховуючи специфіку сільськогосподарського виробництва, розрізняють такі види ефективності:

1. Технологічну — це результат взаємодії чинників виробництва, що характеризує досягнуту продуктивність тварин, які використовують в господарстві як засоби виробництва. Показниками технологічної ефективності є продуктивність сільськогосподарських тварин і птиці (надій молока на одну корову, вихід приплоду на 100 корів основного стада, середньодобовий приріст живої маси молодняку тощо) та основні параметри якості тваринницької продукції (вміст білка та жиру в молоці, категорія вгодованості тварин тощо).

2. Економічну — це співвідношення між ресурсами і результатами виробництва, за якого отримують вартісні показники ефективності виробництва.

3. Соціальну — це похідна від економічної ефективності. Показниками соціальної ефективності є рівень заробітної плати працівників, ліквідація неprestижної ручної праці, рівень безпеки

життя працівників, покращення санітарно-гігієнічних умов праці і скорочення тривалості робочого дня без зменшення заробітної плати, соціальні виплати на оздоровлення і відпочинок, витрати на поліпшення професійної підготовки кадрів тощо. Цей показник буде зростати із зростанням рівня економічної ефективності.

4. Екологічну – показниками екологічної ефективності є частка чистого прибутку господарства, що направляється на заходи екологічного спрямування; частка тваринницької продукції, в якій вміст радіонуклідів і токсичних речовин нижчий від гранично допустимих норм в загальному обсязі її виробництва; частка екологічно чистої продукції, масштаби використання біологічних засобів захисту від хвороб сільськогосподарських тварин і птиці; будівництво сучасних очисних споруд, що унеможливають або мінімізують шкідливі викиди і скиди тощо.

Економічна ефективність є основною формою вияву ефективності і може бути визначена зіставленням ефекту, отриманого саме від виробничої діяльності, з витраченими на його одержання економічними ресурсами, що є обмеженими і потребують постійного відновлення. Категорія економічної ефективності пов'язана з категоріями продуктивність і результативність.

За визначення економічної ефективності можливі три варіанти співвідношення між ресурсами і результатами виробництва:

- 1) ресурси і результати виражені у вартісній формі;
- 2) ресурси – у вартісній, а результати – у натуральній формі;
- 3) ресурси – у натуральній, а результати – у вартісній формі.

Основним критерієм економічної ефективності виробництва продукції тваринництва і птахівництва є максимальне виробництво основних їх видів – молока, м'яса, яєць – сільськогосподарським підприємством за мінімальних витрат живої та уречевленої в засобах виробництва праці на одиницю продукції.

Економічну ефективність результатів наукових досліджень оцінюють за низкою економічних показників діяльності підприємств, найбільш важливими серед яких є: обсяг валової та товарної продукції, виручка від реалізації продукції, прибуток від реалізації продукції, рівень рентабельності виробництва продукції та собівартість продукції.

Кінцевим результатом діяльності конкретного сільськогосподарського підприємства є *валова продукція* – це економічний показник, який характеризує в натуральному і грошовому вигляді обсяг продукції, виробленої за певний період (за місяць, рік, технологічний цикл). Величина цього показника дозволяє оцінити діяльність підприємства загалом і окремих підрозділів зокрема,

оскільки специфіка тваринництва і птахівництва як галузей сільського господарства включає внутрішнє споживання виробленої продукції.

Товарна продукція – економічний показник, який характеризує в грошовому вигляді обсяг готової до реалізації продукції. Товарна продукція визначається в натуральній і вартісній (грошовій) формах. На кожному підприємстві вартість товарної продукції розраховують за поточними цінами реалізації, рівень яких залежить від каналу і строків реалізації продукції, її якості, кон'юнктури ринку та інших чинників.

До товарної продукції в сільськогосподарських підприємствах належить вся тваринницька продукція (молоко, м'ясо, яйця, молодняк та ін.), підготовлена до відвантаження за межі підприємства.

Відношення всієї товарної продукції до валової, вираженої у відсотках, називають *рівнем товарності*, який розраховують за формулою:

$$P_T = \frac{TP}{BP} \times 100 \%, \quad (15.1)$$

де P_T – рівень товарності продукції, %; TP – обсяг товарної продукції, грн або ц; BP – обсяг валової продукції, грн або ц.

Якщо визначають рівень товарності окремих видів продукції (молока або м'яса), то обсяг товарної і валової продукції беруть у натуральних одиницях (кг).

Якщо визначають рівень товарності загалом по господарству, то продукцію виражають у вартісній оцінці (грн).

Грошові надходження від продажу товарної продукції називають *грошовою виручкою підприємства (виручкою від реалізації продукції)* і розраховують за формулою:

$$G_B = TP \times C, \quad (15.2)$$

де G_B – грошова виручка підприємства, грн; TP – обсяг товарної продукції, кг або шт.; C – діюча ринкова ціна збуту продукції, грн.

Це важливий показник господарської діяльності, на основі якого визначають прибуток по кожній галузі тваринництва і підприємству загалом. Підприємство матиме тим більший прибуток, чим більше грошової виручки одержано від реалізації продукції, і навпаки.

Ціна збуту продукції є найважливішою економічною категорією, яка відображає кількість грошей, за які продавець згоден продати, а покупець готовий купити одиницю товару. *Ціна* – це грошовий вираз вартості (кількості грошей), що сплачений за одиницю товару.

За ринкового ціноутворення реальний процес формування цін відбувається не на виробництві, а у сфері реалізації продукції, тобто на ринку під дією попиту і пропозиції, товарно-грошових відносин. Ціна на будь-яку тваринницьку продукцію складається з окремих елементів. Основними з них є собівартість і прибуток.

Прибуток – це частина чистого доходу, що залишається підприємству після відшкодування всіх витрат, пов'язаних з виробництвом і реалізацією продукції та іншими видами діяльності. Він відображає позитивний фінансовий результат діяльності підприємства, є власним фінансовим ресурсом для забезпечення розширення виробництва та джерелом формування дохідної частини державного бюджету.

Прибуток від реалізації продукції розраховують за формулою:

$$П_p = В_p - З_v, \quad (15.3)$$

де $П_p$ – прибуток від реалізації продукції, грн; $В_p$ – виручка від реалізації продукції, грн; $З_v$ – загальні витрати підприємства на виробництво продукції, грн.

Рентабельність є важливим економічним показником, що характеризує прибутковість, дохідність підприємства. Цей показник дає змогу визначити, яка продукція більш прибуткова, тобто вигідніша для виробництва.

Прибутковість діяльності підприємства безпосередньо пов'язана з отриманням підприємством прибутку, однак її не можна ототожнювати з його абсолютною сумою. Прибутковість – це відносний показник ефективності роботи підприємства. У порівнянні з абсолютним показником прибутку, показник прибутковості має такі переваги: йому властиві більш широкі можливості порівняння та менша залежність від інфляційних процесів.

З метою оцінки прибутковості господарської діяльності підприємства розраховують *рівень рентабельності продукції* за формулою:

$$P_v = \frac{П_p}{З_v} \times 100 \%, \quad (15.4)$$

де P_v – рівень рентабельності виробництва продукції, %; $П_p$ – прибуток від реалізації продукції, грн; $З_v$ – загальні витрати підприємства на виробництво продукції (собівартість продукції), грн.

Цей показник характеризує ефективність використання всіх видів ресурсів, які забезпечили одержання певного прибутку підприємством.

Коли грошова виручка від реалізації продукції не покриває витрат на її виробництво, визначають показник *рівня збитковості* як процентне відношення суми збитку до собівартості цієї продукції.

Собівартість – це грошовий вираз витрат підприємства на виробництво і реалізацію продукції. Собівартість продукції характеризує ефективність всього процесу виробництва на підприємстві, оскільки у ній відображаються рівень організації виробничих та інших процесів, технічний рівень виробництва, рівень

продуктивності праці тощо. Цей показник показує в що саме обходиться виробництво продукції конкретному підприємству і наскільки економічно вигідним воно є в конкретних природно-економічних умовах господарювання.

Собівартість продукції повною мірою відображає зусилля всього колективу підприємства щодо ефективного використання усіх складових ресурсного потенціалу. У зв'язку з цим показник собівартості виробництва продукції узагальнює результативність роботи усіх підрозділів підприємства. Собівартість продукції як економічний показник використовують для контролю за ефективністю використання виробничих ресурсів, визначення економічної ефективності організаційно-технічних заходів, встановлення цін на продукцію.

Важливість цього показника посилюється в умовах зростання обсягів виробництва, оскільки зниження одного з елементів собівартості приводить до підвищення конкурентоспроможності та рентабельності продукції. Виробництво продукції розширеного товарного асортименту зумовлює необхідність розрахунку собівартості кожного виду продукції.

За економічним змістом і видами витрат, що включають у собівартість продукції, розрізняють виробничу і повну собівартість.

Виробничу собівартість формують витрати, пов'язані безпосередньо з виробництвом продукції, її транспортуванням до місця зберігання.

До *повної собівартості належать* виробнича собівартість, адміністративні витрати і витрати підприємства на реалізацію продукції.

За результатами науково-господарських дослідів і виробничих апробацій зазвичай визначають виробничу собівартість на основі даних бухгалтерського обліку. Вона дає змогу визначити прибуток підприємства, економічну ефективність виробництва кожного виду продукції та виявити резерви скорочення витрат на одиницю продукції від впровадження у технологічний процес результатів наукових досліджень.

Для правильного визначення собівартості продукції, отриманої під час проведення зоотехнічних досліджень та її всебічного аналізу важливе значення має склад витрат, які до неї входять.

За способом включення у собівартість продукції всі витрати поділяють на прямі і непрямі.

Прямі – це витрати, які в момент виникнення можна безпосередньо віднести на відповідний об'єкт (дорослу тварину,

молодняк тощо). Прямі витрати безпосередньо пов'язані з технологічним процесом. Без них виробництво даного виду продукції неможливе.

Такими є витрати на сировину і матеріали, корми та кормові добавки, на закупівлю дорослих тварин або молодняку, на оплату праці робітників, безпосередньо зайнятих у виробництві, на ветеринарне обслуговування і племінну справу, транспортні витрати тощо.

Непрямі – це витрати, які не можуть бути віднесені безпосередньо на певний об'єкт (дослідних тварин). Їх включають у собівартість продукції за допомогою спеціальних методів.

Такими є витрати на електроенергію та паливо, на технічний догляд, ремонт машин і обладнання, на оплату робіт і послуг виробничого напрямку, які виконують сторонні підприємства та організації тощо.

Склад витрат, які входять до собівартості, не є незмінним, він може з тих чи інших практичних міркувань змінюватися. Однак за будь-яких умов собівартість має найповніше відображати витрати на виробництво і реалізацію продукції. Для цього всі витрати підприємства групують за калькуляційними статтями витрат.

Відповідно до Положення (стандарту) бухгалтерського обліку, підприємствам всі виробничі витрати рекомендовано групувати за такими основними калькуляційними статтями:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні заходи;
- амортизація;
- інші операційні витрати.

Перелік і склад статей калькуляції виробничої собівартості продукції кожне підприємство встановлює самостійно.

Для оцінки економічної ефективності від впровадження у виробництво закінчених наукових розробок розраховують і використовують такі показники собівартості:

1) собівартість усієї продукції – сума всіх витрат підприємства за певний період (місяць, квартал, рік, технологічний цикл);

2) собівартість одиниці продукції:

$$C_{оп} = \frac{З_в}{A_n}, \quad (15.5)$$

де $C_{оп}$ – собівартість одиниці продукції (1 ц, 1000 шт. яєць тощо), грн.; $З_в$ – загальні витрати підприємства на виробництво всієї продукції, грн.; A_n – обсяг отриманої продукції у натуральному вигляді (кг, ц, шт., яєць тощо);

3) витрати на одну грошову одиницю вартості продукції:

$$C_{\text{гoп}} = \frac{З_{\text{в}}}{A_{\text{в}}}, \quad (15.6)$$

де $C_{\text{гoп}}$ – витрати на одну грошову одиницю продукції, грн;
 $З_{\text{в}}$ – загальні витрати підприємства на виробництво всієї продукції, грн;
 $A_{\text{в}}$ – обсяг отриманої продукції у вартісному виразі, грн.

Рішення про доцільність впровадження наукової розробки (продукту) у технологічний процес виробництва того чи іншого виду тваринницької продукції ухвалюють на основі аналізу отриманого економічного ефекту.

Ефект від впровадження науково-дослідницької роботи – це результат, що знаходить висвітлення в скороченні живої й упредметненої праці на виробництво продукції в галузі. Ефект наукових досліджень може мати різну природу: економічний ефект (збільшення національного доходу, скорочення грошових витрат на виробництво продукції, зниження витрат на наукові дослідження й т.п.); соціально-економічний ефект (підвищення продуктивності праці, ліквідація важкої праці, поліпшення санітарно-гігієнічних, психологічних, організаційних умов праці, захист довкілля).

Економічним ефектом називають фактичну економію матеріальних витрат, живої праці, капітальних вкладень, яку отримує підприємство в результаті використання наукової розробки за певний період (місяць, квартал, рік, технологічний цикл), виражену в грошовому еквіваленті.

Визначення економічного ефекту ґрунтується на зіставленні виробничих витрат по базовому та новому варіантах.

Економічний ефект розраховують за формулою:

$$E = [(Ц_{\text{н}} - C_{\text{н}}) - (Ц_{\text{б}} - C_{\text{б}})] \times A_{\text{н}}, \quad (15.7)$$

де E – економічний ефект, грн; $Ц_{\text{б}}$ і $Ц_{\text{н}}$ – реалізаційна ціна одиниці продукції у базовому та новому варіантах, грн; $C_{\text{б}}$ і $C_{\text{н}}$ – собівартість одиниці продукції у базовому та новому варіантах, грн; $A_{\text{н}}$ – кількість виробленої продукції у новому варіанті у відповідних одиницях ц, гол., шт., яєць тощо.

Якщо необхідно визначити економічний ефект від виробництва не кінцевої продукції (м'яса, молока, яєць), а проміжної (наприклад, ремонтний молодняк виведений для заміни власного промислового стада), тоді використовують наступну формулу:

$$E = (C_{\text{б}} - C_{\text{н}}) \times A_{\text{н}}, \quad (15.8)$$

де E – економічний ефект, грн; $C_{\text{б}}$ і $C_{\text{н}}$ – собівартість одиниці продукції у базовому та новому варіантах, грн; $A_{\text{н}}$ – кількість виробленої продукції у новому варіанті, гол.

За визначення економічного ефекту має бути забезпечена сумісність порівнюваних варіантів (нового та базового) за всіма ознаками (крім ефектоутворювальних): обсягом та асортиментом продукції; цінами на продукцію; кормами; роботою, що виконують за допомогою нової техніки; якісним показникам продукції, що виробляють; чинником часу (терміном введення в експлуатацію та ін.); соціальними умовами виробництва та ін.

Під час розрахунків економічного ефекту від впровадження наукової розробки враховують чинник часу у тих випадках, коли капітальні вкладення здійснюють протягом ряду років (наприклад, вирощування ремонтного молодняку ВРХ, виробництво товарної риби за дво- та трилітнім оборотами тощо), а також коли поточні витрати і результати виробництва унаслідок зміни режиму роботи об'єкта істотно змінюються по роках експлуатації.

Економічний ефект, який додатково одержано суб'єктами племінної справи у тваринництві від використання у виробництві нового або удосконаленого селекційного досягнення, визначають через порівняння в аналогічних умовах продуктивності тварин цього досягнення або відповідних структурних одиниць у окремих суб'єктів господарювання або загалом за суб'єктами господарювання певної зони розведення нового селекційного досягнення.

Економічний ефект від використання у виробництві нового або удосконаленого селекційного досягнення розраховують за формулою:

$$E = Ц \times \frac{P \times H}{100} \times L \times K, \quad (15.9)$$

де E – економічний ефект (вартість додатково одержаної продукції), грн; $Ц$ – реалізаційна ціна за одиницю продукції, грн; P – середня продуктивність ровесників (ровесниць) у відповідних одиницях; H – середня надбавка основної продукції на 1 голову селекційного досягнення, вирахована у відсотках порівняно з ровесницями; L – постійний коефіцієнт 0,75, пов'язаний з витратами на одержання додаткової продукції; K – чисельність поголів'я тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення.

Для більш повної характеристики економічної ефективності виробництва молока за різних технологій утримання молочних корів використовують показник *прибутково-енергоощадного коефіцієнта виробництва молока*, який розраховують за формулою (Польова О.Л.):

$$ПЕОК = [(П \times Т) \times \frac{E_{цм}}{E_{цк}}] : 20000, \quad (15.10)$$

де ПЕОК – прибутково-енергоощадний коефіцієнт; $П$ – прибуток від однієї корови, грн.; $Т$ – товарність молока, %; $E_{цм}$ та $E_{цк}$ – енергетична цінність молока та кормів, МДж; 20000 – емпіричне число.

Ефективність технологій за прибутково-енергоощадним коефіцієнтом виробництва молока визначають на основі п'яти рівнів ефективності (табл. 15.1).

Таблиця 15.1 – Шкала рівня ефективності технології за прибутково-енергоощадним коефіцієнтом виробництва молока

Рівень ефективності технології	Умове позначення рівня ефективності	Прибутково-енергоощадний коефіцієнт виробництва молока, балів
Недопустимий	Нд	до 1
Умовно-допустимий	Уд	1,01–2,00
Допустимий	Д	2,01–3,00
Високий	В	3,01–4,00
Найвищий	Н	більше 4,01

Якщо економічний ефект за показниками продукції або у вартісному вираженні визначити важко чи неможливо, встановлюють фактичну цінність селекційного досягнення з урахуванням сукупності біологічних і господарських ознак, якості продукції, стійкості тварин до захворювань, стресостійкості, норову та інших властивостей і особливостей.

За визначення соціального ефекту від впровадження наукової розробки найважливішими показниками є:

- 1) зменшення чисельності промислово-виробничого персоналу (умовне вивільнення працюючих);
- 2) підвищення продуктивності праці на підприємстві.

Умове вивільнення працюючих розраховують за формулою:

$$\Delta\varphi_t = (T_1 - T_2) \times A_t, \quad (15.11)$$

де $\Delta\varphi_t$ – умовне вивільнення працюючих в t -м році, чол.; T_1 і T_2 – трудомісткість одиниці продукції в натуральному вираженні від впровадження наукової розробки і в t -м році, чол.; A_t – обсяг виробництва в t -м році, у натуральних одиницях.

Підвищення продуктивності праці на підприємстві розраховують за формулою:

$$B_t = ((\varphi_1/\varphi_t - \Sigma\Delta\varphi_1) - 1) \times 100 \%, \quad (15.12)$$

де B_t – ріст продуктивності праці за рахунок впровадження наукової розробки в t -м році, %; φ_1 – середньооблікова чисельність працівників у році, що передусє впровадженню наукової розробки, чол.; $\Delta\varphi_1$ – зменшення чисельності працівників (умовне вивільнення працюючих) за рахунок впровадження наукової розробки в t -м році, чол.

Для визначення економічної ефективності результатів наукових досліджень пов'язаних із впровадженням у виробництво нової техніки, обладнання, систем утримання тварин тощо, застосовують систему показників, які враховують ефективність капітальних вкладень.

Ефективність капітальних вкладень визначають за співвідношенням отриманого ефекту та витрат. При цьому розрізняють два поняття ефективності. У плануванні і проектуванні визначають *загальну (абсолютну) економічну ефективність*, як відношення ефекту до всієї суми капітальних вкладень (загальних витрат), а за вибору конкретних варіантів *порівняльну економічну ефективність*, яка показує, наскільки один варіант ефективніший за інший.

Критерій (коефіцієнт) економічної ефективності капітальних вкладень по окремому підприємству, окремих заходах і техніко-економічних проблемах визначають як відношення прибутку до капітальних вкладень, або як різницю між вартістю продукції в оптових цінах і її собівартістю та розраховують за формулами:

$$E_k = \frac{P_p}{K} \quad \text{або} \quad E_k = \frac{B_p - Z_v}{K}, \quad (15.13)$$

де E_k – коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень; P_p – прибуток від реалізації продукції, грн; B_p – виручка від реалізації продукції, грн; Z_v – загальні витрати підприємства на виробництво продукції (собівартість усієї продукції), грн; K – капітальні вкладення на здійснення заходу, грн.

Іноді в окремих наукових дослідженнях виникає необхідність визначити *термін окупності капітальних вкладень*. Показник терміну окупності витрат на нову техніку або обладнання є зворотною величиною відповідно до коефіцієнта економічної ефективності:

$$T = \frac{1}{E_k}, \quad (15.14)$$

де T – термін окупності витрат на нову техніку або обладнання, роки; E_k – коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень.

Отже, термін окупності капітальних вкладень дорівнює відношенню їх суми до прибутку або економії від зниження собівартості:

$$T = \frac{K}{P_p} \quad \text{або} \quad T = \frac{K}{B_p - Z_v} \quad \text{або} \quad T = \frac{K}{C_1 - C_2}, \quad (15.15)$$

де T – термін окупності витрат на нову техніку або обладнання, роки; P_p – прибуток від реалізації продукції, грн.; B_p – виручка від реалізації продукції, грн; Z_v – загальні витрати підприємства на виробництво продукції (собівартість усієї продукції), грн; K – капітальні вкладення на здійснення заходу (придбання нової техніки

або обладнання), грн; C_1 і C_2 – собівартість продукції до і після здійснення заходу щодо впровадження нової техніки, грн.

Показники розрахунку фактичної економічної ефективності доцільно порівняти з плановими нормативами та відповідними показниками аналогічних передових підприємств галузі тваринництва. Якщо отримані коефіцієнти економічної ефективності вище планових, то заходи, що передбачають для впровадження у виробництво, економічно ефективні.

Окрім основних показників, загальну економічну ефективність витрат на нову техніку або обладнання, характеризують і додаткові, зокрема: витрати на проведення наукових досліджень; приріст доходу та прибутку на підприємстві; підвищення продуктивності праці та зниження собівартості продукції, що обумовлені впровадженням наукової розробки; поліпшення інших техніко-економічних показників роботи підприємства.

За порівняння декількох варіантів наукової розробки, показником економічної ефективності капітальних вкладень є *мінімум їх витрат*.

Витрати по кожному конкретному варіанту визначають як суму поточних витрат (собівартість усієї продукції) і капітальних вкладень, приведених за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності до однакової розмірності:

$$C_1 + E_n + K_1 = \min, \quad (15.16)$$

де C_1 – поточні витрати (собівартість) за кожним варіантом, грн; E_n – нормативний коефіцієнт капітальних вкладень (визначається у кожній галузі окремо); K_1 – капітальні вкладення за кожним варіантом, грн.

Одним з головних завдань, що стоїть перед тваринницькою галуззю, є поліпшення якості продукції та підвищення її харчової і біологічної цінності. Тому смакові властивості молока, м'яса, яєць мають постійно поліпшуватися. Впровадження багатьох нових наукових розробок у виробництво дозволяє поліпшити якість тваринницької продукції, проте цей чинник за розрахунків економічної ефективності не завжди враховують.

Неврахування специфіки сільськогосподарського виробництва в розрахунках економічної ефективності наукових досліджень може призвести до неправильного визначення одноразових витрат і суми економії від зниження собівартості на підприємстві. Це, зокрема, позначається на обґрунтованості іншого показника економічної ефективності – терміну окупності капітальних витрат, що часто призводить до зниження ефективності використання наукової розробки в тваринницькій галузі.

Найважливішою особливістю тваринницької галузі, що визначає

специфіку розрахунків економічної ефективності є те, що у зв'язку з коливаннями попиту можливе зниження або зростання обсягу виробництва продукції. Тому для сільського господарства в умовах госпрозрахунку і самофінансування досягнення максимального прибутку і найбільшого рівня рентабельності можливо, здебільшого, завдяки зниженню витрат виробництва, підвищенню продуктивності праці та поліпшенню якості продукції.

Прибуток (P_p), отриманий від впровадження наукової розробки, є сумою прибутків через *зниження собівартості* (P_{p1}), *збільшення обсягу реалізації* (P_{p2}) та *поліпшення якості продукції* (P_{p3}):

$$P_p = P_{p1} + P_{p2} + P_{p3}, \quad (15.17)$$

Прибуток від зниження собівартості продукції є основною складовою суми прибутку, отриманого в результаті впровадження наукової розробки. Його розраховують за формулою:

$$P_{p1} = (C_c - C_n) \times A_n, \quad (15.18)$$

де P_{p1} – прибуток від зниження собівартості продукції, грн; C_c і C_n – собівартість одиниці продукції до і після впровадження наукової розробки, грн; A_n – обсяг виробництва тваринницької продукції після впровадження наукової розробки у відповідних одиницях.

Прибуток від збільшення обсягу реалізації продукції розраховують за формулою:

$$P_{p2} = (Ц - C_n) \times \Delta A_n, \quad (15.19)$$

де P_{p2} – прибуток від збільшення обсягу реалізації продукції, грн; $Ц$ – реалізаційна ціна одиниці продукції, грн.; C_n – собівартість одиниці продукції після впровадження наукової розробки, грн.; ΔA_n – приріст обсягу тваринницької продукції, що реалізується, в результаті впровадження наукової розробки.

Прибуток від поліпшення якості продукції розраховують за формулою:

$$P_{p3} = (Ц_n - Ц_c) \times A_n, \quad (15.20)$$

де P_{p3} – прибуток від поліпшення якості продукції, грн; $Ц_n$ і $Ц_c$ – реалізаційна ціна одиниці продукції до і після впровадження наукової розробки, грн; A_n – обсяг виробництва тваринницької продукції підвищеної якості після впровадження наукової розробки у відповідних одиницях.

Показник P_{p3} практично не впливає на загальну суму прибутку, що отримують в результаті впровадження наукової розробки на сільськогосподарських підприємствах. Враховувати цю частину прибутку на виробництві необхідно лише в тих випадках, коли після впровадження наукової розробки значно поліпшується якість

виробленої продукції.

У разі однакових обсягів виробництва тваринницької продукції до і після впровадження наукової розробки і за незмінних цін, прибуток розраховують за формулою:

$$P_p = C_c - C_n, \quad (15.21)$$

де P_p – прибуток, отриманий від впровадження наукової розробки, грн; C_c і C_n – собівартість всієї продукції до і після впровадження наукової розробки, грн.

Отже, економічна ефективність від впровадження результатів наукових досліджень у сільськогосподарське виробництво характеризується такими основними показниками:

- 1) капітальними вкладеннями або витратами на впровадження наукової розробки;
- 2) собівартістю продукції в результаті впровадження наукової розробки;
- 3) терміном окупності або коефіцієнтом ефективності витрат;
- 4) економічним ефектом.

Крім основних показників, для детального аналізу економічної ефективності виробництва продукції і визначення способів підвищення ефективності витрат на впровадження наукової розробки, необхідно використовувати додаткові показники: виробництво продукції на одного працівника, трудомісткість виробництва продукції, зміни оборотних коштів, збитки від ліквідації старого обладнання, специфічні втрати (витрати на придбання малоцінного або швидкозношуваного інвентарю) у виробництві та ін.

Для оцінки вартості проведення науково-дослідних робіт, доцільно застосовувати функціонально-вартісний аналіз (ФВА). Метод ФВА працює за наступним алгоритмом.

На першому етапі визначають послідовність функцій, необхідних для виконання роботи. Спочатку виявляють всі можливі функції, після чого їх розподіляють за двома групами: які впливають на якість результату і не впливають. Далі на цьому етапі проводять оптимізацію послідовності: усувають або скорочують кроки, які не впливають на якість, і водночас скорочують вартість.

На другому етапі для кожної функції визначають трудовитрати і вартість. Потім для кожної функції на основі отриманих оцінок визначають кількісну характеристику джерела витрат. Після того як для всіх функцій будуть визначені їх джерела витрат, проводять остаточний розрахунок витрат на виконання тієї чи іншої роботи.

ТЕМА 16

ФОРМУВАННЯ ГРУП ТВАРИН ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета. Засвоїти основні принципи та вимоги до формування груп тварин для проведення різних видів експериментальних досліджень.

Види зоотехнічних експериментів

Для вирішення багатьох завдань у тваринницькій галузі, наприклад, пов'язаних з вивченням впливу нових кормових добавок на фізіолого-біохімічні процеси, що відбуваються в організмі тварин та їхні продуктивні якості, доводиться вдаватись до експерименту. Це пов'язано з тим, що аналітичне або чисельне розв'язання даного завдання в межах сучасного математичного апарату й наявних технічних засобів неможливо.

Поряд з теорією, експеримент є однією з форм пізнання об'єктивного світу. Він являє собою послідовність заздалегідь обумовлених дій, що здійснюються з метою вивчення об'єктивних закономірностей і характеристик процесу або об'єкта дослідження. Експеримент складається із сукупності різних досліджень, що є його складовими елементами. Від звичайного пасивного спостереження експеримент відрізняється активним впливом дослідника на досліджуване явище.

Під поняттям *експеримент* розуміють науково поставлений дослід та спостереження досліджуваного явища в точно врахованих умовах, які дозволяють слідкувати за перебігом явищ і відтворювати їх щоразу за повторення цих умов. Основною метою експерименту є всебічне, об'єктивне й ґрунтовне вивчення явищ, процесів, їх характеристики та зв'язки на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також отримання корисних для діяльності людини результатів і впровадження їх у виробництво для підвищення його ефективності. Для наукового експерименту характерні об'єктивність, відтворюваність, доказовість і точність.

Важливе значення експериментального методу у зоотехнічній науці обумовлено низкою його переваг, що дозволяє ґрунтовніше вивчати фізіологічні та біохімічні процеси, що відбуваються у живих організмах.

Експеримент як метод наукового дослідження має наступні особливості:

- більш активна, ніж за спостереження, робота з об'єктом аж до його зміни і перетворення;
- багатократне відтворення досліджуваного об'єкта за бажанням дослідника;

– можливість виявлення таких властивостей та зв'язків, що не спостерігаються у природних умовах;

– можливість розгляду явища в чистому вигляді за допомогою ізоляції його від ускладнюючих обставин або через зміну умов експерименту;

– можливість контролю за поведінням об'єкта дослідження і перевірки результатів;

– спрямування експерименту певною гіпотезою, ідеєю, концепцією і використання його для їх перевірки.

Зоотехнічний експеримент ставлять в наближених до виробничих умов формах, які нерідко дають можливість прямо переносити його результати в господарську діяльність. У ньому порівнюють або дію різних чинників на однакових (подібних) тварин, або дію однакових чинників, але на різних тварин (за породою, статтю, віком і т. п.). Під чинником розуміють будь-який вплив на господарсько корисні ознаки, що вивчають. Чинники можуть бути:

– фізичні (температура, вологість, освітленість, рівень радіації та ін.);

– хімічні (склад раціону, різні поживні та біологічно активні речовини);

– біологічні (спадковість, порода, стать, вік);

– умови утримання (наприклад, підлогове або кліткове утримання курчат-бройлерів);

– специфічні ознаки (наприклад, довжина ніг як чинник, що впливає на жвавість коня).

У зоотехнії використовують три види експериментів: науковий, науково-господарський та виробничий.

Науковий експеримент – це цілеспрямоване вивчення за допомогою наукових методів певних явищ і процесів, аналіз впливу на них різних факторів, а також дослідження взаємодії між явищами з метою отримати переконливо доведені та корисні для науки і практики рішення. Його проводять зазвичай в спеціальних умовах (лабораторії або віварії) із застосуванням технічних засобів (приладів, спеціальних моделювальних установок, стендів, обладнання), що дає змогу реєструвати й обробляти отриману інформацію. Він покликаний відповісти на питання фізіологічного, біохімічного, мікробіологічного або генетичного змісту, що цікавить зоотехніка-дослідника.

Науковий експеримент дозволяє забезпечити високу точність результатів, створити оптимальні умови для дослідження процесів і явищ, здійснити майже повний контроль за всіма змінними ознаками, повторити дослідження в аналогічних умовах із мінімальними витратами часу та ресурсів.

Його проводять на сільськогосподарських або на лабораторних тваринах. Кількість дослідних тварин у кожній групі невелика – 3–5 голів. У дослідях, здебільшого, абстрагуються від індивідуальних властивостей тварин і з'ясовують більш загальні біологічні закономірності. Головною відмінною особливістю таких дослідів є те, що у них не вивчають питання технологічного змісту (системи утримання, тип годівлі тварин, методи розведення тощо). Прикладом наукових експериментів можуть бути *фізіологічні дослід*, у яких вивчають обмежені сторони діяльності організму тварин у статичній або динамічній – перетравність поживних речовин корму, обмін речовин і енергії, секреторна та рухова функції відділів шлунково-кишкового тракту тощо. Фізіологічні дослід дозволяють розкрити внутрішні особливості біологічного процесу синтезу речовин у тваринному організмі, його вузькі місця, що лімітують рівень продуктивності тварини. Фізіологічні дослід проводять або окремо, або на основі науково-господарських дослідів.

Однак, науковий експеримент не завжди повністю моделює реальний перебіг процесу з урахуванням дії різних випадкових чинників виробничого середовища, тому виявлені особливості та закономірності перебігу біологічних процесів мають часто теоретичний прояв, не дають можливості робити безпосередні висновки про закономірності перебігу цих самих процесів в умовах виробництва.

У зв'язку з цим виникає необхідність у проведенні науково-господарського експерименту, який дозволяє вивчити явище або об'єкт в реальних виробничих умовах.

Науково-господарський експеримент (дослід) є основним у зоотехнії. Лише науково-господарський дослід дозволяє вивчити вплив різних чинників на закономірності утворення та накопичення тваринницької продукції в процесі, наближеному до виробництва. Кожен науково-господарський дослід залежно від природи досліджуваного чинника (годовлі, утримання, спадковості тощо) має супроводжуватися за можливості комплексом хімічних, обмінних, фізіологічних, анатомо-гістологічних, економічних та інших наукових досліджень, що дозволяють глибше проаналізувати отримані результати і точніше з'ясовувати способи практичного їх використання. Отримані дані можуть бути розглянуті з різних сторін (біологічної, технологічної, економічної), що мають визначальне значення для правильної побудови процесу виробництва тваринницької продукції.

Науково-господарський дослід дає змогу оцінити кінцеву технологічну ефективність того чи іншого елемента утримання тварин, раціону або селекційного методу.

Різноманітність досліджень потребує збільшення кількості дослідних тварин у науково-господарських експериментах, порівняно з науковими. Досить часто на основі науково-господарських дослідів проводять фізіологічні досліді. У таких випадках із групи дослідних тварин відбирають найбільш схожих особин і на них виконують необхідні дослідження.

Отже, науково-господарський експеримент дає відповідь не лише на питання біологічного змісту, а також надає важливі відомості про те, в яких виробничих умовах можливе використання розкритих біологічних закономірностей, наскільки нові елементи технології потенційно більш економічні, ніж нині використовувані.

Іноді, науково-господарському експерименту можуть передувати так звані *розвідувальні (рекогносцирувальні) дослідження*, які проводять на невеликій кількості тварин (5–6 голів), практично в одній повторності.

Основними результатами науково-господарських експериментів є такі:

- підтвердження теоретичних закономірностей результатами експерименту;
- розробка нових методів і методик, кормових добавок та ін., які використовувались в дослідженні;
- застосування розроблених методів і методик, кормових добавок, систем утримання тварин та ін. у технологічному процесі, контролю, аналізу, оцінки, організації управління галуззю, підприємством, тощо;
- застосування результатів досліджень в навчальному процесі.

Однак і науково-господарський експеримент не дозволяє отримати всіх даних для технологічних висновків. Ті відомості технологічного змісту, які можна з нього отримати, мають переважно гіпотетичний прояв, адже у великому серійному виробництві деякі, наспіх розв'язувані в експерименті “дрібниці” (у зв'язку з невеликою кількістю в досліді тварин), можуть призвести до значних виробничих проблем.

Як би ретельно не проводились експериментальні дослідження науковцями та науково-педагогічними працівниками, вони не можуть враховувати всі фактори, які діють в умовах виробництва. Тому впровадження у виробництво на першій стадії потребує додаткової перевірки результатів експериментальних досліджень у виробничих умовах.

Тому лише у *виробничому експерименті (досліді)* є можливість виявити всі технологічні та економічні параметри і за позитивних результатів рекомендувати їх для широкого використання в аналогічних умовах сільськогосподарських підприємств. Виробничий

дослід є завершальним і обов'язковим етапом наукових досліджень. Він дає змогу перевірити результати науково-господарського дослід, тому що останній має передбачуваний характер. Результати виробничого дослід порівнюють із середніми показниками по стаду за період, що передував дослід, або тією частиною стада, яку не досліджували.

Виробничий дослід має наступні особливості:

1) дослідження об'єкта проводять у конкретній технології виробництва з метою перевірки результатів науково-господарських дослідів;

2) в основі пізнання лежить трудова дія на об'єкт, яка може повторюватися багаторазово у тих варіаціях умов життя, які складаються у виробництві нині або були в історії його розвитку;

3) тривалий дослід (може тривати іноді декілька років);

4) охоплює значну кількість тварин, що недоступно науковому та науково-господарському експериментам;

5) дозволяє включати в дослід декілька великих господарств, що розташовані в різних природно-кліматичних зонах;

6) упродовж дослід не лише накопичуються наукові знання, насамперед це перевірка і впровадження наукових досягнень у конкретне виробництво.

Місцем виробничої перевірки результатів наукових досліджень можуть бути дослідні та базові господарства, спеціалізовані ферми та комплекси, селянські та фермерські господарства. Виробничий дослід проводять за спеціально розробленою і затвердженою методикою на клінічно здорових тваринах. Тривалість виробничого дослід має відповідати тривалості технологічного циклу виробництва конкретного виду тваринницької продукції (м'яса, молока, яєць, меду).

Виробничий дослід дає можливість як зооінженеру, так і науковому працівнику вдосконалювати технологічний процес виробництва тваринницької продукції, знаходити способи підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин і птиці та якості їх продукції.

Для отримання об'єктивних даних в експериментальних дослідженнях важливе значення має повторність дослідів. У зв'язку з цим, у кожному експерименті, залежно від конкретних завдань досліджень, встановлюють необхідне число повторень. Зазвичай, у наукових і науково-господарських дослідках має бути не менше двох повторюваностей. Повторні дослід можна проводити в одні й ті ж терміни впродовж двох суміжних років або в різні сезони року, або в різних природно-кліматичних зонах. У дослідках на молодняку – це дослід на молодняку, що народився у літньо-осінній та зимово-

весняний періоди. У дослідах на лактуючих тваринах – це зимовий (стійловий) та літній (пасовищний) періоди і т. п. У ряді випадків, особливо в експериментах по розведенню тварин, повторність дослідів проводять впродовж декількох поколінь.

Формування груп тварин для проведення наукових досліджень

Успішне проведення експериментальних досліджень насамперед залежить від правильного формування дослідних груп тварин.

В основі зоотехнічних дослідів закладено принцип порівняння. Оскільки лише на основі порівняння є можливість чітко визначити в експерименті вплив досліджуваного чинника на дослідних тварин, за подібності та рівності всіх інших чинників між групами.

В усіх дослідженнях один з варіантів порівняння (група тварин, раціон, спосіб утримання) приймають за контрольний, інші – за дослідні.

За формування дослідних груп тварин для проведення наукових досліджень необхідно керуватися встановленими для кожного виду тварин методичними принципами.

Розподіл різних видів і технологічних груп тварин на аналогічні групи проводять за такими показниками та вимогами:

- корови
- 1) порідність – однакова або близька;
- 2) вік – різниця не більше 1–2 роки;
- 3) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 5 % (між коровами-аналогами в середині групи – 10 %);
- 4) вгодованість – не нижче середньої вгодованості;
- 5) лактація за рахунком – різниця не більше як на 1-ну лактацію;
- 6) днів останньої лактації – різниця між групами не більше 30 днів;
- 7) середньодобовий надій за останні 10–20 днів – допустиме відхилення між групами не більше 5–10 %;
- 8) процент жиру в молоці – різниця не більше 0,2–0,3 % (між крайніми показниками);
- 9) дата парування – різниця не більше 15 днів;
- 10) походження – бажано сестри по батькові;
- молодняк великої рогатої худоби
- 1) вік – різниця між групами не має перевищувати 10–15 днів (в середині групи – не більше 20–25 днів);
- 2) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 5 %;
- 3) вгодованість – не нижче середньої вгодованості;
- 4) стать – аналоги мають бути однаковими;
- 5) продуктивність матері:

- а) лактація за рахунком – різниця не більше як на 1-ну лактацію;
- б) надій за лактацію – різниця не більше 5–10 %;
- в) процент жиру в молоці – різниця не більше 0,2–0,3 % (між крайніми показниками);
- б) походження – бажано сестри або брати по батькові (допускається напівсестри або напівбрати по батькові);
 - свиноматки
 - 1) порідність – однакова або близька;
 - 2) вік – різниця між групами не має перевищувати 30 днів;
 - 3) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 5 % (між матками-аналогами в середині групи – 10 %);
 - 4) дата опоросу – різниця не більше 5–20 днів (5 днів – між матками-аналогами в середині групи, 20 днів – між групами);
 - 5) багатоплідність – допустиме відхилення між групами не більше 5 %;
 - 6) великоплідність – допустиме відхилення між групами не більше 5 %;
 - 7) молочність (умовна) – допустиме відхилення 2–5 % (2 % – між матками-аналогами в середині групи, 5 % – між групами);
 - 8) жива маса поросят за відлучення – допустиме відхилення між групами не більше 5 %;
 - 9) походження – від одних кнурів-плідників або від свиноматок-сестер;
 - молодняк свиней
 - 1) порідність – однакова або близька;
 - 2) вік – різниця між групами не має перевищувати 5 днів (між поросятами у групі – 10 днів);
 - 3) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 5 %;
 - 4) стать – аналоги мають бути однаковими;
 - 5) енергія росту (середньодобовий приріст) – різниця у середньодобовому прирості між групами не більше 5 %;
 - 6) походження – від одних кнурів-плідників і свиноматок (повні брати та сестри) або напівсестри і напівбрати по батькові;
 - вівцематки
 - 1) порідність – однакова або близька;
 - 2) вік – різниця між групами не має перевищувати 30 днів;
 - 3) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 5 %;
 - 4) вгодованість – не нижче середньої вгодованості;
 - 5) настриг вовни – різниця не більше 2 % (між вівцематками-аналогами в середині групи – 5 %);
 - 6) походження – бажано сестри по батькові;
 - молодняк овець

- 1) порідність – однакова або близька;
- 2) вік – різниця між групами не має перевищувати 5 днів (між ярками і баранчиками у групі – 10–15 днів);
- 3) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 5 %;
- 4) стать – аналоги мають бути однаковими;
- 5) походження – від одних баранів-плідників (напівсестри і напівбрати по батькові);
 - доросла сільськогосподарська птиця
- 1) походження – однієї породи, кросу або лінії;
- 2) вік – одного віку;
- 3) стать – аналоги мають бути однаковими;
- 4) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 3 %;
- 5) продуктивність (несучість, маса яєць і т. п.) – різниця не більше 3 %;
 - молодняк сільськогосподарської птиці
- 1) походження – однієї породи, кросу або лінії;
- 2) вік – одного віку;
- 3) стать – аналоги мають бути однаковими;
- 4) жива маса – допустиме відхилення між групами не більше 3–5 %;
- 5) фізіологічний стан (рухливість, стан пуповини та оперення) – аналоги мають бути однаковими.

У бджільництві сім'ї-аналоги підбирають так, щоб була забезпечена їх рівність за силою, кількістю розплоду, корму, стільників, за віком і походженням маток.

За формування групи сімей, обов'язково необхідно враховувати пору року. Зокрема, на період зимівлі бджолині сім'ї здебільшого добирають за походженням і віком маток (ці дані беруть із записів журналу пасічного обліку), кормовими запасами, переважно вуглеводних кормів, чисельністю бджіл. У активний період життєдіяльності сімей – і за іншими ознаками (силою, кількістю розплоду, корму, стільників). Однак, залежно від поставлених завдань, у дослідях можуть бути використані бджолині сім'ї, що мають різну чисельність робочих бджіл, а саме: слабкі, середні і сильні. На період весняної та осінньої ревізій сила слабких сімей має становити 4–5, середніх – 6–7, а сильних – 8–9 вуличок. Влітку, залежно від періоду головного медозбору, сила сімей може досягати 1420 вуличок і більше.

Кількість тварин у дослідних групах має бути така, щоб індивідуальні якості окремих особин не справляли визначального впливу на результати дослідів і щоб можна було провести обробку отриманих експериментальних даних класичними статистичними методами. За незначної кількості тварин у групі статистична достовірність отриманих у досліді даних різко знижується. Надто

велика кількість тварин в групах також не завжди бажана, оскільки в цьому випадку ускладнюється вивчення індивідуальних реакцій тварин у групі, виникають додаткові труднощі щодо збереження ідентичності умов утримання тварин у приміщеннях, у техніці годівлі і т. п., що знижує технічну точність дослідів. Крім того, суттєво ускладнюється облік показників, особливо якщо ставиться завдання на основі науково-господарського досвіду провести фізіологічні, морфологічні та біохімічні дослідження.

Кількість тварин у контрольній та дослідних групах має бути, здебільшого однаковою.

У зоотехнії, для визначення необхідної кількості тварин у групі використовують наступні формули:

– формула П.Я. Аранді

$$n = 2t^2 \times \frac{Cv^2}{(X_1 - X_2)^2}, \quad (16.1)$$

– формула Є.К. Меркур'євої

$$n = \frac{Cv^2 \times t^2}{E^2}, \quad (16.2)$$

де: n – необхідна кількість тварин у групі; t – критерій вірогідності за того чи іншого рівня імовірності (за $P \geq 0,95$ – $t = 1,96$; за $P \geq 0,99$ – $t = 2,576$; за $P \geq 0,999$ – $t = 3,291$); Cv – коефіцієнт мінливості ознаки, %; $X_1 - X_2$ – величина різниці між середніми показниками дослідних груп, %; E – допустима похибка, % (вважається цілком задовільним, якщо E не перевищує 3–5 %).

Оперування за визначення кількості необхідних тварин у дослідних групах лише до величин передбачуваної мінливості та бажаної різниці між середніми показниками без урахування всієї суми зоотехнічних прийомів і умов ведення експерименту не може дати реального уявлення про дійсно необхідну кількість тварин. Проте за правильності початкових параметрів такі розрахунки дозволяють орієнтовно визначити розмір групи.

На підставі багаторічного досвіду дослідницької роботи у галузі тваринництва, вчені виділили наступні основні методичні критерії, що визначають кількість тварин у зоотехнічних дослідях.

За проведення науково-господарських дослідів кількість тварин у кожній групі має бути не менше:

- корови – 10–12 голів;
- бугаї-плідники – 3–5 голів;
- молодняк ВРХ – 15–20 голів;
- свиноматки – 6–8 голів;
- кнури-плідники – 3–5 голів;

- поросята-відйомиші та молодняк свиней на відгодівлі – 10 голів;
- вівцематки – 15–20 голів;
- барани-плідники – 3–5 голів;
- молодняк овець (ярок або баранчиків) – 20–25 голів;
- доросла птиця – 50–60 голів;
- молодняк птиці – 80–100 голів;
- бджолині сім'ї (досліди з етіології, утримання, годівлі бджіл) – 3–20 сімей;
- бджолині сім'ї (досліди з розведення і селекції) – 10–60 сімей.

У розвідувальних (рекогносцирувальних) дослідях кількість тварин у групах може бути менша на 50 %, ніж у науково-господарських дослідях.

У виробничих дослідях кількість тварин у групі встановлюють з урахуванням технології, що склалася у господарстві. Водночас, у кожній групі кількість тварин має бути не менше:

- корови або нетелі – 50 голів;
- бугаї-плідники – 6 голів;
- молодняк ВРХ до 6-місячного віку – 20 голів;
- молодняк ВРХ на відгодівлі – 100 голів;
- ремонтний молодняк ВРХ – 50 голів;
- свиноматки – 20 голів;
- кнури-плідники – 10 голів;
- поросята-відйомиші та молодняк свиней на відгодівлі – 100 голів;
- вівцематки – 100 голів;
- барани-плідники – 10 голів;
- молодняк овець (ярок або баранчиків) – 100 голів;
- доросла птиця: курей або качок – 300 голів;
індичок або гусей – 200 голів;
- молодняк птиці: курчат або каченят – 500 голів;
індиченят або гусенят – 300 голів;
- бджолині сім'ї – 120–200 сімей.

Кількість груп тварин у дослідях зазвичай дорівнює числу чинників, що вивчають, плюс 1 (контрольна група). Водночас, значна кількість груп ускладнює проведення дослідів і призводить до зниження його точності.

Оптимальною у наукових і науково-господарських дослідях вважається кількість груп тварин – 4 (одна контрольна і три дослідні групи). У виробничих дослідях зазвичай 2 групи – одна контрольна і одна дослідна.

ТЕМА 17

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛАБОРАТОРНИХ ТВАРИН

Мета. Засвоїти методичні положення проведення наукових експериментів із використанням лабораторних тварин.

Лабораторні тварини – різні види тварин, яких спеціально розводять в умовах лабораторій або розплідників і використовують для експериментальної чи виробничої практики: діагностики захворювань, моделювання різноманітних фізіологічних і патологічних станів, вивчення фармакологічної активності та токсичності лікувально-профілактичних препаратів, хімічних і фізичних факторів, контролю якості виробництва лікувальних засобів (діагностичних сироваток, вакцин, культур тканин тощо), контролю якості продуктів харчування тощо.

Лабораторні тварини використовуються для наукових досліджень у біології, медицині, ветеринарії, зоотехнії та агрономії. В якості лабораторних тварин використовуються різноманітні тварини – від найпростіших до ссавців.

До списку *основних видів* лабораторних тварин, що використовуються в експериментах, входять: лабораторні щури, миші, мурчаки, різні види хом'яків (переважно золотисті), кролі (як стандарт – кролі білі, альбіноси, з червоними очима), птахи (за дослідження ізолятів виділених від птиці); до списку *додаткових видів* – собаки, коти, свині, вівці, полівки, коні, мавпи, віслюки (рис. 17.1).



Рис. 17.1. Види лабораторних тварин.

Найчастіше для проведення лабораторних досліджень використовують щурів, мишей, кролів, мурчаків, тому що вони чутливі до більшої кількості патогенів, мають надзвичайно високий обмін речовин, високу інтенсивність росту та розвитку, малий розмір тіла, велику плодючість, нетривалий термін вагітності, здатність вирощувати своє потомство в короткі терміни.

Деякі з видів постійно розводять у лабораторіях і розплідниках для наукових досліджень (білі миші, щурі, мурчаки, кролі, хом'яки, коти, собаки, мавпи, міні-свині та ін.). Окремих тварин (мишей полівок і піщанок, ховрахів, тхорів, бабаків, броненосців, лемінгів, амфібій, риб та ін.) періодично відловлюють для експериментів у природних умовах. Для деяких досліджень використовують птахів (курей, голубів, канарейок, перепілок та ін.). Частина медичних експериментів проводять на сільськогосподарських тваринах (вівцях, свинях, телятах та ін.). Від загальної кількості лабораторних тварин частка мишей становить приблизно 70 %, щурів – 15 %, мурчаків – 9 %, птахів – 3 %, кролів – 2 % та інших – 1 %.

У наукових дослідженнях широко використовують нелінійних (гетерозиготних) і лінійних (гомозиготних) лабораторних тварин, а також спеціально виведених безмікробних (стерильних) тварин (гнотобіотів). Нелінійних тварин розводять, використовуючи випадкові схрещування, чим забезпечують наявність високого ступеня гетерозиготності. Лінійних тварин розводять методом тісного інбридингу і поділяють на інбредні лінії та мутантні стоки. Лінійні тварини відрізняються від нелінійних постійними реакціями на вплив фізіологічних і патологічних факторів. На лінійних тваринах проводять дослідження у мікробіології, вірусології, паразитології, онкології, імунології, генетиці, фізіології, морфології та ін.

Утримання лабораторних тварин

Утримують лабораторних тварин у віваріях. Приміщення для утримання лабораторних і сільськогосподарських тварин має бути побудовано таким чином, щоб забезпечити оптимальні умови для утримання певних видів тварин і разом з тим забезпечувати неможливість доступу у приміщення віварію сторонніх осіб без відповідного на це дозволу.

Щоб забезпечити протиепідемічний та протиепізоотичний режими, мінімальна кількість приміщень у віварію повинна становити:

- дві ізольовані кімнати для відокремлення та догляду за здоровими та зараженими тваринами;
- кімната ізолятор – приміщення для ізольованого утримання хворих або травмованих тварин;

- приміщення для зберігання і приготування кормів;
- приміщення для очищення, миття та дезінфекції кліток;
- приміщення для зберігання чистих кліток, інструментів, інвентарю, техніки тощо;
- приміщення для тимчасового зберігання трупів і біологічних відходів.

Крім того, у віварії повинно бути окреме приміщення для обслуговуючого персоналу.

Технології утримання лабораторних тварин постійно удосконалюються. Для утримання лабораторних тварин використовують:

- 1) клітки для мишей і щурів та стелажі до них (рис. 17.2);



Рис. 17.2. Клітка для мишей і щурів та стелажі до них.

2) клітки, що вентилюються та стелажі до них (рис. 17.3).
Аеросистема «Вентильовані клітки» дозволяє знизити ризик контамінації (мікробного забруднення) лабораторних тварин, захищає тварин від пилу і алергенів. Ця система сприяє створенню оптимального мікроклімату в кожній окремій клітці: підтримує постійну відносну вологість повітря, знижує концентрацію аміаку і вуглекислого газу. Аеросистему «Вентильовані клітки» з успіхом використовують для проведення короткострокових досліджень на тваринах, а також вона може бути використана у приміщеннях бар'єрного типу;



Рис. 17.3. Клітки, що вентилюються, та стелаж до них.

3) клітки з сітчастою підлогою та стелажі до них (рис. 17.4). Клітки використовуються для утримання мишей і щурів у нетривалих експериментах. Вони дозволяють обходитися без підстилкового матеріалу, особливо коли це викликано характером досліджень. Стелажі для кліток цього типу дозволяють механізувати процес прибирання екскрементів тварин, що має свої переваги;



Рис. 17.4. Клітки із сітчастою підлогою та стелажі до них.

4) *модулі* (рис. 17.5). Призначені для розведення тварин усіх категорій та проведення наукових досліджень з генетики, мікробіології, вірусології, генної інженерії, фармакології, ветеринарії, отримання культур клітин та ін. Модулі бувають двох типів: *конвенційні та бар'єрні*. Такі модулі мають простоту установки і підключення до комунікацій, повне кондиціонування і очищення повітря. Наприклад, модель «BIOMODULE» має: зовнішні габарити – 13,5×3,0×2,87 м; площу – 40,5 м²; потужність вентиляції – 2000 м³/год; систему очищення повітря – 99 % і вище. Споживання електроенергії становить 9,5 кВт· год.



Рис. 17.5. Біомодуль.

Тварини в приміщеннях мають бути розділені за видами та за призначенням:

- тварини для розведення (племінні та племядро);
- тварини для експериментів.

Обов'язковою умовою організації експериментальної лабораторії є наявність спеціального приміщення для проведення експериментів. У приміщенні для проведення експериментів повинна знаходитися шафа, що закривається, для зберігання медикаментів, інструментарію і документації.

У випадках, коли експеримент вимагає знеболення тварини, експериментальна лабораторія повинна мати додатковий мінімум необхідного:

- а) стіл для фіксації тварини;
- б) освітлювальний пристрій;
- в) наркозно-дихальну апаратуру;

г) хірургічний інструмент (скальпелі, голки – відповідно до розмірів тварини) та ін.;

д) медикаменти для премедикацій, знеболення тварини в ході операції, знеболення тварини у післяопераційний період.

Догляд за лабораторними тваринами у віварії

Утримання тварин у віварію повинно відповідати наступним вимогам:

а) утримання у вентильованому, освітленому, опалювальному приміщенні;

б) забезпечення водою для пиття і збалансованим харчуванням;

в) своєчасне прибирання приміщення;

г) розмір кліток для експериментальних тварин (окрім мавп) повинен забезпечувати їм вільне пересування;

д) у якості підстилкового матеріалу використовувати тирсу, стружку, подрібнену солому, лушпиння насіння соняшнику, торф, подрібнені стебла кукурудзи тощо. Підстилка для тварин має бути сухою, добре адсорбувати в себе вологу, не створювати пилу, без грибів та їх токсинів, інфекційних агентів та паразитів. Дозволяється лабораторних тварин утримувати на сітчастих підлогах без підстилки;

е) у приміщенні, де утримуються піддослідні тварини, необхідно дотримуватись тиші, заборонено паління, проведення робіт, пов'язаних із сильними шумовими ефектами. Обслуговуючий персонал та інші особи повинні частіше спілкуватись з твариною, щоб викликати її довіру до людини, поводитись спокійно, без елементів агресії, яку тварина відчуває.

Температура в приміщеннях для утримання різних видів тварин повинна знаходитися в межах:

– для мишей, щурів, хом'яків, мурчаків – 20–24 °С;

– для кроликів, котів, собак, сільськогосподарської птиці, голубів – 15–21 °С;

– для сільськогосподарських тварин – 10–24 °С.

Вологість повітря в приміщенні повинна коливатись в межах 55±10 %. Допускаються певні відхилення, але в межах від 40 % до 70 % і лише на протязі короткого часу.

Освітлення в приміщеннях необхідно регулювати в залежності від біологічних потреб тварин і особливо щодо режиму “світло-темно”.

Вентиляція в приміщенні, де знаходяться піддослідні тварини, має стабілізувати температуру і вологість повітря, забезпечити його чистоту на протязі всього часу перебування тварин, а також очистити повітря, зменшити запахи, знизити вміст у повітрі шкідливих газів, мікробів тощо.

Залежно від умов експерименту, виду тварини і температури навколишнього середовища, повітря у приміщенні необхідно оновлювати 15–20 разів на годину, іноді й частіше. Недопустима вентиляція з рециркуляцією необробленого повітря.

Дотримання чистоти та санітарно-гігієнічних вимог у приміщеннях для тварин забезпечується регулярним прибиранням та миттям кліток, станків і приміщень, зміною підстилки в клітках і загонах. Необхідно встановити графік очищення, миття, знезаражування і, за необхідності, дезінфекції (стерилізації) кліток, реманенту, матеріалів та їх своєчасної заміни.

Утримання тварин в клітках чи в станках здійснюється у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог. У середньому на 1 лабораторну тварину необхідно передбачати залежно від виду, віку та її стану наступну мінімальну площу:

- для мишей і хом'яків – 180 см^2 з висотою клітки 12 см;
- для шурів – відповідно 350 см^2 та 14 см;
- для мурчаків – відповідно 600 см^2 та 18 см;
- для кролів масою 1 кг – відповідно 1400 см^2 та 30 см;
2 кг – відповідно 2000 см^2 та 30 см;
3 кг – відповідно 2500 см^2 та 35 см;
4 кг – відповідно 3000 см^2 та 40 см;
- для котів масою 0,5–1 кг – $0,2 \text{ м}^2$ з мінімальною висотою клітки 50 см;
1–3 кг – відповідно $0,3 \text{ м}^2$ та 50 см;
3–4 кг – відповідно $0,4 \text{ м}^2$ та 50 см;
- для собак із висотою в холці 30 см – $0,75 \text{ м}^2$ з висотою клітки 60 см;
40 см – $1,00 \text{ м}^2$ з висотою клітки 100 см;
70 см – $1,75 \text{ м}^2$ з висотою клітки 175 см.

При розведенні тварин, площа та висота кліток зростає в середньому на 50–60 % для кожної тварини.

Годівля лабораторних тварин

На кормокухні віварію мають бути вивішені норми годівлі тварин і вихід продуктів (у т. ч. й варених кормів) для тварин усіх видів, що утримуються, а також вказано години, у які проводиться годівля і зміна води у напувалках.

Видача кормів повинна проводитися завідуючим складом відповідно до маси тварини. Кожен робітник зобов'язаний розписуватися в журналі за отримані ним корми. Видані корми повинні відповідати нормам за вагою, асортименту та якості. В усіх клітках повинні знаходитися напувалки зі свіжою водою. Режим годівлі у

вихідні та святкові дні має бути таким же, як і в будні дні.

Стандартність годівлі тварин забезпечити на всі 100 % практично неможливо. Стандартизувати склад раціону дуже складно, оскільки для різних тварин є свої особливості годівлі за типом і видом споживання кормів. Більше того, хімічний склад, а, отже, і поживна цінність, однієї і тієї ж зернової культури залежить від складу ґрунтів, клімату, сорту тощо. Тому у всьому світі прийнята система стандартизації раціонів не за складом окремих видів інгредієнтів, а за нормами годівлі.

Норми годівлі розроблені в основному для сільськогосподарських тварин, тобто тварин від яких людина отримує необхідну йому продукцію: м'ясо, молоко, яйця, вовну тощо. Лабораторні тварини відносяться до категорії непродуктивних тварин. У той же час при розведенні лабораторних тварин є прагнення отримати якомога більше приплоду для подальшого продажу або для використання в експериментах. Тоді з'являється елемент продуктивності. У зв'язку з цим, для лабораторних тварин розробляються два види раціонів: *раціон для розведення* і *раціон для утримання*. Неприпустимо використовувати раціон для розведення при утриманні тварин в умовах експерименту (якщо це не обумовлено характером експерименту). Якщо ж використовувати раціон для утримання в під час розведення тварин, то, можна отримати зниження плодючості у них. Корми для лабораторних тварин списуються відповідно до нормативних документів.

Корми для лабораторних тварин (гризунів) зазвичай випускаються у вигляді гранул: діаметром 10 мм, довжина гранули – 15–20 мм. Сьогодні замість звичайної грануляції корму використовується термопластична екструзія – це спеціальний технологічний процес, який проводиться на апаратах – екструдерах, де відбувається короткочасна обробка корму за рахунок нагріву до 130 °С і високого тиску (до 40 атм). За екструзії корму підвищується перетравність поживних речовин, зокрема, вуглеводів на 25 %, жирів на 31 %. Доступнішими для травних ферментів стають біополімери: білки та клітковина. За рахунок цього тварини потребують меншого об'єму корму. Крім того, за екструзії відбувається процес, схожий із пастеризацією, завдяки якому ступінь бактеріального обсіменіння корму знижується у 24 рази, що безумовно, знижує навантаження на імунну систему тварин. Корми для лабораторних тварин не повинні містити антибіотики, гормони, ферменти, стимулятори росту тощо.

Якість води для напування повинна контролюватись на вміст різних домішок та бактеріальне забруднення. Вода повинна постійно знаходитись у напувалках.

Методичні положення при проведенні наукових експериментів з використанням лабораторних тварин

За використання будь-якого методу постановки наукових експериментів на лабораторних тваринах необхідно чітко дотримуватися загальних методичних положень, що наведені нижче.

Обґрунтування вибору тварин для дослідження. Для обґрунтування вибору виду тварин для дослідження доцільно враховувати такі ключові моменти:

- 1) мету та завдання дослідження;
- 2) принципи біоетики;
- 3) характеристику досліджуваного об'єкта.

Наприклад, часто виробництво значних обсягів експериментальних медичних і ветеринарних препаратів пов'язано з технологічними та фінансовими труднощами. У цьому випадку одним із найбільш підходящих для дослідження видів тварин є лабораторні миші (мишам необхідно набагато меншу кількість препарату, ніж тваринам, більших розмірів).

На відміну від мишей, карликові свині або міні-піги характеризуються великими розмірами і вимагають більшої кількості досліджуваного препарату. Проте, у зв'язку з високою генетичною і фізіологічною подібністю з фізіологічними особливостями людини, міні-піги є кращими з точки зору біоетики (можна використовувати 3 тварин у групі замість 10-ти). Крім того, їх використання дозволяє з найбільшою точністю екстраполювати результати досліджень у клініку.

Золотисті хом'яки рідко хворіють на спонтанні захворювання. Проте, для дослідження, вони можуть бути заражені великою кількістю збудників. Вони моделюють різні види захворювань, такі як епілесія, кардіоміопатія, токсоплазмоз, атеросклероз, сифіліс, цукровий діабет та ін.

Кролі, як лабораторні тварини ідеально підходять для вивчення впливу медичних препаратів на судини. Вушна раковина кролів стійка до перепадів температур.

Котів використовують за проведення наукових експериментів з реєстрацією тиску крові та частоти дихання, для визначення токсичності різних сполук, біологічної стандартизації серцевих глікозидів тощо. За проведення різних фізіологічних і фармакологічних досліджень також використовують їх ізольовані органи (серце, кишечник, матку, селезінку). На дорослих котах досліджують стафілококові інфекції, бешиху, дерматомікози, гельмінтозні інвазії. Через те, що відмічається схожість/подібність кровопостачання

серцевих вузлів у людини і котів, ці тварини є цінним об'єктом для вирішення питань у експериментальній кардіохірургії.

Собак використовують для вивчення особливостей травлення у ссавців. Собак обирають в якості об'єктів для наукових експериментів, через їх розміри, витривалість і спокійний норов.

Число тварин у групі. Кількість тварин в експерименті має бути таким, щоб нівелювати їх індивідуальні особливості, які можуть впливати на результати. За невеликого числа тварин у групі статистична достовірність результатів може різко знижуватися. Занадто велика кількість тварин створює великі труднощі у визначенні індивідуальних реакцій тварин, створення ідентичних умов утримання та годівлі. Оптимальною вважається кількість лабораторних тварин у групі 5–10 голів.

Повторність дослідів. Об'єктивність отриманих в експерименті результатів буде високою тільки у тому випадку, якщо вони повторюються вдруге, втретє і т. ін. Зазвичай, повторюваність дослідів повинна бути не менше ніж дворазовою. Повторні дослідів можна проводити в одні й ті ж терміни протягом двох суміжних років або в різні сезони року. Тобто важлива не просто повторність у стереотипних умовах, а важливо, щоб ті ж результати були отримані при дещо відмінних обставинах. Тільки в цьому випадку можна стверджувати, що вплив досліджуваного фактору мав місце.

Способи маркування лабораторних тварин. При виконанні лабораторних досліджень необхідно розрізняти тварин. Існує ряд візуальних способів маркування та ідентифікації дрібних тварин:

– татуювання. Його можна використовувати як для новонароджених, так і для дорослих тварин, як постійний метод ідентифікації. Розпізнавальні татуювання розміщують у місцях, які легко побачити на лабораторних тваринах (пальцях ніг, подушечках пальців, хвості, вухах, грудях, внутрішніх біцепсах і стегнах). Система мікротатуювань є безпечною і гуманною та відповідає вимогам регуляторних органів для використання на лабораторних тваринах. Татуювання проводять спеціальними щипцями або з використанням різних систем. Однією з них є система AIMS, яка складається з машини для татуювань, за допомогою якої можна писати цифри чи інші символи на шкірі лабораторних тварин (рис. 17.6). Перед татуюванням тваринам виконують анестезію;

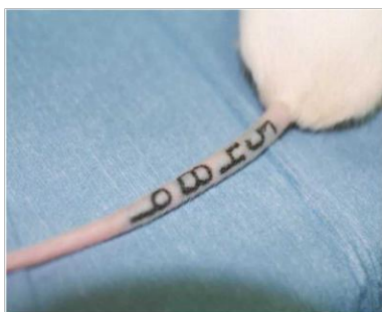


Рис. 17.6. Татуюваний щур за допомогою системи AIMS.

— нанесення надсічок на вушні раковини тварин ножицями або проколювання щипцями (рис. 17.7). Ця техніка є недорогою та легкою, не вимагає спеціальної підготовки чи обладнання;

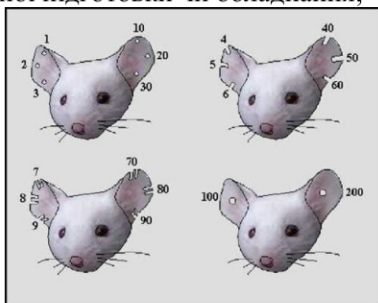


Рис. 17.7. «Ключ» вушної нумерації лабораторних тварин.

— біркування (рис. 17.8). Бірка встановлюється за допомогою спеціальних щипців-аплікатора (діркопробивача) посередині, вертикально біля основи вуха за хрящем і в дистальній третині вушної раковини;



Рис. 17.8. Аплікатор для біркування лабораторних тварин.

– позначення хвоста ручкою, фарбування хутра, вистригання невеликих ділянок шерсті (рис. 17.9). Ці методи використовують для короткочасної ідентифікації тварин. Сліди ручки зберігаються протягом 1–2 діб, тоді як стрижка шерсті може ідентифікувати суб'єктів до 14 діб. Перевагами цих методів є легке застосування, відсутність стресу, виключається необхідність в анестезії та прості технології;



Рис. 17.9. Лабораторні тварини промарковані фарбою.

– нанесення фарби у вигляді крапок на спині та з боків тварини (рис. 17.10). У новонароджених тварин, мітки ставлять фіксатором швидкої дії Буена (склад фіксатора: насичений розчин пікринової кислоти – 75 мл, формалін (нерозведений) – 25 мл, концентрована оцтова кислота ($\text{CH}_3\text{--COOH}$) – 5 мл). Береться барвник і пензлик і маркується тварина у відповідності із присвоєним їй номером. Фарба наноситься на хутро до кореня волосся.

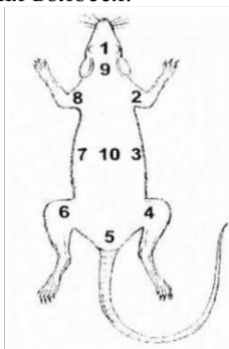


Рис. 17.10. Схема маркування щура за допомогою фарби:

чоло – 1, плече правої передньої лапи – 2, правий бік – 3, стегно правої задньої лапи – 4, основа хвоста – 5, стегно лівої задньої лапи – 6, лівий бік – 7, плече лівої передньої лапи – 8, шия – 9, середина спини – 10, середина спини та чоло – 11, середина спини і плече правої передньої лапи – 12 тощо;

– у коротковусих тварин та у тварин із темним хутром раніше використовували метод ампутації кінцевих фаланг пальців на лапках. Ампутацію проводили під наркозом, але цей метод не є гуманним, тому до нього слід звертатися лише у крайньому випадку.

Правила і техніка безпеки при роботі з тваринами

При експериментальній роботі з лабораторними тваринами необхідно знати правила поводження з ними, володіти методами їх фіксації і дотримуватися техніки безпеки.

При фіксації котів і собак на них варто попередньо одягти намордник. Фіксація проводиться двома особами і починається з фіксації морди.

При фіксації щурів варто попередньо міцно захопити шкіру в потиличній області між вухами, після чого, тримаючи тварину у вертикальному положенні, накинути лямки на задні і передні кінцівки і закріпити їх. Тільки після такої попередньої підготовки тварину можна остаточно фіксувати. Там, де це можливо, краще перед фіксацією тварину наркотизувати.

Кролі та мурчаки під час досліду можуть знаходитися в спеціальних шухлядах-верстатах або бути фіксованими у звичайних верстатах.

По закінченні досліду тварина звільняється в порядку, зворотному фіксації, і переноситься в клітку.

При проведенні експериментів обов'язково потрібно одягти чистий халат, гумові рукавички. Необхідно стежити за чистотою рук та інструментів. Руки треба мити як до, так і після роботи з тваринами, а також їх обробити дезінфікуючою рідиною.

Незважаючи на високу стійкість ссавців до інфекції, при операціях на тваринах застосовують правила септики і асептики діючих в хірургії (система заходів, спрямованих на попередження потрапляння збудників інфекції в рану, тканини, органи, порожнини тіла хворого при хірургічних операціях, перев'язках і діагностичних процедурах), хоча допускається проведення операцій і за напівстерильних умов.

Ні в якому разі не можна брати в експеримент хворих тварин, оскільки, з одного боку, неможливо буде об'єктивно оцінити результати дослідження, а з іншого, це необхідно з метою виключення зараження дослідників зооантропонозами (антропозонози, група інфекційних та інвазійних хвороб, спільних для тварин і людини – сибірка, сеп, бруцельоз, туберкульоз, сказ, ящур, лептоспіроз, трипаносомоз, ехінококоз та інші).

У віварії та лабораторії обов'язково повинна бути аптечка з йодом, перекисом водню, бинтом, ватою. У випадку укусу собакою або кішкою рану відразу промивають перекисом водню або фурациліном або етакредину-лактат і обробляють антисептичними. Потім потрібно звернутися до лікаря.

Собака (кішка), що вкусила людину, повинна бути ізольована та протягом 2 тижнів знаходитися у віварію під наглядом ветеринарного лікаря. Знищувати тварину не дозволяється.

Від експериментальної роботи з тваринами звільняються вагітні жінки, а також дослідники, які мають рани і подряпини на шкірі рук.

Порядок проведення евтаназії (умертвіння тварин).

Гуманним умертвінням тварини (евтаназією) називається швидке і безболісне умертвіння тварини, що не супроводжується у нього почуттям тривоги і страху.

1. Тварина має отримувати адекватний догляд (анестетики, харчування, напування і т. ін.) аж до самого моменту її умертвіння аж до самого моменту її умертвіння.

2. Умертвіння проводиться методами, що виключають передсмертні страждання тварин.

3. Приміщення, де проводиться умертвіння, повинно бути відокремлене від приміщення, де утримуються інші тварини. Забороняється проводити евтаназію одних тварин у присутності інших.

4. У гострих дослідках тварина має бути евтаназована до припинення дії наркозу.

5. Забороняється застосовувати негуманні методи умертвіння тварин, що призводять до загибелі від задущня, електричного струму, больових ін'єкцій, отруєння, курареподібних препаратів, перегріву, та інші больові методи.

6. Забороняється використовувати для умертвіння тварин пестициди з вмістом фосфіду цинку.

7. Оптимальним і універсальним методом умертвіння тварин є передозування наркозу – введення анестетика у летальній дозі.

8. В окремих випадках допускається умертвіння лабораторних тварин іншими методами:

– птахів – шляхом декапітації без попереднього введення інших видів анестетиків;

– дрібних і великих тварин (мишей, щурів, котів, кролів, дорослих собак, свиней та ін.) – шляхом внутрішньовенного введення великих доз тіопенталу натрію.

9. За необхідності вивчення ультраструктури мозку застосовуються миттєві методи евтаназії (наприклад, миттєве заморожування при зануренні тварини в рідкий азот). Використання в цьому випадку електроструму неприпустимо. Якщо передбачається морфологічний аналіз тканин мозку з використанням світлового мікроскопа, то для евтаназії повинні застосовуватися анестетики.

10. Допускається умертвіння тварин шляхом знекровлення. При цьому може бути підібраний метод знеболення, відмінний від фармакологічного впливу.

11. За проведення наукового експерименту із застосуванням міорелаксантів допускається умертвіння тварини шляхом відключення штучного дихання, але лише в умовах збереження наркозу.

12. Умертвіння тварин, що страждають, проводиться негайно, якщо їх страждання неможливо припинити іншим чином.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аквакультура природних водойм. Методичні вказівки та робочий зошит для практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» / В.П. Олешко та ін. Біла Церква, 2021. 53 с.
2. Андрущенко А.І., Вовк Н.І. Аквакультура штучних водойм (Частина II. Індустріальна аквакультура): підручник. Київ, 2014. 586 с.
3. Вдовенко Н.М. Економіка рибогосподарських підприємств: підручник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2017. 212 с.
4. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технологій і стандартизації продуктів тваринництва / О.М. Якубчак та ін. Київ, 2005. 800 с.
5. Ветеринарно-санітарна та технологічна експертиза молока: навчальний посібник / Н.А. Ткаченко та ін. Рівне : «Овід», 2018. 235 с.
6. Високос М.П., Чорний М.В., Бойко О.О., Фурман С.В. Практикум по зоогієні з основами ветеринарної екології. Дніпропетровськ : ДНУ, 2012. 354 с.
7. Вінічук М.М. Метеорологія та кліматологія: практикум. Житомир : ЖДТУ, 2019. 117 с.
8. ВНТП-АПК-04.05. Підприємства птахівництва / М. Галібаренко та ін. Київ : Міністерство аграрної політики, 2005. 90 с.
9. Вовченко Б.О., Корбич Н.М., Кривий В.В. Методичні рекомендації до проведення лабораторно-практичних занять з дисципліни “Технологія виробництва продукції вівчарства й козівництва” для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти четвертого року навчання денної форми. Частина I “Вовнознавство”. Херсон, НМВ ДВНЗ «ХДАУ», 2019. 49 с.
10. Галік О.І. Метеорологічні прилади і методи спостережень: практикум. Рівне : НУВГП, 2008. 134 с.
11. Гопка Б.М., Хоменко М.П., Павленко П.М. *Конярство: підручник*. Київ : Вища освіта, 2004. 320 с.
12. ДСТУ 7670:2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів. [Чинний від 2015-07-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 14 с.
13. ДСТУ 2661:2010. Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови. [Чинний від 2011-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 17 с.
14. ДСТУ ГОСТ 30726-2002. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій виду *Escherichia coli*. [Чинний від 2003-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2012. 14 с.
15. ДСТУ 4426:2005. М'ясо. Яловичина у відрубах. Технічні умови. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 16 с.

16. ДСТУ 2661:2010 Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови. [Чинний від 2011-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 17 с.

17. ДСТУ 3143:2013. М'ясо птиці (тушки). Загальні технічні умови. Зі зміною № 1. [Чинний від 2014-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2013. 20 с.

18. ДСТУ 3938-99. М'ясна промисловість. Продукти забою худоби. Терміни та визначення. [Чинний від 2000-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2000. 65 с.

19. ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови. [Чинний від 2005-12-28]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 25 с.

20. ДСТУ 4569:2006. Жири тваринні і рослинні та олії. Методи визначання йодного числа. [Чинний від 2008-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 13 с.

21. ДСТУ 4823.1:2007. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості, Частина 1. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.

22. ДСТУ 4823.2:2007. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості, Частина 2. Загальні вимоги. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 10 с.

23. ДСТУ 4834:2007. Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання. [Чинний від 2008-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 17 с.

24. ДСТУ 5073:2008. Молоко та вершки. Метод визначення термостійкості за алкогольною пробою. [Чинний від 2009-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 7 с.

25. ДСТУ 6082:2009. Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини [Чинний від 2009-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.

26. ДСТУ 6083:2009. Молоко. Метод визначання чистоти. [Чинний від 2009-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.

27. ДСТУ 7089:2009. Молоко і молочні продукти. Методика підрахування кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, дріжджів і плісневих грибів за допомогою пластин. [Чинний від 2011-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.

28. ДСТУ 7158:2010. М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 14 с.

29. ДСТУ 7670:2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів. [Чинний від 2015-07-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 14 с.

30. ДСТУ 8396:2015. Молоко коров'яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектроскопії (експрес-метод). [Чинний від 2017-07-01]. Київ : ДП “УкрНДНЦ”, 2017. 8 с.

31. ДСТУ 8397:2015. Молоко і молочні продукти. Методи якісного визначення антибіотиків, сульфаніламідів та інших інгібіторів. [Чинний від 2017-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2017. 18 с.

32. ДСТУ 8550:2015. Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП “УкрНДНЦ”, 2017. 11 с.

33. ДСТУ 8552:2015. Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологи та сухої речовини. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП “УкрНДНЦ”, 2016. 13 с.

34. ДСТУ EN 12824:2004. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella*. [Чинний від 2005-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 24 с.

35. ДСТУ IDF 93A:2003. Молоко і молочні продукти. Визначення *Salmonella*. [Чинний від 2004-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 16 с.

36. ДСТУ ISO 11290-1:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення. [Чинний від 2004-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 22 с.

37. ДСТУ ISO 11290-2:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 2. Метод підрахування. [Чинний від 2004-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 20 с.

38. ДСТУ ISO 1211:2002. Молоко. Гравіметричний метод визначення вмісту жиру (контрольний метод). [Чинний від 2003-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 16 с.

39. ДСТУ ISO 3974:2013. Вівці для забою. Терміни та визначення (ISO 3974:1977, IDT). [Чинний від 2014-03-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2014. 8с.

40. ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб. [Чинний від 2003-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 36 с.

41. ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001) Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод Кельдаля. [Чинний від 2007-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 15 с.

42. ДСТУ ISO/TS 6733 (IDF/RM 133):2015. Молоко та молочні продукти. Вимірювання масової частки свинцю методом атомно-абсорбційної спектроскопії із застосуванням графітової печі. [Чинний від 2016-04-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2017. 12 с.

43. ДСТУ ГОСТ 30562-2003. Молоко. Визначення точки замерзання. Термісторний кріоскопічний метод. [Чинний від 2004-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 12 с.

44. ДСТУ ЕЭК ООН ECE/TRADE/308:2007. Баранина. Туші та відруби. Настанови щодо постачання і контролювання якості (ЕЭК ООН ECE/TRADE/308:2006, IDT). [Чинний від 2008-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 70 с.

45. ДСТУ ISO 1442: 2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологі (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT). [Чинний від 2008-03-01]. Київ : Держстандарт України, 2008. 9 с.

46. ДСТУ ISO 1443:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру (ISO 1443:1973, IDT). [Чинний від 2008-03-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 9 с.

47. ДСТУ ISO 936:2008. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT). [Чинний від 2008-09-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 10 с.

48. ДСТУ ISO 937: 2005. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення вмісту азоту (контрольний метод) (ISO 937-1978, IDT). [Чинний від 2007-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.

49. Загорко Н.П., Тарасенко В.Г. Вивчення конструкцій контрольно-вимірювальних приладів та проведення вимірювань: методичні вказівки. Мелітополь : ТДАУ, 2019. 12 с.

50. Задорожна Г.О., Хоменко О.М. Методичний посібник для виконання експериментальних робіт із використанням щурів. Дніпро, 2019. 40 с.

51. Зооекологія. Теоретичні основи та лабораторно-розрахунковий практикум: навчальний посібник / В.П. Славов та ін. Житомир : ЖНАУ, 2016. 140 с.

52. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід. Київ, 2004. 76 с.

53. Інструкція із штучного осіменіння свиней / Відповідальний за вип. Ю.Ф. Мельник. Київ : Аграрна наука, 2003. 56 с.

54. Інструкція по бонітуванню племінних коней заводських порід затверджена науково-технічною радою Міністерства сільського господарства і продовольства України. 1993. 14 с.

55. Ковальський Ю.В., Кирилів Я.І. Технологія одержання продуктів бджільництва: посібник. Львів, 2014. 268 с.

56. Ковальчук І.І., Ковальська Л.М. Мед і методи його дослідження: методичні рекомендації. Львів, 2014. 44 с.

57. Ковтун С.І., Щербак О.В., Метлицька О.І., Стародуб Л.Ф. Методичні рекомендації з оцінки якості призначеної до кріоконсервації спермопродукції та структурної цілісності сперматозоїдів кнурів. Чубинське, 2018. 28 с.

58. Козій В.І. Добробут тварин (історичні, наукові та нормативні аспекти): навчальний посібник. Біла Церква, 2012. 320 с.

59. Колісник О.І., Угнівченко А.М., Антонюк Т.А., Прудніков В.Г. М'ясна продуктивність великої рогатої худоби: монографія. Київ : «ЦП Компрінт», 2018. 429 с.

60. Кононенко В.К., Ібатуллін І.І., Патров В.С. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві. Київ, 2003. 133 с.

61. Кононенко Р.В., Кононенко І.С., Мушит С.О. Технічні засоби в аквакультури: посібник Ч.1. Київ : «ЦП» КОМПРИНТ», 2018. 310 с.

62. Кравченко О.І., Юрченко О., Павлівський В. Стандарт. Класифікація туш свиней. АСУ, 2022. 15 с.

63. Лінійна класифікація корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом: методичні вказівки / Л.М. Хмельничий та ін. Суми : СНАУ, 2016. 27 с.

64. Маньковський А.Я., Антонюк Т.А. Технологія продуктів забою тварин: підручник. Київ : Агроосвіта, 2014. 336 с.

65. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія молока і молочних продуктів: навчальне видання. Київ : Вища освіта, 2006. 351 с.

66. Мельник В.В., Пономаренко Н.П., Базиволяк С.М., Статнік І.Я. Оцінювання якості інкубаційних яєць сільськогосподарської птиці. Київ, 2014. 17 с.

67. Мерзлов С.В., Ломова Н.М., Наріжний С.А. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: методичні вказівки. Біла Церква, 2014. 80 с.

68. Методика дослідної справи у бджільництві: навчальний посібник / В.Д. Броварський та ін. Київ : Видавничий дім «Вінніченко», 2017. 166 с.

69. Методичні вказівки щодо використання інфузорії Тетрахімена піриформіс (мікрометод) для токсико-біологічної оцінки сільськогосподарських продуктів та води / П.В. Микитюк та ін. Біла Церква, 2004. 22 с.

70. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / І.І. Ібатуллін та ін. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.

71. Новосад Н.В. Лабораторні тварини і техніка біологічного експерименту: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2011. 85 с.

72. Паска М.З. Технологія тваринних жирів: навчально-методичний посібник. Львів : «Добра справа», 2010. 135с.

73. Петрига О.М., Яворська Т.І., Прус Ю.О. Економіка аграрного підприємства: навчальний посібник Мелітополь: Вид-во Мелітопольська типографія «Люкс», 2016. 498 с.

74. Племінна робота у птахівництві: методичні вказівки / В.П. Бородай та ін. Київ, 2008. 71 с.

75. Поліщук В.П., Лосєв О.М., Головецький І.І. Технологія одержання бджолиного меду та методи лабораторного дослідження його якості: методичні рекомендації. Київ : ПП "Віпол", 2013. 116 с.

76. Польова О.Л. Застосування прибутково-ощадного коефіцієнта у молочному скотарстві: методичні рекомендації. Вінниця, 2013. 43 с.

77. Про захист тварин від жорстокого поводження : Закон України від 21.02.2006 № 3447-IV. Відомості Верховної ради України. 2006. № 27. Ст. 230.

78. Програма селекції коней української верхової породи на 2003–2010 роки / Ю.Ф. Мельник та ін. Київ : Аграрна наука, 2003. 96 с.

79. Про затвердження положень щодо проведення апробації та реєстрації селекційних досягнень у тваринництві : Наказ Міністерство аграрної політики та продовольства України від 10.08.2012 р. № 385. Офіційний вісник України. 2012. № 58. С. 286. Стаття 2357. Код акта 62766/2012.

80. Птахівництво і технологія виробництва яєць та м'яса птиці / В.І. Бесулін та ін. Біла Церква, 2003. 448 с.

81. Разанова О.П., Скоромна О.І. Технологія виробництва продукції бджільництва: навчальний посібник. Вінниця, 2020. 408 с.

82. Розведення сільськогосподарських тварин / М.З. Басовський та ін. Біла Церква : БДАУ, 2001. 400 с.

83. Селекційні, генетичні та біотехнологічні методи удосконалення і збереження генофонду порід сільськогосподарських тварин / М.В. Гладій та ін. Полтава : ТОВ «Фірма «Техсервіс», 2018. 791 с.

84. Сучасні методи селекції у тваринництві: навчальний посібник з оцінки екстер'єру в молочному скотарстві / С.Ю. Рубан та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 149 с.

85. Сучасні технології виробництва молока (особливості експлуатації, технологічні рішення, ескізні проекти) / С.Ю. Рубан та ін. Харків : ФОП Бровін О.В., 2017. 172 с.

86. Соболев О.І. Вплив добавок селену в комбікорми на якість гусячого м'яса. Аграрні вісті. 2006. № 3. С. 21–23.

87. Спосіб визначення площі “м'язового вічка” у свиней : пат. 90120 Україна : МПК (2014.01) G01B (2006.01) G01G 17/00. № у 201315135 ; заявл. 24.12.2013 ; опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9.

88. Спосіб визначення ступеня мармуровості м'яса : пат. 107599 Україна : МПК G01N 33/12. № у 201600218 ; заявл. 11.01.2016; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 11.

89. Спосіб оцінки відтворної здатності кнурів-плідників за індексом еякуляції : пат. 62474 Україна : МПК A01K 67/02 (2006.01). № у 201102499 ; заявл. 02.03.2011 ; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16.

90. Спосіб прогнозування термостресстійкості спермійв кнура : пат. 52538 Україна : МПК A61D 19/00. № у 201003336 ; заявл. 22.03.2010 ; опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16.

91. Сухарльов В.О., Дерев'янюк О.П. Практикум з вівчарства і технології виробництва вовни і баранини: навчальний посібник. Харків : Еспада, 2003. 144 с.

92. Технологія виробництва продукції птахівництва: підручник / В.П. Бородай та ін. Вінниця : Нова книга, 2006. 360 с.

93. Технологія виробництва продукції птахівництва: практикум / В.П. Бородай та ін. Київ : Агроосвіта, 2013. 272 с.

94. Угнівенко А.М., Кос Н.В. Виробництво екологічно безпечної яловичини: навчальний посібник. Київ : «ЦП Компрінт», 2018. 278 с.

95. Українська верхова порода: монографія / Д.А. Волков та ін. Харків : Інститут тваринництва НААН, 2015. 218 с.

96. Федорів В.М., Кобаса І.М., Дійчук В.В. Технологічна експертиза харчової продукції: навчально-методичний посібник. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 182 с.

97. Цехмістренко С.І., Кононський О.І. Біохімія молока та молокопродуктів: навчальний посібник. Біла Церква, 2014. 168 с.

98. Шерман І.М., Пилипенко Ю.В., Шевченко П.Г. Загальна іхтіологія: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2009. 453 с.

99. Штомпель М.В., Вовченко Б.О. Технологія виробництва продукції вівчарства: підручник. Київ : Вища освіта, 2005. 343 с.

100. Юкало В.Г. Лабораторний практикум з хімії та фізики молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Тернопіль : Тернопільський НТУ ім. Івана Пулюя, 2018. 176 с.

101. Янчева М.О., Пешук Л.В., Дроменко О.Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 304 с.

102. Ящерицин Є.В. Прилади контролю шкідливих та небезпечних виробничих факторів : текст лекцій. Харків : ТОВ «Планета-Прінт», 2021. 360 с.

103. Arbor Acres. Руководство по выращиванию бройлерного стада. Aviagen Ltd. Newbridge, Edinburgh, EH28 8SZ, Scotland, UK, 2009. 68 с.

104. Benezra M.V. A new index for measuring the adaptability of cattle to tropical conditions. Journal Animal Science. 1954. №13. P. 1915.

105. CASE STUDY: Evaluation of Different Cooling Systems in Lactating Heat-Stressed Dairy Cows in a Semi-Arid Environment / R. Burgos et. al. The Professional Animal Scientist. 2007. Vol. 23, №5. P. 546–555.

106. Chemical composition, energy and biological value of broiler chicken meat caused by various doses of selenium / Sobolev O.I. et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. 9(4). P. 622–627.

107. Cook N.B. The Dual Roles of Cow Comfort in the 'Get Lamé – Stay Lamé' Hypothesis. Sixth International Dairy Housing Conference Proceeding 16–18 June 2007, (Minneapolis, Minnesota, USA) Publication Date 16 June 2007. ASABE. 2007. Publication Number: 701P0507e.

108. Cook N.B., Bennett T.B., Nordlund K.V. Monitoring indices of cow comfort in free-stall-housed dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 2005. Vol. 88. P. 3876–3885.
109. Donnelly J. R. The productivity of breeding ewes grazing on lucerne or grass and clover pastures on the tablelands of southern Australia. III. Lamb mortality and weaning percentage. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1984. Vol. 35, №5. P. 709–721.
110. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows / F.C. Baeta et. al. ASAE Paper No. 874015. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St. Joseph, MI, 1987.
111. Fox D.G., Tylutki T.P. Accounting for the Effects of Environment on the Nutrient Requirements of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 1998. Vol. 81. P. 3085–3095.
112. Fregonesi J.A., Leaver J.D. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in straw yard or cubicle systems. *Livestock Production Science*. 2001. Vol. 68, №2–3. P. 205–216.
113. Heat stress in lactating dairy cows: a review / C.T. Kadzere et. al. *Livestock Production Science*. 2002. Vol. 77. P. 59–91.
114. Kleiber M. The fire of life. An Introduction to Animal Energetics. New York, Wiley. 1961. 454 p.
115. Moran D.S., Pandolf K.B., Shapiro Y. An environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). *Journal of Thermal Biology*. 2001. Vol. 26. P. 427–431.
116. National Research Council. A guide to environmental research on animals. National Academy of Sciences, Washington. 1971. P. 17–32.
117. Nelson A.J. On-farm nutrition diagnostics. Proc. 29th Annu. Conf. Am. Bovine Pract., San. Diego, CA. Am. Assoc. Bovine Pract. Rome, 1996. P. 76–85.
118. Rauschenbach J.O., Yerokhin P.I. Quantitative estimation of heat tolerance in animals. Novosibirsk Publishing House Nauka. 1975. 312 p.
119. Review of current assessment of cattle and microclimate during periods of high heat load / J.B. Gaughan et. al. *Animal Production of Australia*. 2002. Vol. 24. P. 77–80.
120. Rothfusz L. The heat index “equation” (or, more than you ever wanted to know about heat index). National Weather Service Technical Attachment (SR 90-23). National Weather Service, USA. 1990. P. 33.
121. Silva R.G. Improving tropical beef cattle by simultaneous selection for weight and heat tolerance. Heritabilities and correlations of the traits. *Journal of Animal Science*. 1973. Vol. 37. P. 637–642.
122. Silva R.G., Barbosa O.R. Thermal comfort index for sheep. Proc. 13th International Congress of Biometeorology, Calgary, 12–18 September 1993. P. 383–392.

123. Technical Note: Validation of a System for Monitoring Feeding Behavior of Dairy Cows / T. J.DeVries et. al. Journal of Dairy Science. 2003. Vol. 86, №11. P. 3571–3574.

124. The influence of selenium additives in compound feed on the chemical composition, energy and biological value of ducklings meat / Sobolev O.I. et al. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences. 2021. 23(94). P. 3–8.

125. Tucker C.B., Rogers A.R., Verkerk G.A. Effects of shelter and body condition on the behaviour and physiology of dairy cattle in winter. Applied Animal Behaviour Science. 2007. Vol. 105. P. 1–13.

126. Tucker C.B., Weary D.M. Fraser D. Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness. Journal of Dairy Science. 2005. Vol. 88. P. 2730–2737.

127. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn / M.W. Overton et. al. Journal of Dairy Science. 2002. Vol. 85. P. 2407–2413.

128. Wang X., Gao H., Gebremedhin K.G. A predictive model of equivalent temperature index for dairy cattle (ETIC). Journal of Thermal Biology. 2018. Vol. 76. P. 165–170.

129. Webster J. Animal welfare. A cool eye towards Eden. Blackwell Science. 1997. 273 p.

Навчальне видання

Борщ Олександр Олександрович,
*технолог-дослідник з виробництва та переробки продукції
тваринництва, д-р с.-г. наук, професор*

Засуха Юрій Васильович,
зооінженер, д-р с.-г. наук, професор

Соболєв Олександр Іванович,
зооінженер, д-р с.-г. наук, професор

Кельвич Леонід Миколайович,
зооінженер, заслужений працівник сільського господарства України

МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ТВАРИННИЦТВІ

Навчальний посібник

Підписано до друку 25.03.2024. Формат 60×90/16.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 19,375. Обл.-вид. арк. 18,75.

Тираж 200 прим.

Віддруковано ТОВ «Білоцерківдрук»
м. Біла Церква, бульвар Олександріський, 22.