

М.З.Басовський, В.П.Буркат, Д.Т.Вінничук, В.П.Коваленко, М.С.Ківа, Ю.Д.Рубан,
І.А.Рудик, Й.З.Сірацький

РОЗВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

За редакцією
члена-кореспондента УААН,
професора М.З.Басовського

*Затверджено Міністерством агропромислового комплексу України
як підручник для студентів аграрних закладів освіти III-IV рівня акредитації
за спеціальністю 7.130.201 “Зооінженерія”*

Біла Церква
Білоцерківський державний аграрний університет
2001

ББК 4–6

К 78
УДК 636.082 (075.8)

Автори: М.З.Басовський, В.П.Буркат, Д.Т.Вінничук, В.П.Коваленко, М.С.Ківа, Ю.Д.Рубан, І.А.Рудик,
Й.З.Сірацький

Рецензенти: доктор с.-г. наук, проф. **В.Ю.Недава**,
доктор с.-г.наук, член-кореспондент УААН **М.Я.Єфіменко**

*Розведення сільськогосподарських тварин/ М.З.Басовський, В.П.Буркат, Д.Т.Вінничук та ін.;
за редакцією М.З.Басовського. – Біла Церква, 2001.- 152 с.*

ISBN 966–7417–08–5

Підручник складається із наступних розділів: “Ріст і розвиток тварин”, “Конституція, екстер’єр та інтер’єр с.-г. тварин”, “Оцінка племінних якостей тварин”, “Відбір”, “Племінний підбір”, “Методи розведення”, “Великомас-штабна селекція у тваринництві” та ін.

Для студентів, аспірантів і викладачів зооінженерних факультетів сільськогосподарських вузів, вчених науково-дослідних інститутів, спеціалістів племоб’єднань, селекційних центрів і племінних господарств.

М.З.Басовський, В.П.Буркат, Д.Т.Вінничук,
В.П.Коваленко, М.С.Ківа, Ю.Д.Рубан,
І.А.Рудик, Й.З.Сірацький,

ISBN 966–7417–08–5

БДАУ, 2001

ПЕРЕДМОВА

Курс розведення с.-г. тварин знайомить студентів зооінженерних факультетів вузів з основами зоотехнічної науки і практики, дає їм теоретичні та практичні знання з питань розведення с.-г. тварин з метою підготовки до подальшого оволодіння ними спеціальних курсів - скотарства, свинарства, вівчарства, конярства, пта-хівництва та ін.

Розведення с.-г. тварин – наука про методи відтворення та якісного поліпшення популяцій с.-г. тварин. Вона включає широке коло питань, зокрема: походження домашніх тварин, вчення про породу, закономірності росту і розвитку, залежність рівня продуктивності та інших функцій організму тварин від особливостей зовнішньої і внутрішньої будови тіла, спадковості і численних факторів середовища, методів розведення, відбору та підбору; ефективність застосування на практиці різних програм селекції, а також використання у племінній роботі сучасних досягнень науки і техніки. Курс розведення с.-г. тварин базується на даних фізіології, біохімії, генетики, годівлі, зоогігієни та інших наук, тому навчальний процес бажано планувати так, щоб студенти спочатку опанували ці дисципліни.

Розведення с.-г. тварин є базовою наукою для селекції і племінної справи.

Селекція – це наука про виведення і поліпшення порід, типів, стад, ліній, родин і кросів на основі відбору, підбору і використання різних методів розведення с.-г. тварин, що сприяють спрямованій зміні спадковості тварин.

Племінна справа – комплекс організаційно-господарських заходів, спрямованих на відтворення та якісне поліпшення популяцій тварин на основі селекції.

Підручник написаний відповідно до світових досягнень науки і практики у розведенні та селекції с.-г. тварин. Особлива увага надається ролі спадковості індивідуума в системі відбору та підбору при створенні порід, типів, стад, ліній і кросів.

Тваринники завжди прагнули втілити індивідуальні якості високоцінних особин у групові, тобто якнайбільше одержати від них потомків. З цією метою був розроблений метод штучного осіменіння й тривалого зберігання консервованої сперми, що забезпечило великі можливості для інтенсивного використання плідників.

Найбільш інтенсивного використання плідників досягнуто в молочному скотарстві, де від окремих бугаїв-поліпшувачів одержують десятки й сотні тисяч високопродуктивних потомків. У результаті роль спадковості плідників у генетичному поліпшенні молочних порід великої рогатої худоби досягла 90–95%. У вівчарстві при штучному осіменінні на частку баранів-плідників припадає 70–80% генетичного прогресу в породі.

Наприклад, від бугая-поліпшувача Елевейшна 1491007 – лідера голштинської породи 70-х років у США одержано біля 50 тис. високопродуктивних дочок, які мали середній надій 8300 кг молока, що вище ровесниць в середньому на 637 кг молока. В 80-х роках завдяки його численним синам одержано біля 2 млн внучок з середньою перевагою над ровесницями на 308 кг молока. Багато синів цього бугая було завезено в ФРН, колишній СРСР та в інші країни світу і одержано від них сотні тисяч високоцінних потомків.

У результаті плідники не в переносному, а у прямому розумінні стали золотим фондом тваринництва. Так, американська фірма ABC імпортувала в інші країни світу сперму голштинського бугая – лідера 80-х років Веліанта 1650414 – по 175 доларів за одну дозу. Цей плідник справив величезний вплив на генетичне поліпшення популяцій чорно-рябої худоби США, Канади, Німеччини і багатьох інших країн світу, включаючи Україну. В 1984 р. цей бугай був захоронений і йому встановлений гранітний надмогильник з надписом.

Таким чином, в системі розведення худоби роль індивідуума в генетичному поліпшенні порід має колосальне значення. Для ефективного відбору та використання бугаїв-поліпшувачів у всіх країнах світу була впроваджена у практику так звана система великомасштабної селекції, значно вдосконалена методика оцінки та відбору плідників за комплексом показників і джерел інформації. Всі ці питання висвітлені в розділах "Оцінка племінної якості тварин", "Відбір", "Племінний підбір", "Організація і планування племінної роботи" та "Програми великомасштабної селекції у тваринництві".

Якщо в молочному тваринництві основою племінної справи є селекція на бугаїв-лідерів порід, то у птаківництві і свинарстві спадковість цінних плідників інтенсивно використовують як при природному, так і при штучному осіменінні для одержання гетерозису за рахунок виведення високоцінних кросів та гібридів. Питання виведення спеціалізованих поєднаних ліній для одержання високопродуктивних кросів та гібридів висвітлюються в розділах "Племінний підбір" і "Схрещування".

Впровадження принципів великомасштабної селекції дало змогу у всіх країнах світу за короткий строк поліпшити тваринництво і створити популяції з високим генетичним потенціалом. За рахунок імпорту сперми і племінних тварин з Канади, США, Німеччини та інших країн на центральному та обласних племпідприємствах України створений генофонд високо-коцінних плідників молочної худоби, здатних давати потомство з генетичним потенціалом за надоем 6500–7000 кг молока. За рахунок схрещування місцевих комбінованих порід з імпортними плідниками створені нові породи і типи спеціалізованої молочної худоби. Однак, як показала практика, реалізувати високий потенціал потомків імпортних порід худоби можна тільки при високому рівні годівлі і утримання тварин.

В таблиці 1 наведені дані FAO і статистичного збірника Міністерства с.-г. США про рівень молочної продуктивності худоби в деяких країнах світу, де генетичний потенціал популяцій молочної худоби за надоем становить 6500–8500 кг молока. Однак, фактичний надій значно нижчий і залежить від рівня розвитку кормової бази тієї чи іншої держави.

Таблиця 1 – **Середній надій молочних корів у деяких державах світу за 1992 рік** (за даними FAO)

Держава	Кількість корів, тис. гол.	Надій на корову, кг.
США	9850	7002
Швеція *	490	6531
Нідерланди *	1739	6269
Японія	1418	5853
Фінляндія	427	5613
Норвегія	340	5608
Англія	2712	5417
Канада	1380	5348
Німеччина	5600	5034
Франція	4968	5101
Швейцарія *	768	5043
Ірландія *	1293	4322
Іспанія *	1600	3750
Італія	2751	3562
Нова Зеландія *	2642	3256
Польща *	4363	2993
Україна	8300	2289
Росія	20564	2282
Румунія*	1710	2199

* За даними статистичного збірника Міністерства с.-г. США.

В екстремальних умовах, які виникли в Україні внаслідок кризи, високоцінні тварини мають не тільки низький ступінь реалізації генетичного потенціалу (в 1992 р. він становив лише 30%), але вони також не можуть нормально функціонувати, тобто через хвороби та з інших причин передчасно вибувають із стада. Водночас, практика показала, що менш цінні генотипи більш стійкі до екстремальних умов.

Тому в підручнику (розділ "Відбір") особлива увага надається взаємодії генотипу з середовищем, тобто явищу, при якому у кращих умовах середовища продуктивнішими стають кращі генотипи, а в гірших умовах кращими є гірші генотипи. Аналогічна ситуація склалася і в інших галузях тваринництва нашої країни. Наприклад, спеціалізовані високопродуктивні лінії імпортних порід свиней ландрас, дюрок та інших в умовах низького рівня годівлі виявилися неконкурентноспроможними порівняно з місцевими породами.

У період енергетичної і економічної кризи ситуація з вико-ристанням потомків імпортної худоби ускладнилася. Різкий ріст цін на енергоносії та добрива, що використовуються при вирощуванні кормових культур, обертається більш високими цінами, особливо на фуражне зерно. Тому різко зменшився рівень годівлі тварин, в першу чергу концентратами. Найбільш відчутно відреагували на це зниженням продуктивності, стійкості до захворювань, відтворної здатності та тривалості експлуатації нові породи і типи спеціалізованої молочної худоби, одержані на основі схрещування з голштинськими

плідниками, а також м'ясні породи свиней. Тому в підручнику акцентується увага майбутніх молодих спеціалістів на створення високопродуктивних тварин, пристосованих до місцевих умов середовища.

Світова тенденція до збільшення інтенсивності розмноження окремих генотипів, відібраних за основною селекційною ознакою, за рахунок використання не тільки штучного осіменіння, але й нових досягнень науки та техніки як наприклад, трансплантація і клонування ембріонів, призводить до звуження спадковості генофонду і втрати генів, які контролюють життєво важливі функції (адаптація до умов середовища, відтворна функція, стійкість до захворювань та ін.). Тому в розділі "Сучасні і майбутні проблеми розведення с.-г. тварин" розглядаються питання відновлення втрачених генів у популяціях. У цьому розділі наводяться також проблеми розведення с.-г. тварин в умовах енергетичної кризи, виведення високопродуктивних генотипів, які характеризуються високим коефіцієнтом використання зернового корму та ін.

З позицій сучасних досягнень науки і практики написані і інші розділи підручника.

Підручник написаний авторським колективом провідних вчених, які мають багаторічний досвід наукової і викладацької роботи, під керівництвом професора, члена-кореспондента УААН М.З.Басовського.

Окремі розділи підручника написані: проф. М.З.Басовським – "Передмова", розділи 6, 7, 10, 11, 12, "Предметний показник"; розділ 7 – спільно з доцентом М.С.Ківою, розділ 11, підрозділ "Організація племінної роботи на Україні" – спільно з доктором с.-г. наук І.А.Рудиком і проф. П.Буркатом; проф. Д.Т.Вінничуком – 1, 2, 5, 9 ("Чистопородне розведення" і "Міжвидова гібридизація"); проф. В.П. Коваленком – 8 і 9 ("Схрещування"); проф. Ю.Д. Рубаном – 3 і 4; проф. Й.З. Сірацьким - 4 ("Інтер'єр").

На Україні такий підручник видається вперше, тому авторський колектив буде щиро вдячний вченим і спеціалістам за пропозиції щодо подальшого його удосконалення.

Р о з д і л 3

РІСТ І РОЗВИТОК ТВАРИН

ВЧЕННЯ ПРО ОНТОГЕНЕЗ

Створення порід тварин бажаного типу можливо лише тоді, коли враховуються закономірності їх індивідуального росту і розвитку.

Індивідуальний розвиток організму (**онтогенез**) починається з часу запліднення та утворення зиготи і продовжується протягом усього життя організму під впливом спадковості (генотипу) та умов навколишнього середовища (кормів, води, повітря, утримання а також клімату, ґрунтів тощо). Лише створивши для організму з певною спадковою основою сприятливі умови навколишнього середовища, можна одержати тварину бажаного типу.

Індивідуальний розвиток тварин можна визначити як еволюційно створений процес кількісних та якісних змін в будові та функціях організму, який проходить від зачаття і до смерті тварини при постійній взаємодії спадковості та умов середовища.

Термін "онтогенез" ввів Е.Геккель (1866) при формуванні ним біогенетичного закону. Походить від грецького "ontos" – суттєвий і "genesis" – розвиток.

Праці Ч. Дарвіна, ембріологів К.М. Бера, О.О. Ковалевського, І.І. Мечнікова та ін. дали можливість німецьким вченим Ф. Мюллеру і Е. Геккелю сформулювати біогенетичний закон, згідно з яким онтогенез є коротке повторення філогенезу (історичний розвиток видів).

Філогенез (від грецького "phyle" – плем'я, рід, вид і "genesis" – розвиток) – історичний розвиток усіх органічних форм за період існування життя на землі. В основу досліджень проблем філогенезу покладено еволюційний процес. Тому в зоотехнії важливим є визначення еволюції видів, порід, типів тварин на протязі довгого часу роботи людини з ними. Ще Ч. Дарвін індивідуальний розвиток організму визначав як взаємозв'язок двох процесів: росту і розвитку.

Ріст – це приріст маси тіла тварин, при якій кількість енергії в організмі збільшується. **Розвиток** – диференціація морфологічних, біохімічних і фізіологічних змін, які відбуваються відповідно до періодів і фаз онтогенезу.

Як росту, так і розвитку притаманні кількісні і якісні зміни в організмі; різко відокремити їх один від одного неможливо, а якщо це й роблять, то для визначення однієї з характерних рис єдиного життєвого процесу тварини.

Історія вчення про онтогенез починається від Арістотеля (384–322 рр. до н.е.), який вніс значний вклад у розвиток різноманітних галузей знань – філософії, природознавства, медицини. У своїх трактатах “Про виникнення тварин” та ін. він подає великий матеріал з досліджень тваринного і рослинного світу, де правильно витлумачує багато процесів розвитку організму, як-от: запліднення, роль плаценти тощо. Розвиток тварин, утворення видів він пояснює цілеспрямованістю у природі, яка зумовлюється існуванням надприродної сили – ентелехії. В подальшому це стало однією з головних засад схоластичної філософії і медицини.

Ч. Дарвін розглядає співвідношення онтогенезу та філогенезу під кутом зору теорії добору. Але він чітко визначив доцільність пристосованості організму до визначеного середовища, пристосованості, яка виробилась у процесі еволюції. *Тому історія організму, або еволюція – це історія його пристосованості до умов середовища.*

Протягом 1837–1871 рр. Ч.Дарвін вперше в історії біології розробив вчення про співвідношення індивідуального та історичного розвитку у природі, про зв'язок онтогенезу з філогенезом, елементами якого є еволюційний погляд на онтогенез. *Еволюція* (від лат. “evolutio” – розгортання) у широкому розумінні синонім розвитку, у більш вузькому – один з основних типів розвитку.

Особливості індивідуального розвитку сільськогосподарських тварин вивчало багато вчених. Однак, праці М.П.Чирвинського у кінці ХІХ ст. з вивчення закономірностей росту скелета великої рогатої худоби, овець і свиней, а також вивчення змін у розвитку тварин під впливом доброго та недостатнього харчування їх у молодому віці є найбільш суттєвими. Він встановив нерівномірність росту кістяка залежно від умов харчування, сформував “закон недорозвинення” організму.

Фундаментальні дослідження з росту і розвитку тварин були проведені також А.О. Малігоновим, П.Д. Пшеничним, К.Б. Свечіним та багатьма іншими вченими.

Таким чином, вчення про онтогенез має велику історію. Ця наука бурхливо розвивається і тепер, оскільки вона визначає важливі гос-подарчо-біологічні особливості тварин залежно від їх віку та різних факторів зовнішнього середовища.

ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ОНТОГЕНЕЗУ

Для зооінженера велике значення мають знання закономірностей онтогенезу, щоб правильно годувати і утримувати тварин, ефективно управляти процесами онтогенезу і розводити ті породи, які відповідають певним умовам середовища або навпаки – створювати такі умови годівлі і утримання, які відповідають вимогам генотипу тварин.

Для цього спеціалісту треба знати та враховувати спеціалізацію і диференціацію клітин, тканин і органів в ембріональному розвитку тварин; нерівномірність, періодичність і ритмічність росту та розвитку тварин; адаптацію тварин; компенсацію недорозвинення; періоди і фази онтогенезу; методи оцінки росту і розвитку тварин; фактори, що впливають на ріст і розвиток тварин.

Спеціалізація і диференціація клітин, тканин та органів у виконанні визначених функцій

Спеціалізація і диференціація клітин, тканин та органів – це виникнення у процесі розвитку тварини морфологічних і функціональних видових і типових особливостей організму. Ця спеціалізація і диференціація пов'язані з нервовою, опорно-руховою, судинною, ди-хальною, травною, видільною, відтворювальною системами, розвитком шкіри та з іншими тканинами і органами тварин.

Нервова і гормональна система. Рухливий спосіб життя тварин пов'язаний з необхідністю сприйняття і реагування на подразники, тому вже у найнижчих багатоклітинних тварин з'явилися нервові клітини і органи чуття.

В ембріональний період нервова система закладається раніше інших систем і починає функціонувати вже у зародковому періоді: у зародку великої рогатої худоби нервова система починає формуватися на 18–19 добу, у зародку вівці і свині – на 13–14 добу (Боголюбський С.М.). Процес

формування нервової трубки з ектодерми відбувається раніше за інших. Перед народженням або відразу після нього кора великих півкуль мозку включається у регуляцію рефлекторної діяльності організму.

У більш пізній строк постембріонального періоду в організмі тварин протікають складні реакції, які формують і їх поведінку, що обов'язково враховується в селекції тварин. У вищих тварин у процесі еволюції розвинулась система залоз внутрішньої секреції, яка гуморальним шляхом (через гормони) регулює життєві функції організму. Між гормонами, ферментами і вітамінами існує тісний функціональний зв'язок. У регуляції функції ендокринної системи велика роль належить гіпоталамусу – підгорбковій області проміжного мозку, який виконує різні корелятивні функції у багатьох процесах організму.

Гіпофіз у системі залоз внутрішньої секреції відіграє велику роль під контролем гіпоталамуса та інших центрів нервової системи. Гормони гіпофіза беруть безпосередню участь у регуляції різних процесів обміну речовин, росту і розвитку тварин.

Щитовидна залоза виробляє тироїдні гормони, які беруть участь у регуляції процесів обміну речовин, росту і розвитку тварин. Гормони щитовидної залози збільшують окиснювальні процеси у клітинах і тканинах. Зниження функції залози при нестачі йоду у великої рогатої худоби спричинює низькорослість і зниження молочної продуктивності.

У всіх хребетних тварин щитовидна залоза контролює зміну і розвиток шкіряного покриву. Штучне збагачення організму тироїдним гормоном викликає передчасне лининня. Навколощитоподібні залози контролюють обмін кальцію і фосфору в організмі. Надниркові залози виробляють адреналін і норадреналін, що підвищують кров'яний тиск і впливають на серце та судини, а також на обмін речовин в організмі. Статеві органи також являють собою ендокринні органи та забезпечують диференціацію статевих ознак і нормальний процес відтворення тварин.

Опорно-рухова система. Скелет у цій системі відіграє велику роль, він тісно пов'язаний з м'язовою системою. Скелет має такі функції: опорна, рухова, захисна, мінеральне депо, кровотворна і жиронакопичення.

Більшість кісток скелета ссавців у процесі онтогенезу проходять три стадії розвитку: сполучнотканинну, хрящову і кісткову. Тільки покривні кістки черепа і ключиці не мають хрящової стадії розвитку.

З віком у тварин проходять зміни співвідношення між осьовим і периферичним скелетом. Ріст скелета вівці, великої рогатої худоби і коня характеризується тим, що інтенсивність росту осьового скелета значно вища периферичного у постембріональний період. У кролів ріст периферичного скелета відзначається великою інтенсивністю. У свиней швидкість росту осьового і периферичного скелета однакова. Від скелетних м'язів залежить функціонування опорно-рухової системи. Маючи важливе біологічне і господарче значення, скелет і м'язи відіграють значну роль у селекції тварин. Скелет великою мірою обумовлює міцність конституції, м'язи складають основу м'ясної продуктивності тварин.

Судинна система. Найдревніший спосіб переносу речовин у органічному світі – дифузний, за допомогою якого через стінки клітин здійснюється проникнення розчинених речовин. Цей спосіб характерний як для нижчих, так і для вищих організмів. Найбільш досконала система в організмі судинно-кровоносна, яка поширена у вищих хребетних.

Судинна система поділяється на дві частини – кровоносну і лімфатичну. Крім того, з судинною системою пов'язані кровотворні органи, які виконують одночасно і захисні функції: лімфатичні вузли, селезінка та кістковий мозок. Для всієї судинної системи спільним є те, що вона разом з кров'ю і лімфою розвивається з мезенхіми. Лише частина оболонки серця має походження з мезодерми. Лімфатичним вузлом властива захисна функція: фагоцитоз, виникнення антитіл, нейтралізація токсичних речовин тощо.

Селезінка у повновікових тварин є органом лімфоїдного кровотворення, депонування крові, руйнування еритроцитів і біологічним фільтром, у плідний період – це орган кровотворення.

Кістковий мозок – головний орган, який виконує функцію місцевих кровотворення. Крім того, він має захисні функції, оскільки клітини його ретикулярної тканини здатні адсорбувати дрібні часточки і продукувати макрофаги (Ковальський П.О., 1957).

Кровотворну функцію кісткового мозку треба враховувати у сучасній селекції, особливо у зв'язку з погіршенням екологічних умов.

Дихальна система. З ускладненням побудови організму тварин і збільшенням їх активності посилюється інтенсивність процесів дихання, шкірний газообмін стає недостатнім, тому у вищих типів тварин розвиваються спеціальні органи дихання – зябра (у водних), трахеї, легені (у повітряних).

Дихальна система ссавців починається з носової порожнини, далі іде гортань, трахея, бронхи, бронхіоми і легеневі альвеоли.

Трахеї і легені виникають в ембріональному періоді у великої рогатої худоби на 23 добу, у овець – на 18 добу. Наявність діафрагми у грудній клітці відіграє велику роль у диханні ссавців. Легені мають особливі частки, що пов'язано з посиленням активної рухливості і акту дихання у тварин.

За даними ряду авторів, зміна частоти скорочень дихальних рухів значною мірою залежить від кліматичних умов і мікроклімату, а також від віку та живої маси тварин. Дихальна система лежить в основі біологічних процесів в організмі, вона є складовою частиною в оцінці тварин для визначення норми і патології тварин.

Травна система. На протязі філогенезу у жуйних тварин виник шлунково-кишковий тип травлення, при якому велике значення набуло травлення у камерах складного шлунка. Джерелом виникнення жовчного мішка, аллантаїса, шлунка, кишечника, печінки і підшлункової залози є первинна кишка. Однокамерна закладка шлунка у зародку великої рогатої худоби дуже слабо трансформується з утворенням спочатку дво-, потім три- і чотирикамерного органа. Основою для утворення слизової оболонки кишково-шлункового тракту жуйних та всеїдних є ектодерма і мезенхіма, що являли собою первинну кишку зародка.

У кишках ранніх плодів ссавців утворюються ворсинки, потім крипти і брунерові залози. Більш рання поява в онтогенезі ворсинок, ніж крипт, і виникнення їх не тільки у тонкому, але й у товстому відділах є відображенням філогенії цих структур у хребетних (Давлетова Л.В, 1974).

У новонароджених телят, ягнят та поросят інтенсивний розвиток відбувається у кишечнику, підшлунковій залозі і печінці. У жуйних з відділів шлунка найслабше розвивається передшлунок і особливо рубець. Раннє привчання телят до грубих рослинних кормів та згодовування їх у великій кількості сприяють більш інтенсивному росту об'єму рубця, сітки і книжки (рис.15).

Рис.15

У жуйних тварин органогенез передшлунків не завершується до народження. Новонароджені ягнята і телята мають найбільш диференційовані книжку, потім сітку. На рубець, сітку та книжку слід дивитись як на розширення стравоходу в результаті еволюційного розвитку і пристосованості до умов зовнішнього середовища. Як бачимо, онтогенез травної системи повторює філогенез розвитку організму, а також відображає адаптацію до умов середовища і типу живлення.

Система виділення. Органи виділення у тварин різні за своєю будовою, але усі вони являють собою систему каналців. До цих органів належать нирки, у яких утворюється сеча і сечовивідні шляхи – ниркова миска, сечовід, сечовий міхур і сечовипускальний канал.

У стадії розвитку зародка плацентарні ссавці повторюють основні етапи онтогенезу нащадків. У їх ранньому ембріогенезі послідовно змінюються три системи нирок: переднирка (пронефрос), первинна нирка (мезонефрос) і заключна дефінітивна нирка (метанефрос).

Слід відмітити, що видільна система організму тварин включає також екскрецію через шкіру, легені, кишечник і через такі органи як печінка, травні залози та інші органи. Виділення поту відбувається з потових залоз, характерний запах його залежить від присутності летючих жирних кислот.

Виділення шкірного сала відбувається з сальних альвеолярного типу залоз, які розсіяні у шкірі і мають вивідні протоки поруч з волоссям. У птиці особливе значення має копчикова залоза, яка розташована над хвостовими хребцями. Водоплавна птиця виділяє з них сало і змазує своє пір'я, дає змогу триматись на воді.

Система відтворення. Статеві клітини розвиваються у статевих залозах, або гонадах. Закладка гонад відбувається на медіальних кінцях мезонефросів. Тому початковий епітелій гонад мало чим відрізняється від глибоких частин мезенхіми. Стадія "індиферентної" гонади продовжується короткий час. А потім утворюються сім'яники і яєчники. У зародку вівці виникнення гонад відбувається на 18–20 добу розвитку. Уже на 44 добу утворюються сім'яні каналці у майбутніх чоловічих організмів, проходить закладка епітеліальної тканини яєчників жіночих організмів. Процеси диференціювання статевих і сечовидільних зачатків протікають одночасно. Порушення відтворювальної здатності тварин призводить до різкого погіршення стану у тваринництві.

Шкіра тварин виконує різні функції. Вона пов'язує зовнішнє і внутрішнє середовище організму. За станом шкіри і якості шерсті можна судити про здоров'я тварин. Шкіра виконує такі функції: рецепторна, захисна, терморегулююча, видільна, дихальна, секреторна, в окремих частинах організму перетворюється в особливі органи – похідні від шкіри: волосся, роги, копита, молочні залози та ін.

Шкіра розвивається з ектодерми і мезенхіми. Ектодерма дає початок зовнішньому шару, або епідермісу, а мезенхіма – глибшому сполучнотканинному шару шкіри, який називається власне шкірою. З мезенхіми походить також підшкірна клітковина.

Захисні якості шкіри дуже великі. Пігментні клітини можуть затримувати на поверхні шкіри ультрафіолетові промені. Шкіра бере участь, головним чином, у фізичній терморегуляції процесу віддачі тепла з організму у зовнішнє середовище. Секреторна функція шкіри виконується потовими і сальними залозами, що враховується в технологічній та селекційній практиці.

Нерівномірність, періодичність і ритмічність росту і розвитку тварин

Нерівномірність, періодичність і ритмічність росту та розвитку тварин – характерні особливості їхніх вікових змін. Тварини мають *нерівномірність росту і розвитку* не тільки організму в цілому, але й окремих частин тіла.

Встановлено, що відносна маса скелета з віком тварини зменшується відповідно до маси тіла у великої рогатої худоби від 35 до 10%, у вівці – від 18 до 7%, у коня – від 30 до 13%.

За особливостями росту осьового і периферичного скелета тварини поділяються на три типи:

1) у післяембріональний період ріст кінцівок, лопаток, кісток таза (периферичний скелет) перевищує ріст черепа, хребта, ребер, грудної клітки, хвоста (осьовий скелет); така закономірність спостерігається у кролів і кішок;

2) однакова швидкість росту периферичного скелета в післяембріональний період (свині);

3) велика швидкість росту периферичного скелета в період внутрішньоутробного розвитку (велика рогата худоба, вівці, коні).

В таблиці 4 наведені дані росту осьового та периферичного скелета у тварин різних видів; в таблиці 5 – нерівномірність росту внутрішніх органів і тканин.

Таблиця 4 – **Особливості росту осьового та периферичного скелета**
(за Броваром В.Я.)

Вид тварини	Маса скелета, % від живої маси		Коефіцієнт росту в після-ембріональний період	
	новонарод-жених	дорослих тварин	осьового скелета	периферичного скелета
Кінь	30	13	8	5
Корова	25	10	9	3
Вівця	18	7	12	10
Кріль	15	8	28	55
Кішка	16	10	15	27

Таблиця 5 – **Нерівномірність розвитку внутрішніх органів та тканин у різних видів тварин**

Тканини і органи	Ембріональний період	Післяутробний період
Шкіра	1	1
М'язи	1	1
Кістяк осьовий	2	1
Кістяк периферичний	1	3
Кишечник	1	3
Шлунок	2 (сичуг)	1 (рубець, сітка, книжка)
Кров	2	1
Сім'яники	3	1
Тимус	3	3
Мозок	3	3

Примітка: 1 група – органи, що ростуть швидко; 2 група – помірно; 3 група – по-

вільно.

У працях О.М.Северцова (1967) досліджено важливі закономірності росту та розвитку органів і систем організму: в онтогенезі раніше закладаються, але повільно розвиваються “старіші” органи і частини тіла. Філогенетично “молодші” органи закладаються в період ембріонального розвитку пізніше, але розвиваються значно швидше. Зокрема, такі органи, як статеві залози, кров, м’язи, скелет, нирки, серце, які розвиваються з найпізнішого зародкового листка (мезодерми), закладаються раніше, але ростуть повільніше. А печінка, легені, кишки (утворюються з ентодерми), шкіра та її похідні, нервова система і деякі інші органи (розвиваються з ектодерми) закладаються пізніше, але ростуть значно швидше, ніж органи, які закладаються в ембріогенезі з мезодерми. Усе це зрештою і зумовлює різну пропорційність тіла тварин.

Нерівномірність тісно пов’язана з *періодичністю розвитку* організмів. Основні періоди внутрішньоутробного (ембріонального) і післяутробного (постембріонального) розвитку у ссавців висвітлені у підрозділі “Періоди і фази онтогенезу”.

Ритмічність росту виявляється в закономірному чергуванні його інтенсивності в різні періоди життя тварин і супроводжується неоднаковим напруженням фізіологічних функцій. Ритм – загальнобіологічна властивість. Розрізняють сезонну і добову ритміку.

В.І.Федоров (1947) встановив ритмічність росту великої рогатої худоби. Виявляється вона в закономірній зміні періодів посиленого росту тварин і його згасання. За В.І.Федоровим, середня тривалість періоду піднесення і спаду інтенсивності росту у телят становить 12 днів. Таку ж ритмічність росту було виявлено і у кролів.

Якщо телятам у період послаблення їх росту давати кормів на 20% більше від їхньої середньодобової норми, а в період посилення росту, навпаки, на стільки ж зменшувати кількість кормів, то при такому режимі годівлі, порівняно з рівномірним розподілом кормів, середньодобовий приріст маси тварин протягом одного і того ж часу буде оптимальним.

Встановлено, що інтенсивність багатьох функцій організму змінюється кілька разів протягом доби. Так, під час сну у тварини зменшується частота дихальних рухів, стає рідшим пульс, менш інтенсивно відбувається обмін речовин, знижуються кров’яний тиск і рівень збудливості нервової системи. Праці К.Б. Свечіна підтверджують те, що добовий ритм фізіологічних функцій тварин відповідає ритмічним змінам температури і відносної вологості повітря. Добовий ритм функцій організму формується також розпорядком дня.

Ритмічність росту тварини у різні періоди потребує зміни порядку згодовування, а також зміни асортименту кормів. Біологічну ритміку тварини враховують у виробництві. Застосовують, зокрема, прийоми утримання тварин, які змінюють установлену ритміку. Це – дво-разове доїння корів, годівля свиней із запровадженням “розвантажувального” дня, збільшення тривалості освітлення пташників у період яйцекладки курей.

З точки зору розведення нерівномірність, періодичність та ритмічність росту і розвитку тварин має принципове значення, оскільки ці закономірності організму пов’язані з довголітньою еволюцією тварин та умовами зовнішнього середовища. Цей складний комплекс причин і факторів треба враховувати в селекції та розведенні тварин для одержання тварин бажаного типу і високої продуктивності.

Адаптація

Кожен адаптаційний процес в організмі спрямований на стабільність внутрішнього середовища. Відповідно до концепції Г.Сельє, розвиток стресу і адаптації протікає стандартно і визначається, головним чином, гормональним станом гіпоталамо-гіпофізарно-наднирковою системою. Адаптаційні реакції в період філогенезу і онтогенезу змінюються. Але, як підкреслюють М.Ф.Тимофіїв-Ресовський, М.М.Воронцов, О.В.Яблоков (1969), спектр змін, що виникають, обмежується онтогенетичними можливостями виду тварин; вченими була розроблена класифікація адаптацій (табл.6).

Різні можливості і шляхи перетворення елементарного адаптаційного явища в адаптацію впливають із морфофізіологічних змін в організмі відповідно до змін умов зовнішнього середовища. Середовище при цьому слід розглядати як біосферний рівень, пов’язаний з мікро- і макрорівнем змін організму. Адаптація організму до різних змін середовища пов’язана з поведінкою тварин.

Таблиця 6 – Класифікаційна схема адаптацій

Принцип класифікації	Група адаптацій
За походженням	Переадаптивний шлях, комбінативний шлях, постадаптивний шлях
За належністю до різних умов середовища	Генотипні, популяційні, біогеоцено-тичні, абіотичні
За еволюційною значимістю	Часткові адаптації, загальні адаптації
За морфологічним змістом	Спрощена будова, ускладнена будова

Загальний механізм адаптації включає такі компоненти (Виру А.А., 1978): мобілізація енергетичних ресурсів організму і енергетичне забезпечення функцій; мобілізація пластичного резерву організму та адаптивний синтез ензимних і структурних білків; мобілізація захисних властивостей організму. Важливість механізму загальної адаптації полягає в тому, що у складі термінових адаптивних реакцій настають зміни, які можуть активізувати генетичний апарат клітини, що забезпечує перехід у довготривалу адаптацію. Адаптація може бути при-родженою і набутою. Природжені адаптивні реакції в основному одноваріантні і мають готові сформовані механізми, генетично детерміновані; набуті в онтогенезі – поступово формуються тривалими реакціями довготермінованого характеру. Як відмічають ряд вчених, в організмі тварин при незвичайних умовах первинно з'являються стресові реакції, після чого на їх фоні, тією чи іншою мірою, по фазах розвивається процес адаптації. Якщо стрес і адаптація не забезпечують підтримання гомеостазу у нових умовах життєдіяльності організму, то настає хвороба або смерть.

Найбільш поширеними у тваринництві є стреси, викликані гіпо-динамією, транспортуванням тварин, порушеннями мікроклімату і годівлі, технології виробництва, процесу доїння корів, інфекцією, час-тими перегрупуваннями та ін.

Так, по характеру молоковіддачі визначають стресостійкість корів до машинного доїння. Показник стресостійкості виражає здатність адаптації тварин до нових умов експлуатації без помітної втрати продуктивності.

Компенсація недорозвинення

Нерівномірність розвитку сільськогосподарських тварин у різні періоди виявляється і в зміні з віком пропорції будови їхнього тіла, що вперше дослідив проф. М.П.Чирвинський, який понад тридцять років (з 1886 року) вивчав питання росту і розвитку тварин. Пізніше праці проф. А.О.Малігонова (1968) збагатили зоотехнію новими даними про нерівномірність розвитку організму тварин. За даними М.П.Чирвинського, ребра в постембріональний період ростуть швидше в 5 разів, ніж п'ясток. Решта кісток займає проміжне місце. Кістки периферичного скелета (кістки кінцівок) – плечова, стегнова, велика гомілкорова, променево-плечова, плеснова і п'ястова – у постембріональний період ростуть значно повільніше, ніж кістки тулуба (осьовий скелет) – хребет, ребра, грудна кістка. Внаслідок відмінностей у рості маси окремих частин скелета пропорції будови тіла тварин з віком істотно змінюються. Оскільки, в утробний період інтенсивніше ростуть кістки периферичного скелета, то молодняк народжується відносно високоногим, з високою крижовою кісткою, вузькогрудим, з короткою і широкою головою, неглибоким і вузьким тулубом.

Експериментально це довів М.П.Чирвинський. Він встановив, що при недостатній годівлі протягом усього періоду інтенсивного росту і розвитку тварини вона завжди зберігає особливості, властиві молодому вікові. М.П.Чирвинський зазначав, що при поганому живленні найбільше відстають у розвитку ті частини скелета, які характеризуються найвищим коефіцієнтом зростання маси. Згодом цей висновок був підтверджений А.О.Малігоновим. Так було сформовано закон недорозвинення, який дістав назву закону Чирвинського-Малігонова. Суть його така: недорозвинення різних органів і тканин, пов'язане з інтенсивністю їх росту; органи з інтенсивним ростом недорозвиваються при недостатній годівлі більше, ніж органи з менш інтенсивним ростом. А при посиленій годівлі тварин інтенсивно ростуть і розвиваються ті органи і тканини, які в цей період характеризуються найбільшою швидкістю росту.

Закономірності та типи недорозвиненості. Дослідження А.О.Малігонова показали, що недорозвинення проявляється в явищах ембріоналізму, інфантилізму і неотенії.

Ембріоналізм – це недорозвинення організму, пов'язане із затримкою росту в утробний період. Причина його – загальне недорозвинення матері, погане її харчування або захворювання в період вагітності, надмірне харчування, що призводить до ожиріння; вік матері тощо. Для недорозвинених в утробний період тварин (ембріоналів) характерні низька жива маса при народженні, коротконогість, недорозвиненість серцево-судинної і травної системи. У дорослому стані ембріонали мають пропорції тіла, властиві новонародженим.

Інфантилізм – недорозвинення, пов'язане з затримкою росту в післяутробний період. До основних причин такого недорозвинення належать погана годівля в молочний і післямолочний періоди, три-вале захворювання молодняку тощо. Інфантильна тварина – високонога, високозада, з недорозвиненим у глибину, довжину і ширину тулубом, з погано розвинутою мускулатурою, молочною залозою, кістковою тканиною, органами травлення та з низькою живою масою (рис.16).

Рис.16

Ембріоналізм та інфантилізм – своєрідні форми *неотенії*. Основне в неотенії – відсталість розвитку всього організму в цілому і особливо відтворної функції. Тривала затримка росту має необоротний характер, цілком компенсувати її не можна. виправлення можливі тільки при невеликій затримці росту. Недорозвинення тварин завдає великих збитків сільськогосподарському виробництву.

Оборотні і необоротні форми недорозвиненості – це ступінь компенсації недорозвиненості організму, яка виникла в результаті голоду, прямо пропорційна наступним умовам годівлі тварини і обернено пропорційна її віку, силі і тривалості несприятливих умов годівлі.

Одержані у досліді дані вказують на те, що мобілізація компенсаторних функцій організму відшкодовує вагову затримку легше, ніж лінійну, (ріст тіла). У більшості випадків вони не можуть повністю компенсуватись в період розвитку тварини. Тому оборотні і необоротні форми недорозвиненості пов'язані з конкретними умовами онтогенезу.

Сучасна трактовка проблеми недорозвиненості дає аналіз дії адаптивно-компенсаторних механізмів пристосованості на різних рівнях організації біосистем: клітини, організму, популяції тварин, популяції людей. “Компенсація – це процеси, спрямовані на забезпечення функціонування елементів системи, які проявляються при дії на неї факторів зовнішнього середовища, що перевищують норму адаптації елементів, за рахунок реакції структур самої системи” – підкреслюють О.І. Воложин і Ю.К. Субботін (1987).

Адаптивно-компенсаторні процеси на рівні організму відбуваються шляхом саморегуляції функцій, які забезпечують сукупну дію його структур для збереження організму від пошкодження. Ці структури охоплюють дихальну, травну, нервову та багато інших систем. Вищий синтез регуляції цих механізмів забезпечує центральна нервова система. Універсальність функціонування самого організму у процесі адаптації здійснюється за рахунок збільшення числа спеціалізованих структур і їх взаємодублювання. Самі умови при цьому являються адаптивною нормою систем. Індивідуальна мінливість в онтогенезі дозволяє організму міняти у деяких межах свої структурно-функціональні зв'язки, тобто зберігати гомеостаз організм–середовище. Адаптивно-компенсаторні процеси в популяції перш за все потребують забезпечення енергетичних процесів обміну організму з середовищем. Удосконалення компенсаторних механізмів у процесі адаптації популяції приводить до формування відносної рівноваги між організмом і середовищем.

П.Д. Пшеничний встановив, що компенсації у телят, які в перші 3-6 міс. життя відставали в рості, до річного віку не відбуваються навіть при максимальній годівлі їх рослинними кормами.

Багаточисельні дослідження показали, що у всіх випадках після недокорму тварин неможливо повністю відновити функцію різних органів і тканин. Якщо жива маса може бути відновлена до більш пізнього віку тварин, то цього не відбувається з органами і тканинами. Чим довше у молодому віці тварина перебувала у недокормі, тим більш глибокі порушення виникають в організмі. Як відмічає Ю.Я.Борисенко (1967), неможливо компенсувати затримку росту тварин вже сформованих, тобто тих, у яких припинився ріст. Доброю годівлею можна покращити їх вгодованість, підвищити дещо продуктивність, але змінити пропорції тіла, виправити структуру вже віддиференційованих тканин і органів неможливо. Тому треба з наймолодшого віку тварини піклуватися про забезпечення її збалансованою годівлею і оптимальними умовами утримання.

Знання спеціалізації і диференціації клітин, тканин і органів дає можливість спеціалісту управляти онтогенезом завдяки створенню умов для вирощування молодняку в утробний і післяутробний період, створенню відповідних умов зовнішнього середовища.

ПЕРІОДИ І ФАЗИ ОНТОГЕНЕЗУ

Періоди і фази онтогенезу в ембріональний і постембріональний періоди. Більшість сільськогосподарських тварин належать до вищих ссавців, онтогенез яких можна поділити на періоди внутрішньо-утробного (ембріонального) і післяутробного (постембріонального) розвитку.

Внутрішньоутробний розвиток ссавців проходить такі фази-стадії (за Шмідтом Г.О.): зародкова (ембріональна), передплідна і плодова.

Зародкова (ембріональна) фаза у великої рогатої худоби в перші сім діб – це стадія дробління зиготи. У зародку що не дістає ззовні поживних речовин, джерелом живлення є безкисневе розщеплення речовин, які містяться в яйці 8–19 доби (стадія живлення і дихання за допомогою трофобласта). З'являються зародковий диск, зародкові листки і осьові органи. Починається розвиток з жовткового мішка, формується амніон; 20–23 доба – стадія живлення і дихання за допомогою судин жовткового мішка. Формується травний канал, задня частина якого дає початок алантоїсу. Розвивається первинна нирка; 23–24 доба – стадія живлення і дихання за допомогою судин алантоїса, який разом з хоріоном утворює примітивну плаценту. Закладаються всі інші органи тіла. На цьому закінчується формування ембріона. Тривалість його у великої рогатої худоби – 34, у овець 29 і у свиней – 22 доби.

Передплідна фаза – 35–50 діб (рання передплідна фаза). Закладається молочна залоза. Формується хрящовий скелет; 50–60 діб – пізня передплідна фаза. Визначається стать плода. Починається окостеніння скелета. Ця фаза триває у великої рогатої худоби – 26, у овець – 18 і у свиней – 16 діб.

Плодова фаза – 61–120 діб (рання плодова фаза). Плодовий міхур і плацента повністю розвинені. Чітко виражені не тільки видові, а й породні ознаки; 5–6 місяці – пізня плодова фаза. Продовжується ріст уже в основному сформованого плода. Розвивається кора головного мозку, регулюються дихання, травлення. Плодова фаза триває у великої рогатої худоби 220–230 діб, у овець – 100–110, у свиней – 80–90, у коней – 240–260 діб.

Отже, сільськогосподарським тваринам різних видів властиві свої видові особливості ембріонального розвитку. Як визначає проф. П.Д. Пшеничний (1955), у великої рогатої худоби умови ембріо-генезу в першу чверть внутрішньоутробного розвитку можуть спричинити зміни у формоутворенні (якісні зміни господарсько-біологічних властивостей), тоді як умови ембріогенезу в останню чверть позначаються, насамперед, на внутрішньоутробному рості, а отже, на розмірах і будові тіла телят при народженні. Тому в зародкову і передплідну фази велике значення має якість, а не кількість поживних речовин.

У плодову фазу, особливо у другій її половині, у зв'язку з ростом плода збільшується потреба в кількості поживних речовин. Це не означає, що якість годівлі може бути гіршою порівняно з попередньою фазою. Тут поряд з якістю велике значення має і кількість корму, що його споживає мати, а через неї і плід.

Встановлено, що основні господарсько-корисні ознаки тварини (міцність конституції і стан здоров'я, продуктивність) закладаються в період її внутрішньоутробного розвитку.

Післяутробний (постембріональний) розвиток починається з часу народження тварин і триває до їх смерті. Розрізняють (Пшеничний П.Д., 1955) п'ять основних фаз постембріонального розвитку великої рогатої худоби, враховуючи комплекс фізіологічних вимог організму до умов життя, без чого не можна організувати раціональну годівлю і утримання тварин. До них належать фази новонародженості, молочна, статевого дозрівання і наростання індивідуальності в розвитку, розквіту зрілості і функціональної діяльності, а також фаза старіння.

Фаза новонародженості – від народження теляти до відносно незалежного від матері його живлення і здатності до самостійного існування. Триває вона від дня народження до трьох тижнів. Протягом перших одного-двох тижнів після народження в теляти повністю розвивається фізична терморегуляція, поступово змінюються осередки кровотворення і значно змінюються ферментативні,

всмоктувальні, захисні функції організму. Годівля материнським молоком у цю фазу обов'язкова, причому молоко є майже єдиною їжею новонародженого теляти. Від молозива кров теляти збагачується імунними тілами, збільшуються запаси вітаміну А в печінці, посилюються моторні функції органів травлення.

У молочну фазу основним кормом теляти є молоко (молоко, молочні відвійки, замінники незбираного молока). Поряд з цим, теля поступово привчається до рослинних кормів. Хоча рослинні корми мають другорядне значення, вони стимулюють розвиток органів травлення теляти, сприяють збагачуваності рубця і товстих кишок мікроорганізмами. Молочна фаза триває до 3–4-місячного віку телят.

Фаза статевого дозрівання і наростання індивідуальності в розвитку характеризується посиленням розвитку статевих органів. Завершується вона формуванням основних індивідуальних рис – екстер'єрно-конституціональних особливостей, за якими розрізняють породні ознаки, ознаки лінії, родини. Ця фаза завершується першим отеленням і початком лактаційної діяльності корів. У бугаїв вона закінчується на другому році життя і збігається з початком їх систематичного племінного використання.

У фазу зрілості і розвитку функціональної діяльності тварина досягає найвищої відтворної здатності, максимальної продуктивності і високої життєдіяльності. У різних особин вона настає по-різному (у скороспілих – раніше, у пізньоспілих – пізніше) і тривалість її неоднакова. Крім скороспілості, на час її настання впливають рівень і вид годівлі.

Завдання зооінженера – продовжити тривалість цього підперіоду за допомогою відповідних методів селекційно-племінної роботи.

Фаза старіння характеризується поступовим згасанням загального життєвого тону тварини і її відтворних здатностей, зниженням її продуктивних якостей.

Перші три фази (новонародженості, молочна, статевого дозрівання) супроводжуються характерним розвитком тварини, інтенсивним ростом її маси, хорошим розвитком м'язової і кісткової тканини. Тому молодняк особливо потребує підвищеного протеїнового і мінерального живлення.

Якщо в перші три фази постембріонального розвитку маса тіла збільшується переважно завдяки росту м'язової і частково кісткової тканини, а також в результаті відкладання білка та мінеральних солей, то в дорослих тварин вона зростає переважно за рахунок нагромадження резервного жиру.

Основні характерні ознаки і зміни періодів та фаз онтогенезу тварин наведені у таблиці 7.

Таблиця 7 – Основні характерні ознаки (зміни) періодів і фаз онтогенезу тварин

Період онтогенезу	Фаза онтогенезу	Основні характерні ознаки, структурні зміни
Внутрішньоутробний (ембріональний)	Зародкова (ембріональна). Тривалість у великої рогатої худоби – 37 діб, овець – 29, свиней – 22 доби	Виникнення зиготи. Проникнення зиготи у слизову оболонку матки: 13–15 діб. Дробіння зиготи, формування ектодерми, ендодерми, мезодерми. Органогенез. Диференціювання і спеціалізація клітин, тканин, початок утворення органів. Маса ембріона зростає повільно
	Передплідна. Тривалість у великої рогатої худоби – 26 діб, овець – 18, свиней – 16	Продовження органогенезу плода. Закостеніння скелета. Формування мускулатури та породних ознак
	Плодова. Тривалість у великої рогатої худоби 220–230 діб, овець	Завершується диференціація тканин, органів, систем.

	– 100–110, свиней – 80–90	Бурхливий ріст маси ембріона (в останню тре-тину вагітності). Ріст ске-лета, внутрішніх органів, м'язів
Післяутробний (постембріональний)	Новонародженості	Прийняття новона-родженого до нового типу травлення, обміну речо-вин, терморегуляції
	Молочного травлення від народження до відлучен-ня: 7–10 діб	Молочне живлення. По-дальша адаптація до зов-нішніх умов середовища. Ріст органів травлення, кістяка, м'язів та ін.
	Статевого дозрівання і наростання індивідуаль-ності в розвитку	Статеве дозрівання. Про-будження статевого реф-лексу. Подальший розви-ток організму
	Зрілості і розвитку функці-ональної діяльності	Період розквіту всіх фун-кцій організму, високої продуктивності, відтво-рення нащадків
	Старіння організму	Згасання основних функ-цій, старіння організму

Залежно від умов ембріонального розвитку, періоди і фази онто-генезу мають різне продовження. Така ж закономірність характерна і для постембріонального розвитку організму. Генетичні та паратипічні фактори впливають на ці процеси не тільки серед різних видів тварин, а й у межах одного і того ж виду. Так, у великої рогатої худоби знайдено кореляційний зв'язок між продовженням періодів ембріо-нального розвитку у молочних порід з рівнем їх продуктивності: чим скоріше проходять ці періоди, тим більша скороспілість тварин у постембріональний період.

Розміри плаценти і площа котиледонового апарата визначають розміри і життєдіяльність новонароджених тварин.

Таким чином, знання закономірностей розвитку сільськогос-подарських тварин дає змогу зооінженеру керувати процесом онто-генезу в інтересах виробництва. При цьому змінюються морфологічна, анатомічна, а разом з нею і фізіологічна сторони онтогенезу. Жит-тєдіяльність скороспілих форм тварин на початкових стадіях їх роз-витку порівняно підвищена, що важливо використовувати в зоо-технічній практиці для створення тварин бажаних якостей і типу.

МЕТОДИ ОЦІНКИ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТВАРИН

Абсолютний і відносний приріст живої маси тварин

Контроль за розвитком і ростом тварин здійснюється шляхом зважування і вимірювання. Систематичне зважування тварин дає змогу точно визначити масу тіла і приріст її за певний проміжок часу. Для контролю за ростом тварин їх зважують першого дня після народження, а потім у такі строки: велику рогату худобу і коней у віці – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 18, 24 місяці; свиней – 1, 2, 4, 6, 9, 12, 18, 24 місяці; овець – 1, 4, 12, 24 місяці. Для менш точного визначення маси тварин, їх можуть зважувати рідше. Тварин, яким понад два роки, зважують 2 рази на рік (навесні, коли переводять на літнє табірне утримання, і восени, коли ставлять на стійлове утримання).

Під час зважування і обмірювання жіночих особин важливо враховувати строки їх вагітності. Рекомендується зважувати їх не раніше, ніж через місяць після родів. Дійних корів (на другому–чет-вертому місяці після отелення) зважувати потрібно вранці до годівлі по закінченні ранкового доїння.

Лінійний ріст визначають обмірюванням тварин (див. розділ “Конституція, екстер'єр та інтер'єр сільськогосподарських тварин”).

Результати зважування дають можливість визначити абсолютний і відносний приріст тварин. Абсолютним приростом називають величину приросту живої маси організму за певний проміжок часу

(декаду, місяць, рік тощо). Його визначають як різницю між живою масою тварин вкінці і на початку облікового періоду за формулою:

$$A = (W_1 - W_0) : t,$$

де А – абсолютний приріст живої маси; W_1 – маса тварин вкінці періоду; W_0 – маса на початку періоду; t– тривалість періоду.

Наприклад, якщо маса теляти на початку декади становить 45 кг, а вкінці 50 кг, то абсолютний приріст його живої маси за цю декаду дорівнює 5 кг (50 – 45), або 0,5 кг за добу [(50–45) : 10].

Абсолютний приріст – цілком задовільний показник швидкості росту. Його широко використовують на практиці для обліку росту і розвитку тварин. Але за рівністю абсолютного приросту живої маси двох організмів ще не можна судити про інтенсивність їх росту. Менший з двох організмів з однаковою абсолютною швидкістю росту (однаковий добовий приріст живої маси) має більшу інтенсивність росту, бо його маса менша.

Щоб дістати порівняльні дані про ступінь напруження росту різних організмів, приріст їх живої маси заведено виражати в про-центах від загальної величини, тобто, визначати відносний приріст живої маси (В). Для цього використовують формулу:

$$B = (W_1 - W_0) : W_0 \times 100.$$

Наприклад, маса одного теляти при народженні становить 42 кг, а другого – 36 кг. У 30-денному віці маса першого збільшилася до 69, а другого – до 63 кг, тобто середньодобовий приріст її в обох телят був однаковий (900 г), а швидкість росту – різна. Відносний приріст пер-шого теляти становить 64,3% – [(69–42) : 42 × 100], а другого 75% [(63–36) : 36 × 100] . Отже, друге теля росло відносно інтенсивніше, ніж перше.

Оцінка росту та розвитку тварин відбувається як на підставі даних окремих органів і тканин, так і в цілому всього організму. Так, інтенсивність росту і розвитку скелета у різних тварин відбувається неоднаково.

Нерівномірність росту скелета в ембріональний та постем-бріональний періоди зумовлює і нерівномірність приросту промірів тіла. Для селекційної роботи треба знати середньодобові прирости порід, типів, які відображають характерні ознаки тварин. Від поставленої мети та кінцевих результатів молочної і м'ясної продуктивності у тварин їх розвиток та ріст запрограмований по-різному (табл.8, 9).

Таблиця 8 – Середньодобові прирости телиць української червоно-рябої породи у різні періоди залежно від їх майбутньої молочності

Надій, кг	Середньодобові прирости по періодах (місяці), г					
	0–6	7–12	13–18	0–18	0–12	7–18
10000	944	944	806	908	944	875
9000	889	889	750	842	880	819
8000	844	833	694	791	839	764
7000	800	778	639	739	789	708
6000	756	722	583	687	739	653
5000	711	667	528	635	689	597
4000	667	611	472	583	639	542
3000	662	556	417	532	589	486

Таблиця 9 – Середньодобові прирости телиць, нетелів і бугайців української м'ясної породи у різні періоди залежно від їх кінцевої живої маси

Жива ма-са у 18 міс. кг	Середньодобові прирости по періодах (місяці), г					
	0–6	7–12	13–18	0–18	0–12	7–18
Бугайці						
570	1100	1000	950	1017	1050	975
500	990	950	900	950	970	925

440	770	725	725	740	750	725
Телиці і нетелі						
460	1000	700	700	800	850	700
400	725	700	600	675	715	650
360	725	560	500	600	650	530

Вимоги до росту і розвитку молочної української червоно-рябої породи залежно від майбутньої продуктивності різні: корови, від яких планується отримати 10000 кг молока до 18-місячного віку, повинні мати середньодобові прирости понад 900 г, при надої 3000 кг – всього 532 г.

Принципи прогнозування живої маси і лінійних промірів

Сучасні методи розроблені М.Н.Колесником (1985) на підставі генетичних закономірностей. Для ссавців характерний безперервний ріст. Багаточисленні матеріали по індивідуальному зважуванню тварин це підтверджують. Такий тип росту називають асимптотичним. Суть його зводиться до того, що вікові зміни ознаки відбуваються до визначеної межі. У генетичному відношенні асимптота (або межа росту) є спадково запрограмований рівень розвитку тварини в оптимальних умовах життя.

Чисельне значення асимптоти визначають двома способами: графічно по С.Броді (1945) і аналітично по М.О.Плохинському (1970) – емпіричні дані живої маси (промірів) у всі вікові дати. Виходячи з цих даних, намічають декілька (не менше трьох) приблизних величин асимптот (А). По кожній з них знаходять різницю А–У, логарифми яких наносять на графік по осі ординат, а по осі абсцис шкалу вікових (абсолютних) показників у роках або в місяцях. Потім по кожній приблизній асимптоті використовують криву, і та з них, яка буде мати вид прямої лінії, вважається істинною асимптотою. Другим способом визначають асимптоту за формулою:

$$A = Y_2 - (Y_1 \times Y_3) : 2Y_2 - (Y_1 + Y_3),$$

де Y_1, Y_2, Y_3 – емпіричні значення живої маси (промірів), визначені через рівні проміжки часу.

Такі обчислення необхідно проводити по всіх трьох показниках за весь період росту, а потім визначають середню величину при-пустимої асимптоти.

Як відмічає М.Н.Колесник (1985), в обох випадках асимптота може бути розрахована тільки при наявності емпіричних даних за весь цикл росту. Основне завдання полягає в тому, щоб знайти спосіб прогнозування можливих величин кінцевого показника у молодому віці тварини і на основі цих показників розраховувати теоретичні дані на всі проміжні вікові дати. Це і використовують для розробки стандартів живої маси та лінійних промірів тварин.

Для більш точного визначення прогнозу індивідуального росту живої маси великої рогатої худоби за методом М.Н.Колесника(1985) розрахунки проводяться наступним чином.

Асимптота є одна з крайніх (максимальних) величин, вона визначається за загальною формулою росту, де коефіцієнт росту (K_2) корегується поправкою (Π). Емпірична асимптота (W_A) визначається за формулою:

$$\lg W_A = \lg W_t (1 + K_2 \times \Pi),$$

де $\lg W_A$ – логарифм асимптоти; $\lg W_t$ – логарифм живої маси тварини у віці t ; K_2 – середньомісячний коефіцієнт росту від народження до віку t ; Π – поправка коефіцієнта росту на асимптоту.

Формула після її перетворення матиме такий вигляд:

$$\lg W_t = \frac{-a \pm \sqrt{a^2 + 4c}}{2},$$

де $a = (1 - \Pi : t)$; $c = 4 \lg W_A$; $c = \Pi : (t \times \lg W_0)$.

Отже, основні параметри розрахунків (W_t, W_0, W_A) визначаються з урахуванням віку тварин.

Розрахункові дані теоретичної живої маси худоби не обов'язково будуть точно співпадати з конкретними емпіричними показниками. Особливості генотипу і умови зовнішнього середовища будуть обумовлювати кінцевий результат росту та розвитку тварин.

Таким чином, методи оцінки росту і розвитку тварин дозволяють залежно від селекційних завдань одержати різні показники: абсолютний і відносний приріст, вести прогноз росту живої маси і лінійних промірів тварин, залежно від кінцевих показників майбутньої продуктивності забезпечувати відповідний рівень росту і розвитку тварин.

Селекційні показники онтогенезу

У селекції показники онтогенезу відіграють велику роль. *Життєздатність* визначає стійкість організму до різних екстремальних умов і стресів. В зоотехнії цей показник відображає ряд важливих селекційних показників: міцність конституції, висока акліматизаційна здатність, стійкість до різних захворювань, стійкість до стресів у процесі технології виробництва.

Міцність конституції визначають по П.М.Кулешову, М.Ф.Іва-нову, акліматизаційну здатність – по адаптації організму до незвичних для нього кліматичних умов; стійкість до різних захворювань – по наявності окремих тварин, сімейств, ліній, стійких до таких захворювань, як мастит, хвороби копитець, органів відтворення, лейкоз та ін.; стійкість до стресів у процесі технології виробництва – по стресостійкості до машинного доїння корів, при різних системах утримання тварин, тощо.

Життєздатність понижують такі фактори як інбридинг, ослаблення конституції організму, або перерозвинена конституція в одному напрямі продуктивності, несприятливі умови вирощування молодняку, незбалансована годівля і погані умови утримання. До низької життєздатності призводять також такі екстремальні умови, як підвищений рівень радіації, незвичайні кліматичні умови.

Інтенсивність росту – невід'ємний селекційний показник у тваринництві, особливо у м'ясному. Визначають абсолютний і відносний приріст. Селекція ведеться за основними зоотехнічними показниками: оцінка фенотипу і генотипу, в т.ч. живої маси, середньодобових приростів; оцінка плідників за інтенсивністю росту їх нащадків та ін.

Скороспілість – здатність організму досягати високого ступеня свого розвитку, який забезпечує можливість раннього використання тварини для відтворення стада молочної, м'ясної, або іншої продуктивності без шкоди для здоров'я, подальшого розвитку, а в окремих випадках і довговічності для даної особини.

Довгорослість – здатність організму в період постембріонального розвитку мати подовжений час нарощування м'ясної продуктивності (наприклад, у деяких порід великої рогатої худоби). Цією довгорослістю характеризуються найкращі сучасні м'ясні породи великої рогатої худоби: кіанська, шаролецька, лімузінська та ін. Породи довгорослі здатні протягом більш тривалого часу інтенсивно нарощувати м'язи тулуба, що забезпечує високий вихід м'ясної продукції у тварин.

Великорослість – здатність організму в постембріональний період (таке явище в ембріональний період призводить до тяжких наслідків – тяжких пологів та ін.) мати великий ріст, який тісно корелює з м'ясною продуктивністю худоби, працездатністю коней. Так, найбільш великоросла порода у світі – м'ясна кіанська.

Довговічність – тісно пов'язана з міцністю конституції і пристосованістю до умов технології виробництва.

Як бачимо, показники онтогенезу є важливими селекційними напрямками в роботі спеціалістів, вони охоплюють біологічні та господарсько-корисні ознаки окремих тварин, так і цілих породних популяцій.

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РІСТ І РОЗВИТОК ТВАРИН

З факторів, що впливають на ріст і розвиток тварин у процесі онтогенезу, найбільш важливими є спадковість батьків, годівля, режим утримання та мікроклімат, інтенсивність функціонування залоз внутрішньої секреції, тренінг, вік тварин, методи спрямованого вирощування, строки статевої і господарської зрілості та ін.

Вплив спадковості батьків на ріст і розвиток тварин. Формування і успадкування ознак у тварин обумовлені певними генами. Багато ознак, які характеризують тварину в цілому (ріст, маса тіла, продуктивність, конституція і екстер'єр), формуються в результаті складної взаємодії багатьох генів. При цьому важливе значення мають породні особливості батьків, які впливають на внутрішню будову організму.

Роль батьківського і материнського організму у формуванні ознак неоднакова. Про вплив материнської породи свиней на масу приплоду при народженні та його розвиток до відлучення свідчать результати реципрокного схрещування дрібних свиней з тваринами породи ландрас та інші приклади.

Стійко успадковуються особливості окремих частин організму. Відомо немало серйозних вад вим'я у корів (відсутність або велика недорозвиненість однієї чи двох передніх четвертин вим'я, зрощування двох дійок на одній половині вим'я, тощо), походження яких обумовлено спадковістю. Накопичено чимало даних про успадкування багатьох господарсько-корисних ознак у тварин.

У птахівництві одержують високі показники у птиці різних кросів і гібридів (табл.10).

Таблиця 10 – Жива маса молодняку різних кросів яєчних курей, кг

Вік, тижнів	Старт - 1		Волжський - 3		Білорусь - 9	
	курочки	півники	курочки	півники	курочки	півники
4	0,26	0,28	0,26	0,28	0,26	0,29
9	0,62	0,67	0,64	0,66	0,65	0,72
17	1,24	1,35	1,23	1,50	1,32	1,50
22	1,45	1,80	1,50	1,93	1,55	1,80

З цих даних видно, що відселекціоновані різні кроси яєчних курей мають високу інтенсивність росту, але жива маса м'ясних курей має ці показники значно вищі. Ремонтний молодняк у віці 4-х тижнів – 0,55 кг (курочки) і 0,64 (півники); у 9 тижнів, відповідно, 1,15 і 1,41 кг; 17 тижнів – 1,76 і 2,42 кг; 22 тижні – 2,10 і 2,94 кг.

Вплив годівлі і утримання на ріст і розвиток тварин. З факторів навколишнього середовища на ріст і розвиток організму дуже впливають годівля і утримання. Вплив надлишку і недостатці кормів на ріст та розвиток тварин відзначав ще Ч.Дарвін.

Зокрема, щоб виростити високопродуктивних молочних корів, треба добиватись середньодобового приросту маси телят до 6-місячного віку 750–800 г. Середньодобовий приріст маси у племінних бу-гайців повинен бути на 15–20% більший, ніж у телиць. Інакше вирощують телят та інших тварин на м'ясо, причому в перші 5–6 місяців життя важливо добиватися максимального середньодобового приросту живої маси.

Вплив годівлі відбивається на всіх господарсько-корисних показниках, особливо на відтворних функціях організму. Самки мають додаткову потребу в поживних речовинах для росту і розвитку зародка в період вагітності. Ця потреба значно збільшується з ростом плода. Годівлі та утримання значно впливає на ріст і розвиток молодого організму, що в майбутньому визначатиме продуктивність повновікової тварини.

Є корелятивна залежність між здатністю з'їдати і перетравлювати велику кількість корму та високою продуктивністю. Молочна голштинська порода США, Канади та інших країн – приклад створення таких порід тварин (жива маса повновікових корів 700–800 кг), здатних споживати і перетворювати в молоко велику кількість кормів. Такі тварини мають добре розвинені травні органи.

Заслужують на увагу досліді по вивченню оптимальних режимів вирощування ремонтних кнурців різних порід. Встановлено, що кнурці всіх порід, які одержували кормів вволю, переважали за живою масою своїх ровесників при помірній годівлі. У 8-місячному віці кнурці великої білої породи переважали аналогів при помірній годівлі на 17,8%, ландрас – на 17,2%, дюрор – на 21,7%. Кнурці диференційовано, за живою масою і середньодобовим приростом займали проміжне місце між аналогами, вирощеними помірно та інтенсивно. У тварин порівнюваних порід, вирощених інтенсивно, краще росли і розвивалися ті частини тіла, які значною мірою зумовлені спадково. Якщо у тварин породи ландрас це довжина тулуба, то у кнурців породи дюрор проміри ширини тіла – грудей і задньої частини.

Режим утримання та мікроклімат. На ріст і розвиток сільськогосподарських тварин впливає і режим утримання, що його створює людина – світловий, повітряний, температурний, волого-тепловий. Відмінності у тривалості дня і ночі впливають на особливості онтогенезу тварин.

Так, збільшення тривалості освітлення у пташниках до 12–14 год у період яйцекладки і скорочення світлового дня до 8 год під час линяння курей підвищує їх несучість. Додаткове освітлення прискорює ріст і розвиток гусей. Надмірний світловий режим гальмує ріст тварин.

Під дією ультрафіолетового проміння в організмі тварин утворюється вітамін Д, який відіграє важливу роль у регулюванні мінерального, білкового і вуглеводно-жирового обміну. Під дією ультрафіолетового опромінення інтенсивніше відбуваються окиснювальні процеси, підвищується імунологічна реактивність тварин.

Вологість, тиск і рух повітря у процесі онтогенезу тварин також позначається на їх продуктивності. Висока відносна вологість повітря в приміщеннях для молодняку – одна з основних причин порушення життєдіяльності організму і захворювання тварин. Підвищена вологість повітря і сирість у приміщенні – також сприятливе середовище для розвитку мікробів, патогенних грибів. Найбільш сприятливою для тварин слід вважати вологість у межах 50–70%.

Значення залоз внутрішньої секреції в онтогенезі тварин. Залози внутрішньої секреції в організмі виконують важливі функції, від яких залежить нормальний розвиток тварин. Особливо велике значення мають гормони, що виділяються залозами внутрішньої секреції у період інтенсивного росту і розвитку організму. Наприклад, кастрація затримує спочатку ріст, проте стимулює його тривалість (особливо лінійних промірів). Рано кастровані тварини обох статей мало чим відрізняються будовою тіла, ростом скелета, характером волосного покриву. Якщо ж каструють тварин після їх статевих дозрівання, то пригнічується переважно функція статевих органів і послаблюються процеси обміну речовин, внаслідок чого тварини швидше жиріють.

Гормон щитовидної залози (тироксин) регулює інтенсивність обмінних процесів. Експерименти з видаленням щитовидної залози у тварин призводили до різкого зниження інтенсивності їх росту.

Гормони гіпофіза впливають на різноманітні функції організму. Внаслідок видалення гіпофіза, або недостатньої його функції, ріст тварин уповільнюється. Навпаки, патологічне посилення діяльності гіпофіза супроводжується посиленням росту тіла тварини, розвивається гігантизм. Гормон задньої частини гіпофіза окситоцин регулює у корів швидкість молоковіддачі. Інтенсивне його виділення у кров сприяє швидкому видоюванню корови.

Підшлункова залоза, виділяючи гормон інсулін, відіграє важливу роль у вуглеводному обміні. Діяльність залоз внутрішньої секреції контролюється вищою нервовою системою. Дію залоз внутрішньої секреції треба враховувати в зоотехнічній практиці. При необхідності, на різних етапах онтогенезу тварин використовують такі гормональні препарати, як інсулін, тироїдин, фолікулін, пролан та ін.

Вплив інших факторів на ріст і розвиток тварин

Клімат. Температура зовнішнього середовища коливається в широких межах. Необоротні зміни в організмі сільськогосподарських тварин у більшості видів настають, коли температура підвищується до 43–44°, в організмі птиці – до 47°. При температурі повітря понад +22–32° у тварин можливі розлади теплорегуляції, причому надії корів зменшуються на 25–60, а приріст живої маси у свиней і великої рогатої худоби – на 12–30%. Зниження температури нижче оптимального рівня веде до посилення обміну речовин (у великої рогатої худоби на 2–3, а у свиней на 4% на кожний градус зниження) і непродуктивної витрати кормів, що економічно не вигідно; знижуються також молочність корів, приріст живої маси свиней, несучість птиці.

При зимовому вільному вигульному і літньому пасовищному утриманні створюються сприятливі умови для загартовування тварин.

Вплив тренінгу і виховання на ріст і розвиток тварин. Систематичний тренінг і виховання позитивно позначаються на рості і формуванні корисних ознак тварин. Це здійснюється різними методами, залежно від поставлених завдань. До них належать активний моціон, роздоювання корів, масаж вим'я в корів і нетелів, тренінг коней, раннє привчання телят до рослинних кормів.

Вік тварин. Залежно від віку тварини мають різні абсолютні та відносні прирости (табл.11).

Таблиця 11 – **Вікові зміни абсолютних та відносних приростів у різних сільськогосподарських тварин** (за Свечіним К.Б., 1976)

Вид тварин	Абсолютний приріст, кг					Відносний приріст, %			
	загальний приріст від народження до 18 міс.	прирости у віці, міс.				загальний приріст від народження до 18 міс.	прирости у віці, міс.		
		0–6	7–12	3–18			0–6	7–12	13–18
Коні	340	180	100	60	100	53	29	18	
Велика рогата худоба	365	150	113	102	100	41	31	28	
Вівці	42	34	5	3	100	81	12	7	
Свині	193	54	109	30	100	28	56	16	

Закономірності росту та розвитку тварин потребують і різних умов годівлі та утримання. При недостатній годівлі, органи, які формуються на ранніх етапах розвитку, нерідко отримують поживні речовини за рахунок органів, що вже завершили свій ріст. Тварини розвиваються з порушеннями відносних періодів, що не дає в подальшому одержати від них високу продуктивність.

З таблиці 11 видно, що для багатьох тварин інтенсивним періодом росту і розвитку є період перших 6 місяців життя, коли ваговий приріст складає від 40 до 80%. Проте це не підтверджує, що в інші періоди треба меншу увагу приділяти годівлі тварин. Протягом усього періоду онтогенезу тварини повинні одержувати збалансовані раціони, відповідно їх віку, росту і розвитку.

Управління індивідуальним розвитком в ембріональний та постембріональний періоди

Цьому питанню присвячено багато наукових праць. К.Б.Свєчін (1976) узагальнює цей досвід, на основі якого можна зробити наступні висновки.

В *ембріональний* період створюються складні нейрогуморальні взаємовідносини між організмом матері і ембріоном, що розвивається. Розвиток щитовидної залози вже справляє свою дію в ембріонів вівці у віці 7–8 тижнів, свиней – 50 діб, кролиць – на 20 добу ембріонального розвитку. Функціонують у плодів і інші залози внутрішньої секреції. Але у взаємодії організму матері і плода вирішальна роль належить материнському організму, стан якого визначає особливості розвитку ембріона. Основні фактори, що впливають на хід ембріогенезу, спадкові і неспадкові. До спадкових факторів слід віднести особливості виду і порід, особливості матері і батька. До неспадкових факторів належать: годівля вагітних самок, вік матері, розміри її тіла, розміщення плода у рогах матки тощо. Серед останніх живлення ембріонів відіграє велику роль.

Процес розвитку плода знаходиться у прямій залежності від можливостей материнського організму забезпечити йому необхідні умови і особливо поживні речовини та кисень. Встановлено, що повноцінна, але недостатня годівля самок у першій половині вагітності не затримує розвиток плода, який має на той час малу абсолютну масу. Однак, у другій половині вагітності недостатній рівень годівлі матері затримує розвиток плода. Повноцінна годівля вагітної самки має велике значення на всіх етапах ембріонального розвитку нащадків, особливо у зародковому періоді, коли посилено йде процес органогенезу у плода. Неповноцінна годівля самок, особливо на ранніх етапах вагітності, веде до розсмоктування зародка, абортів, народження кволого потомства. Неповноцінна годівля самок часто пов'язана з недостатнім використанням у раціонах зелених і соковитих кормів, а також з браком у кормах вітамінів, амінокислот та інших активних речовин, необхідних для забезпечення життєдіяльності організму.

У комплексних дослідженнях багатьох вчених встановлено, що недогодовування нетелів впливає на ріст залоз внутрішньої секреції у плодів. У тканинах більшості залоз відмічалось зниження концентрації ДНК і РНК, причому формування та ріст внутрішніх органів і тканин гальмувались не

тільки у матерів, але й у їхніх плодів. Кістковий скелет плодів сильно реагував на негодовілю матерів, особливо у першу половину вагітності. З цього слід зробити висновок, що годівля вагітних самок значно впливає на ріст і розвиток плодів.

Постембріональний період є важливим для управління індивідуальним розвитком тварин. Яскравим прикладом є створення голштинської породи в США. На основі цього досвіду можна багато де-чого взяти для вітчизняної селекції.

По-перше, робота з типом молочної худоби, а точніше, проблема конституції тварин. По-друге, утворення тварин з великою живою масою, яка у повновікових корів голштинської породи досягає в середньому 720 кг. Стандарт бажаного типу голштинської худоби в США до 2000 року буде становити 9 тис. кг молока в середньому на дорослу корову. Розрахунки показують, що молочність, жива маса корів і потреба в кормах взаємозв'язані. По-третє, проведення селекції худоби на інтенсивне споживання і використання об'ємистих кормів. По-четверте, висока стресостійкість тварин при їх експлуатації та резистентність проти різних захворювань.

Методи спрямованого вирощування молодняку в постембріональний період

Спрямованому вирощуванню молодняку в постембріональний період вітчизняними вченими приділялась велика увага. Слід зупинитись на працях видатного вченого І. В. Бельговського (1909–1911) по вивченню сичугового травлення у телят, які склали цілу епоху в методах досліджень у всій світовій ветеринарії і зоотехнії. За допомогою фістульного методу по І.П.Павлову, І.В.Бельговському вдалося вивчити процеси сичугового травлення у тварин. У своїй праці (1912) І.В.Бельговський встановив безперервність секреції шлункового соку, причому вона має місце і тоді, коли верхні відділи шлунка (рубець, сітка і книжка) вільні від страви, і тоді, коли сік надходить безпосередньо у сичуг. Ця біологічна закономірність у жуйних фактично визначає технологію годівлі та утримання телят від першої доби життя і старше. Сучасні технології передбачають спільне утримання новонародженого теляти з матір'ю у спеціальних денниках (пологові бокси) протягом 20–24 год, що цілком діє на здоров'я теляти, оскільки воно за першу добу життя 8–10 разів споживає молозиво малими порціями під час вільного смоктання.

В подальшому у профілактичний період та у більш пізній час молочного періоду (до 4–6-місячного віку) збільшуються вимоги до кратності годівлі, що пов'язано з безперервністю соковиділення в сичугі і рівномірністю надходження хімусу у сичуг. Порційна годівля телят протягом доби добре впливає на здоров'я тварини, її ріст і розвиток.

Було також встановлено, що під час годівлі виділення шлункового соку різко збільшується. Тому смакові якості корму, вид корму, запах, консистенція відіграють велику роль у проявленні апетиту у тварини і наступному перетравлюванню корму у сичугі та інших відділах шлунку. Характер споживання корму твариною відображається на динаміці секреції шлункового соку. Виділення соку на кисляк, молоко, сіно, траву проявляються близькими величинами, що підкреслює їх біологічну доцільність у годівлі жуйних, порівняно з іншими кормами. Виділення вільної соляної кислоти у шлунковому соці здійснюється безперервно, що також підтверджує важливість частого давання корму у технології годівлі телят.

Фундаментальні праці П.Д.Пшеничного (1903–1985) з проблеми вирощування молодняку розвинули далі вчення про періоди росту і розвитку. П.Д.Пшеничний виділяє наступні періоди онтогенезу: новонароджуваності, молочний період, період статевого дозрівання і народжування індивідуальності у типі розвитку, період зрілості і розквіту функції діяльності, період старіння.

У віці телят – 1,5–2 місяці молочні корми слід поступово замінювати сухими рослинними кормами. Рослинні корми потрібно давати обов'язково не пізніше як з 2–3-тижневого віку. Молоко складає основу раціону телят до трьох місяців.

Перші 4–6 міс. після народження у молодняку основних видів сільськогосподарських тварин характеризуються найбільшою інтенсивністю функції живлення. Це підтверджує збільшення з віком вмісту важливих пластичних речовин (золи, азоту, води) у тілі молодняку.

В ембріональний період і в перші 5–6 міс. після народження у тілі молодняку швидко підвищується вміст мінеральних та азотистих (білкових) речовин і знижується вміст води. З 5–6

місячного віку питома вага цих речовин залишається майже незмінною, тому молодняку у цей період в раціонах старанно збалансовують мінеральні і білкові речовини.

Для спрямованого вирощування молодняку холодний метод вирощування є також важливим у системі зоотехнічної роботи. С.І.Штейман вперше в племрадгоспі “Караваєво” Костромської області застосував цей метод і одержав прекрасні результати. Тварини, які вирощувалися в неопалюваних приміщеннях, були загартованими і стійкими до різних захворювань, обмін речовин у їхньому організмі протікав на більш високому рівні, ніж у тварин, які були в інших умовах утримання.

Ці та інші методи і прийоми більш детально висвітлюються у курсах окремих дисциплін спеціальної зоотехнії.

Вирощування молодняку залежно від мети використання і спеціалізації тварин. В основі вирішення цієї проблеми знаходяться фундаментальні праці П.Д.Пшеничного – основоположника сучасного вчення про вирощування молодняку сільськогосподарських тварин. Він встановив, що в умовах оптимального рівня вирощування телят поїдання ними сухих рослинних кормів у перші місяці постнатального періоду швидко збільшується з одночасним зменшенням кількості молочних кормів (молоко і відвійки). При цьому, приріст від поїдання рослинних кормів особливо швидко йде в перші три місяці після народження телят. Ним також було встановлено, що раннє привчання до поїдання сіна і концентрованих кормів підвищує здатність телят до перетравлювання рослинних кормів у більш зрілому віці.

Завдяки багаточисленним дослідям П.Д.Пшеничного (1953, 1955) були зроблені важливі концептуальні висновки. Споживання рослинних кормів молодняком у ранньому віці (худоби, овець, свиней і кролів) веде до різкого покращення апетиту, підвищення перетравності кормів на 10–12% і збільшення вмісту азотистих речовин у тілі молодняку на 15–30%. Він також встановив важливий технологічний елемент залежно від кратності годівлі: часта годівля (6–8 разів на добу) сприяє вуглеводному обміну, нечаста (1–4 рази на добу) сприяє жировому обміну і більш економному витрачання організмом своїх резервів.

З віком тварин використання всієї перетравленої речовини у кормі стає більш удосконаленим. Після 3–4 міс. життя в раціоні молодняку потрібно максимально збільшувати питому вагу об’ємистих кормів і доводити до мінімуму концентрати, що формує стійкий апетит, збільшує розміри травного апарату.

У молочному скотарстві ремонтних телиць вирощують при помірній, але максимально повноцінній годівлі у всі періоди росту і розвитку, особливо у віці від 6 до 12 міс. і ще кращій годівлі в 15–18-місячному віці.

У свинарстві відгодівля може бути м’ясною, беконною, сальною. Залежно від цього вирощують молодняк по-різному, причому, для беконної відгодівлі придатні скороспілі підсвинки з довгим тулубом, добрими окороками, тонкою і малоскладчастою білою шкірою без пошкоджень. Поросят для цього треба вирощувати трохи інтенсивніше, ніж тих, що відібрані для м’ясної відгодівлі; середньодобовий приріст їх живої маси у всі періоди повинен бути порівняно високий.

Для інтенсивної відгодівлі ягнят і реалізації їх на м’ясо у віці 5–6 міс. живою масою 40–45 кг, окоти овець планують на листопад–грудень, щоб відгодівлю закінчувати у травні–червні. Ще під час утримання під матками ягнят посилено підгодовують, відлучають від маток в 4-місячному віці. Відразу після відлучення ягнят відгодовують, використовуючи різноманітні корми.

Статева та господарська скороспілість сільсько-господарських тварин, тривалість використання і проблема довголіття

При розведенні тварин враховують час настання у них статевої і господарської скороспілості. У період фізіологічної зрілості ріст тварин закінчується і вони виявляють максимальну продуктивність. У великій рогатой худоби цей період настає приблизно в 5 років; у овець в 3–4 (у романівських та деяких інших – в 5–6 років); у свиней – в 2–3, у коней – в 6–7 років.

Статева зрілість, або здатність до відтворення, настає у тварин значно раніше, причому, залежить це від їхніх видових і породних особливостей, а також від рівня і повноцінної годівлі. У телиць вона проявляється у віці 6–7 міс., у свиней – в 5–6, у овець – 6–8 міс., у коней – в 1–1,5 роки. При

недостатній годівлі статеве дозрівання настає пізніше. Господарська зрілість – вік, коли можна телиць, свинюк, ярюк, кобил парувати, а бугайців, кнурів, баранів, жеребців випускати для парування.

Практикою встановлені такі середні оптимальні строки першого парування: бугаїв – у віці 13–14, телиць – 16–18 міс.; кнурів – 10–12, а свинюк – 8–10 міс.; баранів – 10–12, ярюк – 12–18 міс.; жеребців і ко-бил – у віці 3 роки (табл.12).

Таблиця 12 – Строки досягнення статевої і господарської зрілості тварин різних видів

Вид тварин	Строки настання зрілості у самок, міс.		Строки настання господарської зрілості самців і початок використання їх для осіменіння, міс.	
	статевої	господарської	вид самців	строки
Кобила	18	36	Жеребець	36
Телиця	6–7	16–18	Бугай	13–14
Вівця	6–8	12–18	Баран	10–12
Свиня	5–6	8–10	Кнур	10–12

Строки першого парування тварин залежать також від їхніх індивідуальних особливостей і скороспілості. Так, худобу скороспілих м'ясних порід парують на 1–2 місяці раніше від звичайних строків. Самок осіменяють, коли вони досягнуть 70% живої маси дорослих тварин даної породи.

Сільськогосподарські тварини характеризуються великим строком біологічного довголіття. Відомі, наприклад, корова у віці 40 років, яка дала 30 телят; свиноматка – 22 роки, яка опоросилася 46 разів і принесла 414 поросят; вівця – 21 рік, яка дала 35 ягнят; кобила – 67 років. Це граничний вік тварин. Звичайно, тривалість життя великої рогатої худоби 20–25 років, свиней – 15–20, овець – 10–15 і коней – 35–40 років.

Тривалість продуктивної служби тварин значно менша від можливої тривалості життя. Зокрема, молочних корів використовують 8–10 років, свиней - 4–6, овець - 5–6 і коней 15–18 років. Тварин, які становлять велику племінну цінність, використовують значно довше.

Тривалість господарського використання тварин залежить від їх основного призначення. Якщо тварини призначені для племінної мети, їх використовують у господарстві значно довше, ніж користувальних тварин. Тривалість господарського використання останніх відносно невелика.

Довголіттю тварин треба приділяти увагу, особливо племінних тварин. При тривалому утриманні в господарстві високопродуктивних маток і цінних плідників, які мають добру спадковість, від них одержують численне високоякісне потомство. Останнє використовують для ремонту стада та створення нових ліній і родин, що позитивно впливає на вдосконалення племінних та продуктивних якостей стада і породи в цілому.

Обов'язок зооінженерів у процесі селекції враховувати всі ці фактори і забезпечувати тваринам такі умови, при яких вони будуть спроможні виробляти високу і якісну сільськогосподарську продукцію.

К о н т р о л ь н і п и т а н н я

1. Поняття про онтогенез, зв'язок онтогенезу з філогенезом.
2. Поняття про ріст і розвиток тварин.
3. Закономірності росту і розвитку тварин.
4. Сучасна трактовка проблеми компенсації недорозвинення.
5. Періоди і фази онтогенезу в ембріональний і постембріональний періоди.
6. Методи оцінки і вивчення росту та розвитку тварин.
7. Назвіть селекційні показники онтогенезу у тваринництві.
8. Фактори, що впливають на ріст і розвиток тварин.
9. Вплив годівлі і утримання на ріст і розвиток тварин.
10. Назвіть закономірності та типи недорозвиненості.
11. Як вести спрямований індивідуальний ріст і розвиток тварин?
12. В чому полягають особливості вирощування молодняку залежно від мети використання і спеціалізації тварин?

13. Назвіть статеву і господарську зрілість сільськогосподарських тварин.
14. Назвіть тривалість використання сільськогосподарських тварин і розкрийте проблему довголіття.

Розділ 4

КОНСТИТУЦІЯ, ЕКСТЕР'ЄР ТА ІНТЕР'ЄР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

КОНСТИТУЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

ВЧЕННЯ ПРО КОНСТИТУЦІЮ

Конституція – сукупність анатомо-фізіологічних показників організму як цілого, обумовленого спадковістю і умовами середовища та характером продуктивності тварин. Поняття “конституція”

походить від латинського слова *constitutio*, що означає – будова. Ко-ротка історія вчення про конституцію охоплює декілька етапів.

1 етап: стародавній, представлений стародавньою медициною і філософією. Грецький мандрівник-лікар, реформатор античної медицини Гіппократ (біля 460–377 рр. до н.е.), вивчаючи умови життя народів Азії, Африки і Європи, визначив типи будови тіла (конституція людей: добра-погана, сильна-слаба, тверда-м'яка, суха-вогка і т.д.). В основу було покладено склад і будову організму, схильність до захворювань. Гіппократ виділяв дві основні причини: виникнення хвороб, загальні для всіх людей даної місцевості, які залежать від конкретних умов навколишнього середовища; індивідуальні причини, які визначаються умовами життя кожного.

2 етап: утворення стародавніх порід сільськогосподарських тварин Азії і Європи і їх удосконалення в 1700–1850 рр. Серед порід худоби в ХУІІІ ст. найбільш відомою була голландська порода. У золотий вік європейського тваринництва (1750–1850) методами заводського мистецтва англійського вченого Роберта Беквелла (1725–1795) і його послідовників було удосконалено тваринництво всього світу.

Майже одночасно були створені високоцінні породи коней, овець і свиней, які зберігають до сьогодні свої основні характерні конституційні показники. Це можна було здійснити завдяки широкому використанню і оцінці конституціональних типів тварин, умілому добору і підбору при закріпленні цінних якостей утворюваних порід.

З часів Беквелла всі найбільш відомі скотозаводчики прагнули закріпити у тварин свого заводу специфічні господарсько-біологічні якості. Тому обмежений добір у породах небагатьох особин неминуче приводив до близького інбридингу, який широко застосовувався при створенні британських м'ясних порід худоби.

Що ж було в основі роботи скотозаводчиків того періоду щодо типів конституції тварин? Безперечно це була систематична робота по удосконаленню продуктивних якостей тварин, зв'язок екстер'єрно-конституціональних ознак з напрямом продуктивності. Емпіричним методом, завдяки заводському мистецтву скотозаводчиків з ура-хуванням напряму продуктивності і пов'язаної з нею конституції, були створені за відносно короткий період молочні, комбіновані і м'ясні породи худоби та інших видів тварин.

3 етап: створення сучасного вчення про конституцію вченими П.М.Кулешовим, М.Ф.Івановим і І.П.Павловим (кінець ХІХ – початок ХХ ст.).

П.М.Кулешов вивчив співвідношення розвитку органів і тканин, визначив характерні риси в будові організму та екстер'єрі, пов'язані з певними напрямками продуктивності і запропонував розрізняти наступні типи конституції: грубий, ніжний, щільний, крихкий, сирий. М.Ф.Іванов доповнив цю класифікацію конституції міцним типом.

Методологічною основою вчення про конституцію є два закони і узагальнення в науці. Мова йде про закон *співвідношення у розвитку*, згідно з яким при зміні однієї частини організму деякі інші частини завжди, або майже завжди змінюються одночасно. Цілісність тваринного організму забезпечується складним сплетінням корелятивних зв'язків.

Співвідношення форми і функції є одна з вузлових проблем правильного розуміння вчення про конституцію. До якого б питання конституції ми не звертались, його вирішення так чи інакше з цим пов'язано. Морфологічні і фізіологічні явища, форма і функція взаємно обумовлюють один одного. На цих двох біологічних законах базується сучасне вчення про конституцію.

Конституційні типи не є незмінними у часі, вони еволюціонують відповідно до екологічних умов, пред'явлених вимог до типу порід тварин. Наведене визначення найбільш повне, оскільки воно дозволяє розглядати сучасне співвідношення “генотип-середовище” з позицій популяційної генетики.

4 етап: подальший розвиток вчення про конституцію на підставі робіт П.М.Кулешова, М.Ф.Іванова, І.П.Павлова. Фактично все в ХХ ст. йшло по шляху уточнення і конкретизації вчення про конституцію, базуючись на дослідженнях цих вчених. В основу класифікацій конституційних типів, залежності від часу і розвитку біологічної науки, вчені пропонували використовувати різні показники: схильність до хвороб, тонус організму і нервової системи, форми і пропорції тіла, співвідношення розвитку кістяка, мускулатури, жирової тканини і внутрішніх органів, обмін речовин, вплив залоз внутрішньої секреції, інтенсивність формування молодняка і повновікових тварин тощо.

Отже, вчення про конституцію охоплює важливі показники організму різних порід, типів, ліній, родин та інших селекційних утворень у тваринництві. Знання особливостей конституції тварин є

обов'язковим для зоотехнічного спеціаліста, який удосконалює існуючі та утворює нові типи і породи сільськогосподарських тварин.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТИПІВ КОНСТИТУЦІЇ

У результаті порівняльного вивчення органів і тканин П.М.Кулешов створив класифікацію типів конституції. Показники внутрішньої будови вовнових, м'ясних і молочних овець наведені в таблиці 13.

Таблиця 13 – Співвідношення частин тіла, органів і тканин овець різного напрямку продуктивності (дані Кулешова П.М.), %

Показник	Вівці		
	вовнові	м'ясні	молочні
Туша і сало	41,5	59,6	36,0
в т.ч.:			
м'ясо без кісток	20,0	43,0	25,0
кістки і голова	15,0	8,5	12,0
Шкура	12,0	6,2	7,2
Всі нутрощі	37,0	18,6	50,6

Схематичний поперечний переріз тіла великої рогатої худоби різних конституціональних типів (комбінованого, м'ясного і молочного) наведений на рисунк 17.

Рис.17

Для тварин молочного типу характерні тонкі шкіра і скелет, слабо розвинені підшкірна сполучна тканина і мускулатура та добре розвинені внутрішні органи (органи травлення, легені, серце, тощо).

У тварин м'ясного типу шар власне шкіри тонкий, підшкірна сполучна тканина і мускулатура добре розвинені, скелет тонкий, органи травлення розвинені значно слабше, ніж у тварин молочного і робочого типів (овець молочних і вовнових порід). У робочій худобі (овець вовнових порід) шкіра і скелет розвинені добре, а підшкірна сполучна тканина, травна порожнина, м'язова тканина розвинені помірно. Такі тварини мають компакту будову тіла, у них немає органів і тканин, які були б надмірно розвинені за рахунок інших. На основі цих досліджень П.М.Кулешов виділив чотири типи конституції: грубий, ніжний, щільний і крихкий.

У тварин *грубої* конституції шкіра дуже розвинена: скелет грубий, масивний; мускулатура досить об'ємиста, але слабо пронизана сполучною і жировою тканинами; жировий шар слабо розвинений. Тварини грубої будови погано пристосовані до виробництва молока і повільно відгодовуються. У коней і великої рогатої худоби груба конституція сприяє розвитку робочої продуктивності. Грубу конституцію має сіра українська худоба і тварини деяких аборигенних порід та відрідь.

Ніжна конституція протилежна грубій. Тварини цього конституціонального типу мають тонку складчасту, покриту коротким ніжним рідким волоссям шкіру, яка легко відтягується; тонкий скелет, легку невелику голову, тонкі кінцівки і хвіст. Ніжна конституція властива переважно коням заводських верхових порід, худобі спеціалізованих молочних, рідше м'ясних порід, вівцям з дуже тонкою вовною і в ряді випадків свиням сального типу. Проте, ніжність не повинна переходити в ослабленість.

Щільна (суха) конституція характеризується недостатнім розвитком сполучної тканини та жирових відкладів під шкірою і на внутрішніх органах, щільною сухою мускулатурою, чітко окресленими суглобами, компактим збитим тулубом. Щільна конституція сприяє прояву мускульної сили і діяльності молочної залози. Тварини цього конституціонального типу добре пристосовані до різних умов навколишнього середовища. До них належать здебільшого симентальська і швіцька худоба, коні орловської і російської рисистої та російської вагозовної порід, вовнові і смушково-молочні вівці.

Крихка (сира) конституція – протилежність щільній. Вона проявляється в доброму розвитку підшкірної і жирової тканин, у значних жирових відкладеннях між м'ясами і на внутрішніх органах, у масивному широкому тулубі. Такі тварини вирізняються високими відгодівельними якість і

скороспілістю. Крихка консти-туція властива здебільшого великій рогатій худобі спеціалізованих м'ясних порід, м'ясним вівцям і сальним свиням.

М.Ф.Іванов доповнив класифікацію П.М.Кулешова типом *міцної* конституції, близьким за своєю характеристикою до щільного типу за Кулешовим. Тварини цього типу не мають ознак ніжності та ознак крихкості і водночас не мають чітко виявлених ознак грубості. У них міцний, сильний (але не грубий) скелет середньої тонкості, цупка шкіра, помірно розвинена підшкірна і жирова тканини; вони мають бадьорий, здоровий вигляд і високу здатність протистояти хворобам. Міцна конституція, яка зумовлює звичайно добрий стан здоров'я і витривалість особин, дуже бажана для всіх племінних тварин. Слід мати на увазі, що у практиці тваринництва перелічені типи конституції трапляються рідко; значно більше поширені такі їх поєднання, як ніжний щільний, ніжний крихкий, грубий щільний.

Класифікація типів конституції П.М.Кулешова, доповнена М.Ф.Івановим, застосовується в сучасній зоотехнічній та ветеринарній практиці. З інших класифікацій типів конституцій, які не набули великого поширення, заслуговує на увагу класифікація, запропонована швейцарським вченим У. Дюрстом. В її основу покладено взаємозв'язок фізіологічної діяльності організму і його зовнішніх форм. Залежно від інтенсивності окиснювально-відновних процесів і газового обміну, Дюрст виділив два основних типи конституції – дихальний і травний.

Тварини *дихального* типу вирізняються підвищеним обміном речовин, не схильні до ожиріння. Поживні речовини корму в їхньому організмі перетворюються, насамперед, на молоко, вовну, мускульну енергію. Основні зовнішні ознаки таких тварин – довга, глибока і вузька грудна клітка, відносна високоногість, тонкі шкіра і скелет, туга мускулатура, видовжена голова, добре розвинені легені, серце та інші органи, які визначають інтенсивність окиснювально-відновних процесів в організмі (рис.18 і 19).

У тварин *травного* типу власне шкіра тонка, підшкірний жировий шар і жирові відкладення на внутрішніх органах добре розвинені, мускулатура об'ємиста, скелет тонкий; черевна порожнина і органи травлення значно меншого об'єму, ніж у молочної худоби; об'єм легень малий. На вигляд такі тварини компактні, низьконогі, широкотілі.

Рис.18 і 19

РОЛЬ СПАДКОВСТІ І УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА У ФОРМУВАННІ КОНСТИТУЦІОНАЛЬНИХ ТИПІВ

Конституціональні особливості організмів формуються у процесі онтогенезу під впливом спадковості та зовнішнього середовища. Ці задатки можуть успішно реалізуватися у потомків завдяки застосуванню спеціальних прийомів племінної роботи та створенню сприятливих умов годівлі і утримання тварин. У незадовільних умовах тварини навіть найкращих щодо спадковості порід, типів будуть регресувати, а не прогресувати. Добору, підбору і спрямованому вирощуванню молодняку у процесі онтогенетичного розвитку особин бажаних конституціональних типів належить провідна роль.

Організм – єдина складна система, частини якої взаємозв'язані. Вивчення корелятивних зв'язків організмів, повторення бажаних спадкових комбінацій сприяють створенню тварин потрібних конституціональних типів.

Наприклад, у овець існує зворотна залежність між густотою і довжиною вовни. Це означає, що добір тварин тільки за одним із цих показників призведе до погіршення другого показника. Так само встановлено зв'язок між надоєм корів і їхньою живою масою; у межах одного і того ж конституціонального типу (у молочної худоби) більш високоудійними є корови, жива маса яких більша.

На формування конституції впливає також тривалість і напрям добору (комплексний або однобічний). Щоб створити конституційно-міцних тварин, добір потрібно вести за комплексом ознак. Тривала ж селекція в односторонньому напрямі може призвести до згубних наслідків.

Важливим фактором формування конституції порід поряд із спадковістю є умови зовнішнього середовища, особливо годівля. Застосовуючи відповідні типи годівлі, можна регулювати хід обмінних процесів і спрямовувати їх у потрібний бік.

Зокрема, у молочному скотарстві раннє привчання телят до рослинних кормів стимулює розвиток усього травного каналу і сприяє формуванню високої молочності. Від раціонів, насичених грубими кормами, кишечник видовжується, а від концентратної годівлі стає коротшим. Об'ємисті корми сприяють посиленому розвитку передшлунків, а концентровані сприяють розвитку тонких кишок. Таким чином, генотип і середовище – ось фактори, які визначають формування конституції тварин.

ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ ТИПАМИ КОНСТИТУЦІЇ І ПРОДУКТИВНІСТЮ, НАПРЯМОМ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ, ЗДОРОВ'ЯМ І ТЕМПЕРАМЕНТОМ ТВАРИН

Типи конституції сільськогосподарських тварин мають велике практичне значення, оскільки тісно пов'язані з їх продуктивністю, напрямом спеціалізації, здоров'ям і темпераментом тварин.

Конституція і продуктивність, напрям спеціалізації. Фран-цузький біолог Кювье в 1836 р. сформулював закон кореляції розвитку органів і тканин. Як уже згадувалося, основні принципи цього закону покладено в основу вчення про конституцію тварин. Знаючи характер кореляції між бажаними ознаками, можна за допомогою відповідних прийомів добору і підбору значною мірою керувати цими зв'язками, створюючи на свій розсуд породи тварин з високою молочністю, м'ясністю, несучістю, працездатністю тощо.

На досить великому матеріалі кращих племінних господарств України, які розводять симентальську худобу, було встановлено (Зозуля І.А., Ключко І.М.) залежність між типом конституції корів і їхньою продуктивністю (табл.14). Доведено також зв'язок продуктивності з конституцією інших типів. Типом конституції м'ясної худоби визначається, зокрема, кількість і якість м'яса.

Таблиця 14 – Залежність молочної продуктивності корів від типу їхньої конституції

Тип конституції	Кількість корів	Середній надій, кг	Середня маса тварин, кг
Міцний щільний	223	5674	676
Ніжний	98	5795	621
Ніжний крихкий	46	4932	655
Грубий щільний	46	4692	747

Добір тварин за ознаками коротконогості і короткотілості в деяких випадках призводить до формування дрібної худоби. При компактних формах жир у тілі тварин відкладається по досягненні меншої живої маси, ніж звичайно.

Дослідами на свинях було встановлено, що у м'язах статичного жиру і білків менше, ніж у м'язах статодинамічного або динамічного типів. Тому, коли багато статодинамічних і особливо статичних м'язів (грубий щільний тип конституції), якість м'яса знижується.

Скелетні м'язи відрізняються кольором. Червоні волокна багаті саркоплазмою і мають мало міофібрил, у білих волокнах багато міофібрил і відносно мало саркоплазми. Еластичність білих м'язів більше розвинена, ніж у червоних за рахунок м'язового волокна міофібрилу. Від цього залежить кількість статичних і динамічних м'язів, які в більшості належать до статодинамічного типу. Добре м'ясо повинно бути пухким, ніжним, соковитим, м'яким, смачним. Смакові і поживні якості м'яса, в якому багато сухожилля, знижуються через високий вміст речовин, що виділяють клей і зменшують еластичність волокон. М'ясо, пронизане сполучною тканиною, є низько-сортним. У тварин грубої конституції краще розвинена передня третина тулуба, багата на статичну мускулатуру (табл.15).

Таблиця 15 – Розвиток частин тулуба в симентальських і червоних степових корів різного типу конституції (за Рубаном Ю.Д.), %

Тип конституції	Симентальська порода			Червона степова порода		
	передня третина	середня третина	задня третина	передня третина	середня третина	задня третина
Ніжний щільний	39,1	24,4	36,5	37,6	28,3	34,1
Міцний	39,4	24,9	35,7	38,0	27,6	34,4
Грубий щільний	40,2	24,2	35,6	38,5	27,2	34,3
В середньому	39,6	24,5	35,9	38,1	27,6	34,3

У молочних порід, яким притаманна ніжно-щільна конституція, вихід і якість м'яса мають гірші показники, ніж у спеціалізованих м'ясних порід. Тому для виробництва яловичини в Україні потрібно розводити комбіновані і м'ясні породи худоби.

Кісткової тканини найбільше у тварин грубої щільної конституції. Від тварин з округлими ребрами, пишною мускулатурою в ділянці стегна, боків і задньої третини тулуба при однаковій годівлі одержують більше м'яса і менше жиру, ніж від тварин вузькотілих, плоскоребрих, з вузькою і гострою спиною.

Виявлено також зв'язок між розміром завитка в каракульських ягнят і конституціональним типом батьків (табл.16).

Таблиця 16 – Вплив типу конституції каракульських маток на розмір вовнового завитка в приплоді (за Авер'яновим І.Я.)

Конституція маток у 1, 1 1/2-річному віці	Розподіл приплоду за розміром завитка, %			Всього ягнят
	дрібний	середній	великий	
Ніжна	23,1	56,5	20,4	122
Міцна	11,6	66,8	21,6	749
Груба	7,9	61,5	30,6	701

Коли парували каракульських маток різних конституційних типів з баранами міцного типу, ягнята успадкували дрібний, середній і великий вовновий завиток, залежно від конституційного типу батьків.

У коней заводських порід типи конституції тісно пов'язані з основною робочою продуктивністю, тобто з напрямом їх господарського використання (верхові, легкозапряжні, ваговозні породи). Зокрема, сучасні породи ваговозів виведено в результаті система-тичної роботи у напрямі підвищення масивності коней, збільшення розмірів їхнього тіла. Навпаки, коні верхових порід (ахалтекінської, арабської, терської, чистокровної верхової) пристосовані до роботи на швидких алюрах. Тому й тип їхньої конституції в основному міцний, тоді як ваговозам властива ніжна крихка, або груба крихка конституція.

З конституцією корелює і скороспілість тварин. Термін “скороспілість” вперше введений англійським скотозаводчиком Беквеллом. *Скороспілість* виявляється в ранній заміні молочних зубів на постійні, ранньому настанні статевої зрілості і здатності до відтворення потомства, а в зв'язку з цим, і в прискоренні початку лактації, у ранній схильності тварин до відгодівлі та ранньому припиненні росту скелета.

Відомо, наприклад, що раніше англійські лейстерські вівці були придатні для забою не раніше, як на четвертому–п'ятому році життя. Скотозаводчик Беквелл у результаті методичного добору і відповідної годівлі довів відносну масу скелета лейстерських овець до мінімуму і створив ньюлейстерську породу овець, яких можна було викорис-товувати на м'ясо в перший рік життя. Ці вівці значно крупніші від попередніх, абсолютна маса їхнього скелета була значно вищою.

М.Ф.Іванов розрізняв скороспілість статеву і конституціональну. Сита годівля прискорює прояв статевої скороспілості. Але конституціонально незріла тварина не може дати міцного і здорового покоління. За даними Я.Борисенка, скороспілість пов'язана з ситою годівлею, проявляється в деякому зменшенні довжини і об'єму кишків, у скороченні періоду ембріонального і постембріонального розвитку організму.

Так, тривалість жеребності у скороспілих першеронських кобил становить в середньому 332 дні, а у порівняно більш пізньоспілих арабських – 345 днів; тільність у корів скороспілих порід триває в середньому 279,5 днів, а в пізньоспілих – 285,5 днів; кітність в овець скороспілих заводських м'ясних порід триває 143–144 дні, а в пізньоспілих примітивних – 153 дні.

Більш скороспілі тварини ніжної крихкої конституції (м'ясна абердино-ангуська, герефордська, шортгорнська худоба). З грубою конституцією пов'язана пізньоспілість (сіра українська худоба).

У більш скороспілих тварин основний обмін і біохімічні процеси в організмі відбуваються інтенсивніше, фізіологічна активність клітин пухкої сполучної тканини у них вища, ніж у пізньоспілих тварин.

Формування скороспілості тварин значною мірою залежить від годівлі. Зокрема, при добрій годівлі маток у новонароджених ягнят волосяних фолікулів на одиниці площі шкіри більше. Розвиток вовно-вих волокон із вторинних фолікулів після народження також пов'язаний з рівнем годівлі матерів і наступною годівлею молодняку до 12-місячного віку.

Тварини ніжної щільної конституції характеризуються інтенсивним обміном речовин; у них добре розвинені легені і кровоносна система. В особин ніжного крихкого типу конституції рівень обміну речовин знижений, що сприяє відкладенню в організмі поживних речовин у вигляді м'яса і жиру. Тварини ніжної конституції біологічно більше пристосовані до посиленних процесів тканинного дихання.

Темперамент тварин і конституція. Особливості вищої нервової діяльності визначаються силою, урівноваженістю і рухливістю нерво-вих процесів. І.П.Павлов виділив чотири основних типи: сильний урівноважений рухливий (сангвінік), сильний урівноважений спокійний (флегматик), сильний неурівноважений рухливий (холерик) і слабкий (меланхолік).

Доведено, що характер поведінки тварини відповідає типу її вищої нервової діяльності, і позначається насамперед на рухливості скелетно-м'язової системи. Встановити типи нервової діяльності великої рогатої худоби можна за допомогою використання природних подразників, пов'язаних з годівлею, чищенням тварин і роботою персоналу. Будь-які нові для тварин умови І.П.Павлов розглядав як особливі подразники.

Тварини міцної конституції найчастіше характеризуються сильним урівноваженим рухливим типом нервової діяльності; особини перерозвиненого ніжного щільного типу конституції – сильним неурівноваженим; представники ніжного крихкого типу – найчастіше сильним урівноваженим спокійним типом нервової системи.

Особливості нервової діяльності тварин формуються в результаті взаємодії спадкових задатків організму і середовища. У селекційній роботі ці особливості слід враховувати.

Здоров'я тварин і конституція. Тварини ослабленої конституції непридатні для використання в умовах виробництва. Причинами ослаблення конституції є однобічний добір за одним видом продуктивності без урахування екстер'єрно-конституціональних особливостей, тривалі споріднені парування, порушення в годівлі і утриманні та ін.

Однобічний добір тварин за одним з видів продуктивності може призвести до ослаблення конституції. Є.А.Богданов розрізняє суху і сиру перерозвиненість. Ознаками сухої перерозвиненості є плоский вузький тулуб, гостра холка, слабо обмускулена шия, плоскі довгі груди, високі кінцівки, слабкі зв'язки і мускулатура, тонкий скелет. Сира перерозвиненість виявляється у великих відкладеннях жиру і м'яса, надмірній зниженості скелета, укороченні голови, особливо в лицевій частині черепа, і тонкості шкіри. Суха і сира перерозвиненість можуть бути наслідком тривалого однобічного добору тварин, а також їх безсистемного спорідненого розведення.

Ч.Дарвін сформулював положення про корисність схрещування і шкідливість тривалих близькоспоріднених паруваль, які спричиняють ослаблення конституції і життєздатності тварин, а також зниження їх плодючості.

Від порушень годівлі та утримання у стаді з'являються тварини ослабленої конституції. Щоб уникнути цього, треба краще годувати тварин. Здоров'я тварин взаємозв'язане із здоров'ям людини. І як підкреслюють багато авторів, справа тут не тільки у простій залежності людини від харчових продуктів природного походження, а безпосередньо зв'язок людини з іншими організмами, які знаходяться всередині нашого тіла, на поверхні шкіри, у повітрі, яким ми дихаємо тощо. Тому міцний тип тварин, який є найбільш стійкий, і оптимальні умови утримання для тварин стають благами для самої людини.

КОНДИЦІЇ ТВАРИН

Кондиція - фізіологічний стан організму, при якому тварина найбільш повно відповідає її господарському призначенню. Зовнішніми ознаками кондиції є вгодованість, стан мускулатури, волосяного покриву і загальний вигляд тварин. Відрізняють племінну або заводську, відгодівельну, робочу, тренувальну і виставкову кондиції.

Заводська або племінна кондиція характеризується добрим розвитком скелета і мускулатури, достатньою вгодованістю тварини, її енергійним станом. У такій кондиції повинні бути племінні тварини

(самці і самки), що досягається повноцінною годівлею і правильним утриманням, у т.ч. активним моціоном. Важливо, щоб в організмі племінних тварин був створений запас поживних речовин.

Відгодівельна кондиція, при якій тварини мають пишну мускулатуру, а також у тілі їх відкладається багато підшкірного, внутрішнього і міжмускульного жиру. Досягається надлишковою годівлею і таким утриманням, що обмежує рухи. До відгодівельної кондиції легше довести тварин скороспілих порід ніжної крихкої конституції.

Робоча кондиція характеризується середньою вгодованістю тварини, добре розвиненими м'язами і міцним кістяком.

Тренувальна кондиція властива тваринам, підготовленим до випробування (в основному коням). Вона виявляється у задовільній вгодованості, добрій роботоздатності, що досягається відповідною годівлею і щоденним тренуванням.

При *виставковій кондиції* тварини більше вгодовані, ніж при заводській і мають парадну зовнішність. Оскільки на виставках експонують і племінних тварин, доводити їх до надмірного ожиріння не слід. Зазначені вище кондиції мають певне господарське значення.

Не може бути у виробництві *голодної кондиції*, як її дехто називає, бо при голодуванні тварин не досягається жодна господарська мета.

Таким чином, конституція сільськогосподарських тварин є важливою складовою частиною селекції, яка визначає всі господарсь-ко-корисні і біологічні властивості організму.

ЕКСТЕР'ЄР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

ВЧЕННЯ ПРО ЕКСТЕР'ЄР

Екстер'єр – це зовнішній вигляд, зовнішні форми всього організму і його окремих частин тіла (статей), за допомогою яких оцінюють конституцію, господарську і племінну цінність тварин.

Статі – це окремі частини тіла, що мають відповідні межі. Екстер'єр можна оцінити за допомогою промірів, які проводяться мірною палкою, циркулем, мірною стрічкою. Є також інші методи оцінки екстер'єру.

Термін “екстер'єр” уперше ввів у наукову літературу французький вчений Клод Буржель в 1768 р. Найперше оцінку зовнішніх форм, або екстер'єру, тварин почали використовувати для визначення продуктивності коней. Німецький зоотехнік минулого століття Г.Зеттегаст ідеальною формою свійських тварин усіх видів вважав геометричну фігуру паралелепіпеда. Чим тварина ближче формою тіла до такої геометричної фігури, тим ідеальніша, на думку Г.Зеттегаста, її форми.

Формальний підхід Г.Зеттегаста до екстер'єрної оцінки критикував німецький вчений Г. Натусіус. П.М.Кулешов зазначав, що форма паралелепіпеда може відповідати тільки м'ясній худобі. Тепер результати екстер'єрної оцінки тварин враховують, коли визначають конституцію організму і екстер'єрні особливості, пов'язані з віком, породою і типом.

У всіх країнах інтенсивного тваринництва звертаються до оцінки екстер'єру і конституції тварин. Досить сказати, що США своїми успіхами у розведенні найбільш високопродуктивної молочної породи у світі – голштинської худоби значною мірою зобов'язані селекції тварин за модельним типом, який селекціонери розробили ще в 1922 р. З невеликими змінами стандарт типу зберігся й понині, в результаті довготривалої селекції тварин за цим типом була створена голштинська худоба з максимальною молочною продуктивністю. Екстер'єр входить як складова частина у всі селекційні програми по вдосконаленню існуючих та створенню нових типів і порід.

МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕКСТЕР'ЄРУ

Методи оцінки екстер'єру: окомірна оцінка, описувальна оцінка статей тіла, бальна оцінка, взяття промірів, індексна оцінка, лінійна оцінка на основі порівняння особин з будовою тіла модельної тварини, побудова екстер'єрних профілів, фотографування.

Загальна окомірна оцінка. Полягає вона в огляді тварини в цілому. При цьому звертають увагу на розвиненість тварини, пропорційність будови тіла відповідно до типу породи, гармонійність розвитку, темперамент, живу масу, висоту в холці, міцність конституції, ознаки молочності, будову грудей і лінію верху, розвиток таза, постановку ніг і міцність скелета.

Описування статей тіла. Виявлення тих, чи інших статей у тварин залежить від їхніх видових особливостей, напряму продуктивності, статі і віку. Опис статей тварин різних видів докладніше подається у курсах спеціальної зоотехнії.

Статі молочної корови і півня наведено на рисунках 20 і 21. Нижче про це, йде мова на прикладі великої рогатої худоби різного напряму продуктивності.

Рис.20, 21

Голова. У корів вона легша і трохи довша, ніж у бугаїв. У тварин молочних порід порівняно легша, ніж у представників порід подвійної продуктивності. У м'ясної худоби голова невелика, широка і трохи укорочена в лицевій частині черепа. Надмірно вузька і довша голова трапляється у перерозвинених тварин ніжної конституції.

Шия у бугаїв порівняно коротка з сильно розвиненими м'язами. У молочної худоби вона довша, ніж у тварин порід подвійної продуктивності, особливо м'ясних.

Довга і вузька шия з западиною у верхній частині (загрівок) свідчить про перерозвиненість тварини, а тому вважається небажаною. Складки шкіри внизу шиї називають підгруддям, воно добре розвинене у тварин, що належать до порід подвійної продуктивності.

Холка може бути високою і низькою, короткою і довгою, вузькою і широкою. Багато, щоб у тварин молочних порід та порід подвійної продуктивності вона була широкою, довгою і рівною. У м'ясної худоби холка звичайно низька і широка, іноді роздвоєна. Ви-сока і гостра холка є показником слабого розвитку переднього поясу тварин.

Груди характеризуються за довжиною, шириною, глибиною і обхватом. У м'ясної худоби вони широкі і глибокі, як у тварин подвійної продуктивності. Для молочної худоби характерні відносно глибокі, але не широкі груди. Якщо відношення промірів глибини грудей до висоти холки перевищує 50%, груди вважаються глибокими, при меншому відношенні – неглибокі.

Спина у тварин всіх порід має бути відносно широкою і рівною. Рівна спина є показником міцності опорно-зв'язкового апарата, а провисла (особливо у молодих тварин) – слабкості конституції.

Поперек, як і спина, повинен бути широким і рівним.

Круп (крижі) утворюються крижовою кісткою, кістками таза і першими хвостовими хребцями. У худоби розрізняють круп прямий, трохи піднятий і завислий; довгий і короткий; вузький і широкий; округлий, дахоподібний і шилозадий. Багато, щоб у худоби всіх порід він був довгий, прямий і широкий. Особливу увагу важливо звертати на ширину тулуба тварини у кульшових зчленуваннях: широкий таз позитивно корелює з високою молочною продуктивністю. Крім того, при широкому тазі створюються сприятливі умови для проходження плода через пологові шляхи матері.

Черев становить середню третину тулуба, розвиток якої пов'язаний з травленням тварин. Розрізняють черев добре і погано розвинене, підтягнуте і занадто відвисле, або “сінне”, причому, і відтягнуте, і відвисле черев небажане. Середня третина тулуба у м'ясної худоби значно коротша, ніж у тварин подвійної продуктивності і особливо молочних.

Кінцівки повинні бути правильно і широко поставлені. Вузька і слонова їх постановка, а також шабlistість кінцівок небажані для будь-якої тварини. Тварин із слоновою постановкою кінцівок, особливо бугаїв, не слід залишати для племінних цілей. Багато хто відносить цей недолік екстер'єру до спадкової хвороби – спастичного парезу. Таким тваринам важко підніматися і рухатися. Слабкість кінцівок завжди викликає підозру, що у тварини слабкий скелет.

Статеві органи мають бути добре розвинені, що є показником нормальної відтворної функції ендокринної системи.

Вим'я оцінюють за його об'ємом – співвідношенням четвертин, розвитком дійок і прикріпленням до тулуба. Форма і будова вим'я значною мірою визначають технологічні особливості використання молочних корів. За формою розрізняють вим'я чашоподібне, округле і козяче. Найбільш бажана чашоподібна форма. Вим'я такої форми прилягає до тіла з великим “запасом”, рівномірно розвиненими частками, з нормально і широко поставленими дійками. Козяче вим'я характеризується недорозвиненими передніми частками. Корів з козячим вим'ям не можна доїти механічним способом.

Відмінності в екстер'єрі, пов'язані із *статтю тварин*, виникають під дією гормонів залоз внутрішньої секреції (особливо статевих залоз). Ця відмінність в екстер'єрі називається *статевим диморфізмом*. У великої рогатої худоби він різко окреслений. На відміну від бугаїв, конституція у корів ніжніша, скелет легкий, шкіра тонша. Жива маса корів значно менша від маси бугаїв, поведінка корів спокійніша.

У овець статевий диморфізм виявляється, насамперед, у рогатості баранів і безрогості маток, а також у більших розмірах перших порівняно з другими. У коней статевий диморфізм виявлений значно слабше, ніж у великої рогатої худоби та інших тварин. Кнури, звичайно, міцнішої будови і більші за живою масою, ніж матки. Кастрація помітно згладжує прояв статевого диморфізму.

Вікова мінливість також виявляється в екстер'єрі тварин, і це потрібно враховувати. Новонароджене теля, наприклад, довгоноге, тулуб у нього короткий, плоский, зад трохи піднятий. З віком воно стає більш приземкуватим, з глибокими грудьми і видовженим тулубом. Пропорції будови тіла з віком змінюються, що пов'язано з нерівномірністю постембріонального розвитку.

Поросята і підсвинки відрізняються від дорослих свиней також деякою високоногістю, яка з віком зникає, тварини стають більш приземкуватими з видовженим, округлим і глибоким тулубом. Аналогічні вікові зміни відбуваються у овець і коней (рис.22).

Рис.22

Бальна оцінка. Щоб вивчити детально екстер'єр тварин, порівнюють виявлення їх статей і загальний розвиток з вимогами від-повідних шкал (стандартів). Останні, розроблені стосовно напрямів продуктивності тварин різних видів і статей, причому, залежно від важливості тієї чи іншої статі, для тварини певного напрямку продук-тивності введена бальна оцінка. Максимальний бал 5 відповідає найкращим вимогам до тієї чи іншої статі. Цей бал множать на відповідний коефіцієнт. Такі шкали подаються в діючих інструкціях з бонітування. У скотарстві, наприк-лад, застосовуються окремі шкали оцінки екстер'єру для корів і бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід.

Метод оцінки тварин за спеціальними шкалами досить зручний. Але при цьому потрібно враховувати біологічні особливості тварин, бо окремо взяті статі не можуть дати повного уявлення про цілісний організм.

Взяття промірів. Воно дає об'єктивні дані не тільки для оцінки тієї чи іншої особини, а й цілої групи, породи, виду тварин. Вимірювання проводять на рівному майданчику, причому важливо, щоб ноги тварини, коли дивитися збоку, були в одній площині, а голова не була опущена або піднята занадто високо. Для запису в державну книгу племінних тварин (ДКПТ) у великої рогатої худоби беруть п'ять промірів: висоту в холці, глибину грудей, обхват грудей за лопатками, навскісну довжину тулуба (палкою) і обхват п'ясті; у свиней – два: довжину тулуба (стрічкою) і обхват грудей за лопатками; у коней – чотири проміри: висоту в холці, навскісну довжину тулуба, обхват грудей за лопатками і обхват п'ясті.

Висоту в холці вимірюють від найвищої її точки до землі; глибину грудей – від холки до грудної кістки по вертикалі, дотичній до заднього кута лопатки; обхват грудей за лопатками – по вертикалі, дотичній до задніх їх кутів; навскісну довжину тулуба – від переднього виступу плечолопаточного зчленування до заднього виступу сідничного горба (довжина тулуба у свиней – від заднього кінця потиличної кістки до кореня хвоста); обхват п'ясті – у нижній частині її верхньої третини.

При проведенні спеціальних досліджень беруть також інші проміри, зокрема вимірюють висоту у спині, попереку і крижах, ширину грудей, ширину заду в маклаках, кульшових зчленуваннях і сідничних горбах, пряму довжину тулуба та довжину його передньої, середньої і задньої третини та ін.

Індексна оцінка. На основі промірів визначають індекси будови тіла. Під індексом будови тіла розуміють *відношення одного проміру до іншого, виражене у процентах*. Індекси дають можливість встановити відносний розвиток статей тварин. Індекси будови тіла характе-ризують статеві, вікові особливості тварин та їхні типові відмінності і мають велике значення для характеристики тварин.

В таблиці 17, наведено дані про обчислення основних індексів та їх показники у великої рогатої худоби різного типу.

Таблиця 17– **Індекси будови тіла великої рогатої худоби різних напрямів продуктивності**

Індекс	Відношення промірів, %	Тип худоби		
		м'ясний	подвій-ної про-дуктив-ності	молоч-ний
Довгоногості	Вис.у холці–глиб.грудей -----× 100	44,7	45,0	45,9

висота у холці				
Розтягнутості	Навкісна довж.тулуба			
	-----× 100	123,0	115,9	118,5
висота у холці				

Грудний	Ширина грудей			
	-----× 100	82,5	89,3	82,6
	шир.заду в маклоках			
	Ширина грудей			
	-----× 100	73,0	68,8	61,8
	глибина грудей			
Компактності	Обхват грудей			
	-----× 100	132,5	121,3	118,2
	навкісна довж.тулуба			
	Висота в крижах			
Перерослості	-----× 100	102,0	105,6	102,6
	висота у холці			
Форма таза	Шир.у тазостегн.зчленуван.			
	-----× 100	88,0	92,0	96,0
	ширина у маклаках			
Шилозадості	Шир. у сідничних буграх			
	-----× 100	62,5	62,3	64,4
	ширина у маклаках			
Широколо- бості	Найбільша шир.лоба			
	-----× 100	49,0	50,0	48,5
	довжина голови			
Великого- ловості	Довжина голови			
	-----× 100	34,8	35,2	35,6
	висота у холці			
Костистості	Обхват п'ястка			
	-----× 100	15,3	15,6	14,3
	висота у холці			

Лінійна оцінка на основі порівняння особин з будовою тіла модельної тварини.
Застосовується лінійна оцінка, яка дає можливість порівнювати особин за екстер'єром і конституцією з параметрами модельної тварини. Існує декілька методів.

У 1977 р. спеціалістами американської голштинської асоціації розроблений метод лінійної оцінки екстер'єру, який широко вико-ристовується у багатьох країнах світу (Басовський М.З., Рудик І.А., Буркат В.П., 1992). Суть цієї методики полягає у наступному.

Для худоби молочних порід розробляють модельний тип тварини, який повинен відповідати таким вимогам: голова корови легка, суха, видовжена; шия довга, нетовста; груди глибокі, довгасті; черво об'ємне, сильно розвинене, але не відвисле; вим'я чашо- і ванноподібної форми, з правильно розміщеними дійками; ноги міцні і відносно довгі. Такий тип забезпечує високий рівень молочної продуктивності корів, добре їх здоров'я, нормальну відтворну здатність, придатність до промислової технології. Для основних статей модельного типу молочної корови складаються контури і відхилення від

них у бік збільшення або зменшення. Оцінка в балах показує, в який бік (зменшення або збільшення) і наскільки відхиляється стать тварини від стандарту модельної тварини. Для побудови екстер'єрного профілю фіксують також відхилення ознак від моделі в сигмах (σ). Тому дані оцінки екстер'єру за кожною ознакою обробляють статистично. При побудові екстер'єрного профілю оцінку статей будови тіла модельної тварини позначають нулем і показують прямою вертикальною лінією.

Відхилення від неї вліво або вправо за кожною ознакою графічно виражає екстер'єрний профіль або окремої тварини, або в середньому за дочками бугаїв, за лініями, генотипами тощо (рис.23, 24). В таблиці 18 наведено лінійну шкалу оцінки корів.

Рис.23 і 24

Таблиця 18 – Шкала оцінки корів за розвитком, екстер'єрними, конституційними та морфологічними ознаками

Показник	Бали
<i>Величина і габітус тварини</i>	
Жива маса 81% і нижче від стандарту 1 класу	1
Жива маса 82–95% від стандарту 1 класу	2
Жива маса 96–100% від стандарту 1 класу	3
Жива маса 101–117% від стандарту 1 класу	4
Жива маса 118% і вище від стандарту 1 класу	5
<i>Виразеність молочного типу</i>	
Дуже масивна шия, кут (А) слабо помітний	1
Холка широка, шия потовщена, кут погано помітний	2
Міцна, але не масивна холка, кут достатньо виражений	3
Добре окреслений трикутник, продовгувата тонка шия, холка добре виражена, кістки тонкі, велика відстань між ребрами	4
Кут помітний, але недостатньо гострий, шкіра ніжна, є складки	5
<i>Міцність (вигляд спереду)</i>	
Вузький і слабкий тулуб із збільшеними передніми кінцівками	1
Слабкий і дещо вузький тулуб	2
В середньому нормально розвинений	3
Дуже сильний з широкою поставою передніх кінцівок	4
Сильний і достатньо широкий тулуб	5
<i>Глибина тулуба</i>	
Слабо розвинена грудна клітка, груди мілкі	1
Груди неглибокі	2
Середня глибина грудей	3
Груди достатньо глибокі	4
Добре розвинені груди, глибокі	5
<i>Ширина в тазостегновому зчленуванні і розвиток</i>	
Дуже вузький	1
Вузький	2
Середній	3
Дуже широкий	4
Достатньо широкий	5
<i>Крижі (вигляд збоку)</i>	
Дуже підняті	1
Сильно опущені	2
Злегка підняті	3
Трохи опущені	4
Рівні	5
<i>Задні кінцівки</i>	
Шаблісті	1

Надто прямі	2
Трохи зігнуті в скакальному суглобі	3
Поставлені прямо	4
Нормально поставлені, міцні	5
<i>Копитця</i>	
Слабкі, низькі за висотою постави	1
Низько поставлені, недостатньо за висотою постави, або дуже роздвоєні	2
Середні за висотою постави	3
Прямовисно поставлені і недостатньо міцні	4
Міцні, з високою поставою	5
<i>Прикріплення передньої частини вим'я</i>	
Відвисле і не прикріплене до черевної стінки	1
Погано прикріплене, коротке, опукле	2
Нормальне з достатнім прикріпленням, але коротке	3
Середньої довжини, опукле і добре прикріплене до тулуба	4
Далеко розміщене вперед і міцно прикріплене до тулуба, молочні вени добре помітні	5
<i>Розміщення вим'я за висотою (над підлогою)</i>	
Опускається нижче скакального суглоба на 10 см і більше	1
Опущене трохи нижче скакального суглоба	2
Високо розміщене – на 10 см вище від скакального суглоба	3
Трохи вище скакального суглоба і свідчить про недостатню глибини вим'я	4
Нормально розміщене, дно вим'я на рівні скакального суглоба	5

<i>Розвиток задньої частини вим'я і його прикріплення</i>	
Погано прикріплене і звисле, роздільної борозни не видно	1
Вузько прикріплене з недостатньо вираженою роздільною борозною	2
Слабке прикріплення, але з широким розміщенням між кінцівками, роздільна борозна добре виражена	3
Достатньо міцно прикріплене з роздільною борозною	4
Відмінне прикріплення з добре вираженою високо піднятою роздільною борозною, що є показником міцності центральної зв'язки	5
<i>Топографія дійок</i>	
Зближені, заважають прикріпленню апарата	1
Зближені, але не заважають прикріпленню апарата	2
Дуже широко розставлені, що утруднює машинне доїння	3
Широко розставлені, але доїльний апарат не спадає	4
Нормально розміщені за квадратами	5
<i>Розмір дійок</i>	
Короткі, не придатні для машинного доїння	1
Трохи довші	2
Короткі, але не заважають доїнню	3
Довгі, але не засмоктуються в доїльний апарат	4
Нормальні	5
<i>Швидкість доїння</i>	
0,8–1,00	1
1,01–1,19	2
1,20–1,49	3

1,50–1,79	4
1,80 і більше	5

Побудова екстер'єрних профілів. Побудова екстер'єрних профілів дає можливість порівнювати показники однієї тварини із середніми величинами по стаду, або великій сукупності тварин, які характери-зують породу, зональні типи особливо поширених порід, стада про-відних племінних господарств, бажані типи тварин та інші показники. Ці дані беруть за 100%, а потрібну величину визначають у процентах. Потім відповідні дані зображають графічно, вони дають порівняльну характеристику екстер'єру тварин (рис.25).

Рис.25

Фотографування. Поряд з іншими методами екстер'єрної оцінки, певне значення при порівнянні тварин окремих ліній, родин, зональ-них типів протягом великих відрізків часу має метод їх фотогра-фування. Під час фотографування важливо правильно поставити тва-рину: вона повинна стояти боком, перпендикулярно до лінії фотогра-фування на відстані у три рази більшій за довжину тулуба. У тварини має бути видно всі кінцівки, а у корів – і вим'я. Крім того, щоб зображення окремих тварин можна було порівнювати, їхні фотознімки потрібно робити в повному масштабі. Звичайно, таким масштабом для великої рогатої худоби, коней є 1/20 натуральної величини; для дрібних тварин (овець, свиней, кіз) доцільно брати масштаб 1/10 нату-ральної величини. Основні питання методики і техніки фотогра-фування тварин розглядають автори Г.Я.Артюхов і Г.М.Сошальський (1976).

Фотографувати тварин слід у сонячний день. Найкращим фоном для фотографування є відкритий ландшафт без сторонніх предметів (стовпів, будівель, загорож, тощо). Об'єktiv фотоапарата повинен бути націлений на середину тварини. У великої рогатої худоби такою точкою є перетин горизонтальної лінії – половини висоти у холці і вертикалі, яка проходить через середину середньої третини тулуба. У протилежному випадку зображення тварини на фотознімку може бути неправильним: якщо вісь фотографування зміститься до голови, перед тварини виглядатиме більш розвиненим, ніж зад, а при зміщенні її до спини, тварина здаватиметься занадто низьконогою.

ЗВ'ЯЗОК ЕКСТЕР'ЄРУ З КОНСТИТУЦІЄЮ, ПРОДУКТИВНІСТЮ, ВІДТВОРНОЮ ЗДАТНІСТЮ І ЗДОРОВ'ЯМ ТВАРИН

Між екстер'єром і конституцією існує тісний зв'язок. Фактично за екстер'єром ми визначаємо типи конституції тварин. Оцінка окремих статей тварин дає можливість оцінити конституцію. Як не можна провести різку межу між формою і функцією, так і не можна оцінити конституцію тварин, не враховуючи їх екстер'єру.

Існує тісний зв'язок екстер'єру з продуктивністю, відтворною здатністю тварин. Прикладом може служити залежність благопо-лучного народження теляти від промірів тазу корів у тазостегнових зчленуваннях: чим більший цей промір, тим кращі умови для проходження плода через пологові шляхи матері. Відтворна здатність тварин пов'язана також з екстер'єрними промірами і живою масою. Добре розвинені за екстер'єром матки і плідники передають своїм нащадкам такі ж риси екстер'єру.

Здоров'я також пов'язане з екстер'єром і конституцією тварин. Гармонійно розвинені тварини, які вирізняються добре розвиненими окремими статтями екстер'єру і загальною будовою тіла, більш стійкі проти несприятливих впливів навколишнього середовища, в т.ч., проти грибової, мікробної і вірусної інфекції.

Так, перерозвинена молочна худоба схильна до захворювань на туберкульоз, перерозвинена м'ясна схильна до порушення обміну речовин (патологічне ожиріння). Вузькі груди, слабкий кістяк, загаль-на недорозвиненість у тварин згубно діє на здоров'я. Такі тварини часто хворіють на різні хвороби, вони вибраковуються з череди, оскільки не можуть витримати умов технології виробництва. Це ж властиве і іншим видам тварин.

Значення екстер'єру при оцінці і доборі тварин за комплексом ознак. Добір тварин у всіх розвинених країнах проводиться за комплексом ознак, серед яких обов'язковими є екстер'єр і конституція. Не можна окремо проводити оцінку екстер'єру і конституції, тому цей важливий метод при

комплексній оцінці використовується у практиці як метод оцінки екстер'єру і конституції. Окремі статі екстер'єру дають можливість більш точно наблизитись до висновку про загальну будову, про конституцію організму.

Якщо розглянути історію зоотехнії, то можна встановити, що всі найстаріші породи світу створені завдяки умілому застосуванню методу оцінки тварин за екстер'єром і конституцією. Особливо це яскраво видно при створенні молочних і м'ясних британських порід у золотий вік європейського тваринництва 1750–1850 рр. Отже, без знання екстер'єру тварин не можна вести їх селекцію. *Екстер'єр і конституція – основа у зоотехнічній роботі спеціаліста, тому вони обов'язково повинні використовуватись як при підготовці фахівців, так і у виробництві.*

Контрольні питання

1. Визначення терміну “конституція” організму.
2. Історія розвитку вчення про конституцію.
3. Основні методологічні і методичні підходи у вивченні конституції тварин.
4. Принципи класифікації типів конституції.
5. Типи конституції по П.М.Кулешову-М.Ф.Іванову.
6. Морфологічна характеристика типів конституції.
7. Роль спадковості і умов зовнішнього середовища у формуванні конституційних типів.
8. Зв'язок конституції і продуктивності.
9. Темперамент тварин і конституція.
10. Здоров'я тварин і конституція.
11. Кондиції тварин.
12. Вчення про екстер'єр.
13. Методи оцінки екстер'єру.
14. Загальна оцірна оцінка.
15. Описування статей тіла.
16. Бальна оцінка.
17. Взяття промірів.
18. Індексна оцінка.
19. Лінійна оцінка на основі порівняння особин з будовою тіла модельної тварини.
20. Побудова екстер'єрних профілів.
21. Фотографування тварин.
22. Зв'язок екстер'єру з конституцією, продуктивністю, відтворною здатністю і здоров'ям тварин.
23. Значення екстер'єру при оцінці і доборі тварин за комплексом ознак.

ІНТЕР'ЄР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

ВЧЕННЯ ПРО ІНТЕР'ЄР

Інтер'єром називають сукупність фізіологічних, морфологічних і біохімічних властивостей організму тварин у зв'язку з їх конституцією, продуктивністю та племінними якістьми.

Слово інтер'єр походить від латинського interior – внутрішній. Інтер'єрні дослідження проводяться для пізнання внутрішньої структури організму: встановлення співвідносного розвитку в ньому органів, тканин і систем, фізіологічних і біохімічних властивостей організму; його конституціональних особливостей; формоутворювальних процесів у тварин на різних етапах онтогенезу, виявлення факторів, які впливають на них; кореляцій біологічних внутрішніх закономірностей з господарсько-корисними ознаками та із спадковими задатками. Вивчення інтер'єру тварин дає змогу більш-менш правильно оцінювати тварину з погляду її придатності для тієї чи іншої господарської потреби. Це дає можливість уточнити племінну цінність тварин, правильніше провести добір і застосувати кращі прийоми вирощування та експлуатації. Інтер'єрні параметри дають можливість також прогнозувати майбутню продуктивність тварин, або їх потомків, тобто, вести ранню оцінку та добір тварин.

Для вивчення інтер'єру використовують наступні методи: морфологічний, гістологічний, фізіологічний, біохімічний, хімічний, цитогенетичний, імуногенетичний, анатомічний,

рентгеноскопічний тощо. Одним із допоміжних прийомів гістологічного методу досліджень є мікрофотографування. Об'єктами інтер'єрних досліджень є кров і її імунологічні властивості; молочні, потові, сальні залози; шкіра, внутрішні органи, залози внутрішньої секреції, кісткяк, м'язи, волосяний покрив, цитологічні компоненти клітин, ферменти, нуклеїнові кислоти і структурні показники окремих органів і тканин.

Методи досліджень в сучасній біологічній науці ускладнились і стали більш глибокими. В зоотехнічній науці також вдосконалюються методи всебічного вивчення організму тварин, його внутрішніх властивостей. Без знання інтер'єру, біологічних особливостей тих чи інших порід, неможливо вести поглиблену роботу по удосконаленню племінних і продуктивних якостей тварин.

Оцінка тварин за інтер'єром ґрунтується на тому, що між будовою органа або тканини та її функцією, тобто між будовою тіла тварини та її продуктивністю, існує зв'язок (кореляція).

У даний час накопичено великий матеріал про зв'язок цілого ряду біохімічних параметрів з продуктивними якостями, що відкриває можливість вибору з них кращих і найбільш надійних. *При виборі можливих тестів у селекції тварин слід враховувати наступні положення: генетичну обумовленість і безпосередню участь параметра у процесах синтезу, відносно невисоку мінливість, високе успадкування і високу вікову повторюваність в онтогенезі, вірогідний зв'язок параметра з показниками продуктивності та доступність матеріалу і невисоку вартість аналізу.*

МОРФОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ

Мікроструктура молочної залози (вим'я). Вивчення морфологічної і гістологічної будови молочної залози дозволяє вести більш ефективний підбір по формі вим'я, молочності, легкості і швидкості видоювання молока, пристосуванню до машинного доїння. Вим'я має складну будову. В ньому розрізняють залозисту, сполучну і жирову тканину та судинно-нервові пучки.

Мікроструктуру вим'я корів вивчають на гістопрепаратах (вимірювання на препаратах площин, відношення між ними, вимірювання діаметра молочних альвеол) та шляхом мікрофотографування характерних ділянок молочної залози, а також за допомогою біопсії. Метод біопсії дає можливість проводити дослідження однієї і тієї тварини в окремі періоди лактації протягом всього її життя.

Мікроструктура вим'я обумовлена спадковими (порода) і неспадковими факторами (період лактації, сухостійний період, вік тварин, умови вирощування, умови годівлі і утримання, розділ первісток, кратність доїння та ін.).

Співвідношення залозистої і сполучної тканин залежить від періоду лактації. У перший інтенсивний період лактації для нормального розвитку вим'я молочної корови бажано таке співвідношення різних тканин, при якому на частку залозистої приходить 75–80% а на частку сполучної і жирової тканин 20–25%. На початку лактації залозиста тканина в об'ємі вим'я у окремих корів займає до 90%, до кінця лактації і особливо в період сухостою у корів різних порід частка її знижується до 40%, а частки сполучної і жирової тканин, відповідно, зростають. У телиць до 12–15 місяців вим'я збільшується переважно внаслідок росту сполучної і жирової тканин. До статевої зрілості залозиста тканина вим'я перебуває в недорозвиненому стані. Під впливом статевих гормонів вона починає розвиватись у телиць старшого віку. Для кращого розвитку вим'я нетелей бажано за 2–3 місяці до отелення розпочати його щоденний масаж. Після отелення такі тварини мають більшу продуктивність порівняно з тими, яким масаж не робили. При добрій годівлі новотільної корови і правильному догляді за нею розвиток молочних залоз вим'я триває протягом 30–40 днів після отелення. У цей період вим'я корови досягає найбільшого розвитку і найвищої функціональної діяльності. До кінця лактації спостерігаються зворотні явища: разом із зменшенням добових надоїв поступово зменшується розмір і кількість альвеол, зовнішній розмір вим'я, що особливо помітно при запуску корів на сухостій. Протягом 15–20 днів перед новим отеленням корови залозиста тканина її вим'я знову починає відтворюватись і посилено розростатися.

На протязі лактації проходять зміни і в структурі вим'я. У першу половину лактації залозиста тканина досягає найбільшого розвитку, маса її, як і маса всього вим'я, значно більша, ніж у другу половину. У другій половині лактації маса вим'я зменшується на 20–40%, причому площа залозистої тканини – на 10%, діаметр альвеол – на 30%. У той же час, площа сполучної тканини збільшується до 50%, а товщина сполучнотканинних тяжів – до 10%. Виявлена також позитивна кореляція між вмістом жиру в молоці і жировою тканиною вим'я.

Мікроструктура окремих часток вим'я корів на 6–10-ому місяці лактації являє собою картину, характерну для залоз періоду затухання лактації: залозиста тканина вим'я, порівняно з молочними залозами корів початкового періоду лактації, займає значно меншу площу. Молочні альвеоли за розміром стають також набагато меншими, а по формі округлими і продовгуватими. Навколо альвеол розміщуються міоепітеліальні клітини, периферичний шар яких добре видно. Сполучна тканина між альвеолами сильно розростається. Сполучно-тканинні тяжі, особливо міжальвеолярні прошарки, на даному етапі лактації значно збільшуються по своїй товщині. Кількість клітин залозистого епітелію, яка припадає на 10 мкм діаметру альвеол, значно зменшується. Це означає, що на даному етапі лактації секреторні клітини стають меншими за проміром. За формою вони також змінюються: стають стиснутими, циліндричними. У цей період лактації в частках вим'я відбувається значне накопичення жирової тканини.

За сприятливих умов годівлі і утримання молочна продуктивність корів з кожним наступним отеленням зростає, оскільки ріст і розвиток залозистої тканини вим'я триває до 6–8 отелення. У корів старшого віку процеси відновлення і росту залозистої тканини вим'я перед кожним наступним отеленням відбуваються менш інтенсивно, тому молочна продуктивність тварин зменшується. Отже, залозиста тканина вим'я оновлюється в сухостійний період, протягом якого корів важливо тримати у сприятливих умовах, на повноцінних раціо-нах. У протилежному випадку в наступну лактацію молочна продуктивність корів знижується.

Функціональна діяльність вим'я лактуючих корів, ступінь розвитку і величина основних структурних елементів окремих його часток, а також схильність їх до продукування різної кількості молока і молочного жиру знаходяться у тісному зв'язку з формою вим'я (табл.19).

Таблиця 19 – Показники маси, продуктивності, співвідношення тканин і мікроструктури часток вим'я у корів чорно-рябої породи з різною його формою (Черкащенко І.І., 1959).

Форма вим'я		Частка вим'я	Маса частки вим'я (% від загальної маси вим'я)	Середньодобовий надій (% від загального надію)	Співвідношення різних тканин вим'я (%)		
					залозиста	сполучна	жирова
Козяча	Передня	34,31	36,67	58,31	39,37	2,12	
	Задня	65,69	63,33	76,09	22,30	1,61	
Округла	Передня	40,26	42,38	70,06	28,92	1,02	
	Задня	59,74	57,62	82,24	16,96	0,80	
Чашоподібна	Передня	44,05	45,08	68,69	29,83	1,48	
	Задня	55,95	54,92	74,48	24,07	1,45	

У корів з округлою і особливо чашоподібною формою вим'я різниця між розвитком структурних його елементів і кількістю молока, яке продукується різними частками вим'я незначна, тоді як у корів з козячим вим'ям вона виражена значно більше.

У даний час в літературі зібралось немало даних про різницю у структурі молочної залози згідно з породою та рівнем продуктивності. П.М.Михайлюк (1967), наводить наступні дані про породну різницю в гістоструктурі молочних залоз (табл.20).

Таблиця 20 – Породна характеристика гістологічної структури молочної залози

Порода	Діаметр альвеол, (мкм)	Кількість епітеліальн. клітин на 10 мкм	Середній діаметр жирових клітин, (мкм)	Товщина міжчасточкових сполучнотканинних
--------	------------------------	---	--	--

		діаметра аль-всол		тяжів, (мкм)
Червона степова	101,2	4,2	79,8	90,0
Бура латвійська	84,6	4,0	85,0	93,7
Чорно-ряба	115,0	4,1	79,5	76,0
Швіцька	100,0	3,9	95,6	93,9
Симентальська	120,0	3,7	113,6	116,9

Була встановлена різниця в динаміці змін гістоструктури вим'я на протязі лактації і тільності відповідно до рівня продуктивності. Н.С.Казимирчук (1971), наводить дані про зміну гістоструктури молочних залоз на протязі лактації у високопродуктивних і менш продуктивних корів. Високопродуктивні корови на початку лактації мали у вим'я 72,1% залозистої тканини, на кінець лактації 60,0%; сполучнотканинної, відповідно, 24,1 і 30,7; жирової тканини – 3,8 і 9,3%. Співвідношення залозистої тканини до сполучнотканинної у них складало на початку лактації 2,5:1, а на кінець лактації 1,5:1. У менш продуктивних корів залозиста тканина у вим'я складала на початку лактації 60,6% і на кінець лактації 52,9%; сполучнотканинна, від-повідно, 31,8 і 36,6; жирова тканина – 7,6 і 19,5%. Співвідношення залозистої тканини до сполучнотканинної у них було на початку лактації 1,6:1 і на кінець лактації 1,1:1. Високопродуктивні корови мають не тільки більш розвинену залозисту тканину, а й більш різкі зміни у співвідношенні її до сполучнотканинної на протязі лактації, порівняно з менш продуктивними. Спостереження показують, що корови голштинської, червоно-рябої молочної, чорно-рябої молочної та різні генотипи помісних тварин голштинської породи з симентальською та чорно-рябою породами мають краще розвинене вим'я та більш розвинену залозисту тканину порівняно з іншими молочними та молочно-м'ясними породами.

Шкіра, потові і сальні залози. Шкіра має велике біологічне значення в житті тварин. Вона виконує захисну функцію, відіграє важливу роль в терморегуляції і бере участь в обміні речовин.

За рахунок великої кількості кровоносних судин у шкірі забезпечується не тільки її нормальне живлення, а й депонування крові. При розширенні капілярів вона вміщує більше 10% крові. Товщина і маса шкіри залежить від виду, породи, віку, продук-тивності, годівлі і утримання тварин. Маса шкіри у великої рогатої худоби складає 6,0–7,0 і овець 5,0–7,3% від маси тіла.

Гістологічна будова шкіри, співвідношення окремих шарів і розвиток кровоносних судин певною мірою характеризують тип конституції тварин і напрям продуктивності. У тварин сухої, ніжної конституції шкіра має слабозрозвинений підшкірний шар, у тварин сирого типу, навпаки, підшкірна сполучна тканина сильно розвинена.

Велике значення має дослідження шкіри в оцінці продуктивності овець. Встановлена залежність між особливостями будови шкіри, густотою і якістю вовни. В 1957–1960 рр. Н.А.Діомідова, О.Н.Панфілова виявили, що тонина вовни залежить від будови і розміщення волосяних фолікулів. З великих, глибоко розміщених волосяних цибулин розвиваються більш грубі волокна, ніж із дрібних і поверх-нево розміщених. Доведено, що тонкість вовни зв'язана з товщиною епідермісу. Збільшення товщини епідермісу веде до утворення більш грубої вовни. Тонкість вовни залежить також від товщини стінки во-лосяної сумки. Встановлена пряма залежність між густотою вовни та розвитком кровоносних судин шкіри. Дослідженнями цілого ряду вчених встановлений взаємозв'язок між густотою волосяних фолікулів, відношенням первинних фолікулів до вторинних, розміщенням фолікулів та продуктивністю вовни і її якістю.

Вивчення характеру мінливості волосяного покриву допомагає розпізнати деякі сторони пристосованості тварин до певних умов зовнішнього середовища і встановити зв'язок волосяного покриву з породою, віком і продуктивністю тварин.

Кісткова тканина. Кістяк виконує функцію зв'язку між окремими частинами організму для забезпечення відповідної витривалості і продуктивності тварин. Він забезпечує опорну і рухову функцію, слу-жить кровотворним органом і депо мінеральних речовин. Від струк-тури і стану розвитку кісток значною мірою залежить здоров'я тварин і міцність їх конституції.

З віком тварин абсолютна маса скелета збільшується. На масу скелета впливають умови годівлі і утримання худоби. Відділи скелета і кістки характеризуються чітко вираженими періодами інтенсивного і сповільненого росту, що чергуються між собою. Інтенсивність росту осьового скелета в постембріональний період вище інтенсивності рос-ту периферичного. Нерівномірний їх ріст призводить до істотних змін у співвідношеннях між ними. Тимчасове недогодовування тварин з наступним

переведенням на достатню годівлю значною мірою зумовлює затримку росту осьового та периферичного скелетів. Відносна маса скелета з віком тварин зменшується.

Великого значення набуває вивчення міцності і хімічного складу кістяка тварин. Міцність різних кісток різна і залежить від віку, породи, годівлі тварин. Результати рентгенографічних досліджень розвитку скелета кінцівок молодняку великої рогатої худоби чорно-рябої породи в різних умовах вирощування підтверджують те, що помірна годівля затримує ступінь окостеніння і негативно впливає на розвиток їхнього скелета (Сірацький Й.З., 1992). Загальне навантаження на середню частину діафіза п'ясткової і плеснової кісток у телиць при інтенсивному вирощуванні було значно вищим (12130 і 13280 кг), ніж при помірному вирощуванні (10100 і 10930 кг). Питоме навантаження на 1 см² п'ясткової і плеснової кісток у телиць при інтенсивному вирощуванні становило 24,5 і 21,7 кг; при помірному – 22,0 і 20,6 кг. Умовний запас міцності п'ясткової кістки при інтенсивному вирощуванні 64,0 і при помірному 59,4 одиниць; плеснової кістки, відповідно, 82,0 і 76,0 одиниць. Це означає, що у телиць при помірній годівлі будуть слабкі кінцівки, внаслідок чого вони менш пристосовані до тривалого використання. За хімічним складом п'ясткова і плеснова кістки тварин 1 групи мали вищий вміст солей кальцію (26,7 і 27,2%) і фосфору (12,7 і 13,1%), ніж тварини 2 групи (відповідно, кальцію 25,9 і 26,8% і фосфору 12,5 і 12,9%), що є показником кращої мінералізації їхнього скелета.

Для дослідження стану розвитку кісткової речовини і мінералізації скелета використовують запропонований І.Г.Шарабріним (1953) рентгенографічний метод, який ґрунтується на поглинанні рентгенівських променів. За допомогою цього методу вдалося визначити структуру і щільність кістяка та його патологію у високо-продуктивних корів, особливості кісткоутворювальних процесів лактуючих, сухостійних тварин та тварин, які поставлені на роздій. Крім рентгенографічних методів застосовуються: морфологічні, біохімічні, гістологічні та фізико-хімічні методи досліджень.

Визначити розвиток скелета при житті тварини можна шляхом виміру обхвату п'ястка. Але цей метод має і свої недоліки, тому що прижиттєвий вимір обхвату п'ястка характеризує розвиток скелета лише приблизно, оскільки кісткова тканина, шкіра, волосяний покрив і зв'язки в постембріональний період ростуть з різною інтенсивністю. Це відбивається на точності виміру, тому за допомогою цього методу в молодому віці отримуємо більш високий обхват кісткової тканини, ніж у зрілому.

М'язова, сполучна та жирова тканини. Формування м'ясних якостей тварин відбувається в період їх росту і розвитку. Цей процес підпорядкований біологічному закону нерівномірного росту та розвитку тканин і органів в період онтогенезу. М'язи – головна складова частина туші і від їх розвитку, в основному, залежить м'ясна продуктивність тварин, тому дослідження закономірностей росту і розвитку окремих м'язів, сполучної та жирової тканин мають важливе значення у пізнанні закономірностей формування м'ясності тварин. При середній вгодованості туша великої рогатої худоби містить 59,7% м'язової тканини; 10,3 – жирової, 12,3 – сполучної; 17,5% – кісткової та хрящової тканин. У свиней в 6-місячному віці в туші м'язової тканини 47,8, жирової – 35,0 і кісткової – 9,5%. Морфологічний склад туші за даними різних авторів наведений в таблиці 21. Різні породи мають неоднаковий морфологічний склад туші. Породи м'ясного напрямку продуктивності характеризуються більш високими показниками виходу м'якоти і меншим виходом кісток, тобто, вони мають кращий склад туші.

Таблиця 21– Морфологічний склад туші різних порід великої рогатої худоби у 18- місячному віці

Порода	Вихід (% до маси туші)			Коефіцієнт м'ясності
	м'якоти	кісток	жиру	
Червона степова	76,7	20,6	2,7	3,9
Симентальська	79,5	18,6	1,9	4,4
Швіцька	78,2	19,3	2,5	4,2
Чорно-ряба	77,5	20,2	2,3	4,0
Герефордська	82,1	15,1	2,8	5,6
Шароле	80,2	16,7	3,1	5,0
Абердин-ангуська	81,1	15,2	3,7	5,5
Сіра українська	78,8	18,0	3,2	4,6
Українська м'ясна	81,3	16,8	1,9	5,0

Це дає можливість використовувати їх для поліпшення м'ясних якостей тварин молочних порід при схрещуванні, тому що, за даними різних авторів, відносно високим ступенем успадкування характеризуються у великій рогатій худоби такі ознаки, як приріст живої маси (0,30–0,97), жива маса на відгодівлі (0,48–0,94), якість м'яса (0,20–0,73), маса туші (0,69–0,73), оплата корму приростами (0,40–0,50), а у свиней число хребців (0,65–0,74), якість м'яса (0,40–0,60), довжина тулуба (0,30–0,70), величина і форма окорока (0,60–0,70). Добрий розвиток цих ознак у батьків робить можливим спадково обумовити їх прояв у нащадків. Практичний інтерес представляють гістологічні і біохімічні дослідження найдовшого м'яза спини, тому що в його зоні розміщуються перші сорти м'яса, на долю яких (за даними досліджень) припадає від 35 до 42% м'яса. Туша за виходом м'язової, жирової і сполучної тканин відповідає відносному вмісту їх у найдовшому м'язу спини. На розрізі найдовшого м'яза спини між 10 та 11 ребром знаходиться “м'язове вічко”. Встановлено, що за розвитком найдовшого м'яза спини і відносною величиною “м'язового вічка” можна робити висновок про м'ясність туші. Відношення глибини “м'язового вічка” до його ширини, виражене в процентах, є показником м'ясності. Більша відносна величина “м'язового вічка” свідчить про кращий розвиток найдовшого м'яза спини і кращу м'ясність туші. Дослідженнями встановлено, що високий рівень успадкування мають площа “м'язового вічка” (0,50–0,72), вихід цінних частин туші (0,33–0,73), ніжність м'яса (0,60–0,71), мармуровість м'яса (0,62) та вміст жиру в м'ясі (0,76–0,89). Це дає можливість за даними показниками успішно вести селекцію.

Гістологічні дослідження м'язових волокон показали, що більш інтенсивний їх розвиток сприяє кращому розвитку мускулатури і більш-шуму виходу м'яса. Встановлено також, що чим менше сполучнотканинних утворень в м'язах і тонше мускульне волокно, тим кращі харчові властивості окремих м'язів та “ніжніше” м'ясо тварин. У даний час розроблена і впроваджена у практику методика оцінки м'ясних якостей свиней і птиці за допомогою ультразвуку. Для цієї мети створено спеціальний прилад, який має широке розповсюдження. Для вивчення структури і функціональної м'язової, сполучної та жирової тканин застосовуються гістологічні, цитологічні, біохімічні методи досліджень.

ФІЗІОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ

Внутрішні органи і залози внутрішньої секреції. Внутрішні органи і залози внутрішньої секреції відіграють важливу роль у формуванні конституції, продуктивності і міцності здоров'я. Вивчення росту і розвитку шлунка, кишечника, серця, легень, печінки, нирок, селезінки, загрудинної залози (тимуса), щитовидної, навколощитовидної (пара-щитовидної), надниркової залоз, гіпофіза, гіпоталамуса, статевих залоз і епіфіза проводиться морфологічним, гістологічним, гістохімічним, флюорометричним, біохімічним та методом радіоактивних ізотопів.

Внутрішні органи і залози внутрішньої секреції відіграють важливу роль у формуванні обміну речовин, рості і розвитку, адаптації тварин до зміни зовнішнього середовища. У взаємодії з нервовою системою вони мобілізують організм при різному патологічному стані і напрузі, викликаних дією шкідливих факторів. Гормони залоз внутрішньої секреції відіграють значну роль в регуляції процесів росту і розвитку тварин. Формоутворювальну дію залози внутрішньої секреції здійснюють через обмін речовин. Разом з іншими біологічними регуляторами, гормони забезпечують послідовність біохімічних процесів, які лежать в основі розвитку статевих клітин, заплідненні, статевому диференціюванню, рості і розвитку тварин та формуванню високої продуктивності. Ріст і розвиток внутрішніх органів і залоз внутрішньої секреції відбувається нерівномірно, що зумовлено нерівномірністю розвитку їх функцій. Недорозвинення того чи іншого органа на ранньому етапі життя впливає на подальший його розвиток, розвиток організму в цілому, здоров'я і продуктивність тварин. Недорозвинення залоз внутрішньої секреції призводить до змін гормонального стану, і як наслідок цього, до змін в обміні речовин, рості і різних формоутворювальних процесах.

Показники температури тіла, частоти пульсу, дихання та газообміну. Рівень продуктивності тварин пов'язаний з інтенсивністю окиснювально-відновних процесів, які відбуваються в організмі. Важливим показником взаємозв'язку організму із зовнішнім середовищем є рівень обмінних процесів, який можна оцінювати за інтенсивністю газообміну. Високопродуктивні тварини відрізняються прискореним пульсом та глибоким диханням. Багатьма дослідниками доведено, що у всіх сільськогосподарських тварин легеневий газообмін, теплопродукція і тепловіддача залежать від виду, породи, статі, віку, продук-

тивності, температури зовнішнього середовища та від рівня годівлі. Поїдання кормів, їх вид і співвідношення, а також способи згодовування істотно змінюють газообмін організму.

Частота пульсу (кількість скорочень серця за 1 хв) у тварин різних видів неоднакова: у корови – 50–70, вівці, кози, свині – 70–80, коня – 35–45, кроля – 120–140, курей – 150–250. Встановлено, що чим більша тварина, тим менша частота пульсу. Частота дихання в різних тварин також різна (за 1 хв): у великої рогатої худоби – 10–30, свиней – 15–20, коня – 8–16, овець і кіз – 16–30, птиці – 12–30.

Температура тіла – це величина, яка характеризує стан тіла тварин. У середньому (у прямій кишці, в градусах Цельсія) вона становить: у коней – 37,5–38,5; великої рогатої худоби – 37,5–39,5; овець і кіз – 38,5–41,0; свиней – 38,0–40,0; кролів – 38,5–39,5; гусей – 40,0–41,0; курей – 40,5–42,0; качок – 41,0–43,0.

Зміна частоти пульсу, дихання та температури у здорових тварин також залежить від віку, статі, породи, мускульної та нервової діяльності, статевого стану, рівня продуктивності, сезону року та інших факторів. Коливання їх завжди знаходяться в межах норми. Встановлено, що з віком тварин показники легеневого газообміну та тепловиділення в абсолютних величинах збільшуються, а у відносних поступово зменшуються. Помірна годівля тварин викликає зміни в легеновому газообміні і розпаді речовин у тілі тварин. Показники легеневого газообміну вивчають масковим методом, частоту пульсу за допомогою фонендоскопа, температуру тіла вимірюють у прямій кишці термометром. Періодичне вивчення частоти пульсу, частоти дихання і температури тіла має істотне значення для оцінки продуктивності, міцності конституції і здоров'я тварин. Показники пульсу, дихання, а також дані газообміну можуть з успіхом використовуватись при експертизі тварин. Встановлено, що чим вищі ці показники, тим інтенсивніше відбуваються фізіологічні процеси в організмі і продуктивність таких тварин, як правило, вища. У скороспілих тварин в період їх росту і у високомолочних корів в період лактації завжди спостерігається висока інтенсивність теплопродукції, кровообігу, дихання, виділення та інших фізіологічних функцій. Тварини м'ясних порід споживають кисню більше, ніж молочні і молочном'ясні породи (табл.22).

Таблиця 22 – Теплоутворення і тепловиділення у різних порід великої рогатої худоби (Костін А.П., 1962)

Порода	Температура по-вітря, t, °C	Споживання O ₂ на 1 кг/год, мл	Утворення тепла, ккал		Тепловіддача випаровуванням поту	
			на 1 кг/год	на 1 год	на 1 м ² (ккал)	%
Швіцька	17,8	274,8	1,28	91,4	63,5	69
Чорно-ряба	17,9	294,4	1,42	101,3	56,0	54
Абердин-ангуська	14,6	348,0	1,65	103,3	48,0	47
Казахська білоголова	15,8	408,2	1,90	116,0	51,0	44
Шортгорнська	17,9	438,5	2,07	130,6	38,0	29

Окиснювальні процеси у тканинах тварин м'ясних порід відбуваються більш інтенсивно, ніж у тварин інших порід. Інтенсивний ріст цих тварин супроводжується підвищеним споживанням кисню (Костін А.П., 1962).

Насичення венозної крові киснем у тварин різних порід також різне: червона степова – 55%, чорно-ряба – 60, швіцька – 56, симентальська – 50, казахська білоголова – 64, шортгорнська – 58 і абердин-ан-гуська – 60%.

Дослідження крові. Склад крові відображає фізіологічний стан організму, пов'язаний з відправленням життєво важливих функцій. Кров доставляє до клітин органів тіла поживні речовини та кисень, переносить необхідні ферменти, вітаміни, гормони, антитіла, виділяє продукти обміну і вуглекислоту, підтримує рівновагу електролітів в організмі та забезпечує його захисні функції. Цілим рядом досліджень встановлено взаємозв'язок між показниками крові сільськогосподарських тварин та їх продуктивністю, віком, ростом і відтворювальною здатністю.

При дослідженні крові визначають загальну кількість її методом розбавлення індеферентної фарби певного об'єму в кров'яному руслі тварин. Загальна кількість крові пропорційна масі тіла тварин і може бути вирахована за формулою: $M = 0,55 \times MT^{0,99}$, де M – маса загальної кількості крові, MT – маса тіла. В інтер'єрних дослідженнях визначають об'єм циркулюючої крові. У тілі різних видів тварин об'єм циркулюючої крові неоднаковий. Так, у тілі коней її об'єм складає 9,7–9,9%; корів молочних порід – 8,1–8,3; овець – 8,0–8,2; свиней – 4,5–4,7; кролів – 5,4–5,5; курей – 8,0–9,0% маси тіла. Співвідношення загальної маси крові і маси тіла з віком тварин майже не змінюється. При вивченні складу крові встановлені значні вікові, породні, статеві, видові і сезонні зміни в морфологічних і біохімічних показниках. На склад крові впливає також фізіологічний стан, умови годівлі та утримання тварин. Показники крові використовують для контролю за станом здоров'я тварин і вивчення їх конституціональних та продуктивних властивостей.

При вивченні крові звертають увагу на загальну кількість еритроцитів, лейкоцитів, лейкоцитарну формулу, вміст гемоглобіну, резервну лужність крові, вміст білків та їх фракцій, ліпідів, цукру, ферментів тощо.

Склад крові, вміст у ній формених елементів з віком тварин змінюється. У крові новонароджених тварин число еритроцитів і вміст гемоглобіну найбільший. Вміст у крові еритроцитів, лейкоцитів і гемоглобіну підвищується в період максимальних надой корів і зменшується в кінці лактації. Встановлено, що в першу половину лактації кількість білка підвищується, а в другу – знижується. Зв'язаний з білком йод позитивно корелює з жирномолочністю корів. Кількість його у жирномолочних корів більша, ніж у корів з меншим вмістом жиру.

БІОХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ

Велику увагу у вивченні *біохімічного складу крові* приділяють показникам, які зв'язані з окиснювально-відновними процесами (вмістом глутатіону, каталази, пероксидази), білковим обміном (аспартат- і аланінамінотрансферази) і обміном вуглеводів, нуклеотидів і фосфороліпідів (фосфатази).

Завдяки роботам цілого ряду вчених встановлений зв'язок глутатіону з живою масою при народженні, породними особливостями тварин, продуктивністю, сезоном року та іншими факторами. Вважається, що підвищення в організмі вмісту окиснювальної форми глутатіону, майже при умові збереження постійності загального, є показником пригнічення окиснювально-відновних процесів, а відносно збільшення відновленої форми – активізації цих процесів.

Рівень активності ферментів каталази і пероксидази служить побічним показником окиснювально-відновних процесів в організмі тварин. Під дією каталази швидко розщеплюється перекис водню – сильного яду, який поступово утворюється при окиснювальних процесах в організмі. Крім того, виділяючи вільний кисень, каталаза сприяє економному використанню його в тканинах і органах. Активність каталази залежить від віку, фізіологічного стану, сезону року, породи і умов годівлі тварин.

Велику роль в обмінних процесах відіграють фосфатази. Вони каталізують велику кількість важливих хімічних реакцій. Фосфатази зв'язані з обміном вуглеводів, нуклеотидів, фосфороліпідів, а також з утворенням кісткової тканини. Активність фосфатаз з віком знижується.

Суттєвих змін в онтогенезі тварин зазнає активність аміно-трансфераз, яка зв'язана з інтенсивністю процесів перевмінування і дезамінування.

Аспартат- і аланінамінотрансферази характеризуються високою каталітичною активністю. Встановлена суттєва різниця активності амінотрансфераз у різних видів і порід тварин, вплив на цей показник віку тварин, їх фізіологічного стану та продуктивності.

Мінеральний склад крові порівняно з іншими її біохімічними показниками вирізняється значно більшою стабільністю в онтогенезі. Активність ферментів крові у великої рогатої худоби (табл.23) залежно від породи і віку тварин вивчали Є.К.Меркур'єва і Л.Р.Три-фонова (1970). Корови мали надій 4430–4760 кг за лактацію, жирність молока 4,28%.

Таблиця 23 – Активність ферментів крові первісток різних порід

Порода	Амілаза, %	Лужна фосфатаза, мг %	Альдолаза, од.	Аспартат-амінотрансфераза, од.	Аланін-амінотрансфераза, од.
Айрширська	12,80	1,33	23,62	47,82	21,10

Голандська	13,75	2,17	24,82	47,10	19,22
------------	-------	------	-------	-------	-------

Зв'язок середньолактаційного показника активності ферментів з надоем був у межах від $\eta = +0,3$ до $\eta = +0,8$. Встановлена позитивна кореляція між АЛТ та процентом жиру ($\eta = 0,629$) та білка ($\eta = 0,678$) в молоці айрширських порід. В.І.Волгін (1972) встановив, що у крові високожирномолочних корів міститься більше попередників молочного жиру - ліпідів і оцтової кислоти (табл.24).

Таблиця 24 – Біохімічний склад крові середньо- і високожирномолочних корів (в середньому за лактацію)

Показник	Група	
	1	2
Продуктивність за 300 днів лактації:		
жирність молока, %	3,77	4,15
кількість молочного жиру, кг	170,5	188,6
білок, %	7,47 + 0,06	7,41 + 0,05
ліпіди, мг %	294,4 + 7,0	325,1 + 6,8
фосфор ліпідів, мг %	6,21 + 0,12	6,72 + 0,12
оцтова кислота, мг %	11,89 + 0,13	12,87 + 0,15
білковозв'язаний йод, мкг %	5,91 + 0,17	6,33 + 0,13
надій, кг	4524	4544

Встановлений зв'язок між складом крові та типами конституції. Тварини дихального типу конституції відрізняються більш інтенсивними окиснювальними процесами, підвищеним газообміном порівняно з травним типом. Тварини ніжного і щільного типів конституції характеризуються інтенсивним обміном речовин. У організмі швидко-алюрних коней окиснювальні процеси відбуваються інтенсивніше, що забезпечується більшою насиченістю гемоглобіну та еритроцитів киснем. Встановлений взаємозв'язок гематологічних показників з типом конституції коней та їх швидкістю. Підвищення швидкості у коней пов'язане з більшим вмістом у крові формених елементів, сухих речовин, цукру, глутатіону, глобулінів при зниженні частоти пульсу і дихання. У коней верхових порід вміст еритроцитів більший, ніж у вагговозів. У крові великої рогатої худоби м'ясних порід кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну і сухих речовин вища, ніж у крові молочних порід.

Цілим рядом досліджень встановлений зв'язок між кількістю еритроцитів, вмістом гемоглобіну, білка, активністю амінотрансфераз, фосфатаз з інтенсивністю росту і розвитку молодняка.

У свиноматок з високою плодючістю, молочністю і життєздатністю поросят виявлено велику кількість формених елементів і високу концентрацію білка у плазмі крові. Встановлений зв'язок між вмістом гемоглобіну, кальцію, фосфору, ліпідів і несучістю курей, енергією росту м'ясних курей та рівнем глутатіону у крові.

Виявлено корелятивний зв'язок між морфологічним і біохімічним складом крові, активністю окиснювально-відновних ферментів та кількісними і якісними показниками сперми. На протязі лактації активність каталази змінюється відповідно до надою. У високо-продуктивних корів вона вища, ніж у низкопродуктивних. Вміст пероксидази зменшується з підвищенням надоїв. Рівень ліпази також знижується з підвищенням надоїв.

Більшістю дослідників доведено позитивний і стійкий корелятивний зв'язок активності трансаміназ з виходом м'яса, співвідношенням м'яса і сала в туші, площею "м'язового вічка" та продуктивними якостями курей. Дослідженнями цілого ряду авторів встановлена корелятивна залежність між функціональною активністю щитовидної залози і деякими біохімічними показниками крові у великої рогатої худоби. Гормони щитовидної залози, які надходять у кров, з'єднуються з білками сироватки крові і утворюють зв'язаний з білками йод, концентрація якого характеризує діяльність щитовидної залози. Зв'язаний з білками йод є показником рівня надоїв та жирномолочності корів. Його більше у крові молочних корів, ніж у крові корів м'ясних порід. З підвищенням активності щитовидної залози збільшується відносна інтенсивність газообміну, а також вміст у крові летучих жирних кислот і фосфоліпідів. Таким чином, наведені дані підтверджують те, що морфологічний і біохімічний склад крові може бути показником типу конституції тварин, функціонального стану організму, його можливостей у визначенні тієї чи іншої продуктивності.

Біохімічний поліморфізм і групи крові. Відкриття поліморфних генетичних систем і вивчення закономірностей їх спадкової обумовленості у сільськогосподарських тварин є важливим досягненням генетики. Під *поліморфізмом* розуміють наявність в популяції одночасно декількох алельних станів гена конкурентного локусу, які визначають формування різних фенотипів даної ознаки. Поліморфізм популяції зв'язаний, як правило, з поширеністю гетерозиготних організмів. Селективна їх перевага давно доведена практикою селекційної роботи. Ця перевага пов'язана з більшою життєздатністю гетерозиготних тварин, кращою їх пристосованістю.

Найкраще вивчено поліморфізм спадкових варіантів еритроцитарних антигенів, білків і ферментів крові, молока та інших біологічних рідин у великої рогатої худоби. Для вивчення поліморфних систем застосовують імуногенетичні і біохімічні методи.

Крім білків і ферментів крові, до поліморфних систем крові належать також антигени еритроцитів, лейкоцитів та тромбоцитів. *Антигеном* називають речовину з характерними хімічними групами, які сприймаються організмом як генетично чужорідні і викликають специфічну імунну відповідь, що полягає в утворенні відповідних антитіл.

Найбільш вивчений поліморфізм еритроцитарних антигенів у великої рогатої худоби і свиней, який обумовлює різноманітність тварин за групами крові. Групи крові, в основі яких лежать індивідуальні особливості генетичних властивостей еритроцитів, спадково обумовлені і не змінюються на протязі всього життя тварин. Їх визначають один раз і заносять в картку племінної тварини.

Визначають групу крові у тварин методом імунних антитіл, які продукуються в сироватці крові тварини-реципієнта при парантальному введенні йому крові іншої тварини-донора. Набір сироваток-реагентів отримують внаслідок імунізації на донорських стадах. Одержаний реагент – це моноспецифічна сироватка, що вміщує імунні антитіла, за допомогою яких можна визначити будь-який один кров'яний фактор (еритроцитарний антиген).

Ідентифікує реагенти Міжнародне товариство по вивченню груп крові тварин і тільки після цього їх використовують для тестування за походженням.

У даний час у великої рогатої худоби виявлено 100 факторів крові, свиней – 60, курей – 60, коней і овець – більше 20. Кожний фактор генетично обумовлений і, за винятком монозиготних близнюків (однойцевих), всі тварини відрізняються за групами крові.

Потомки успадковують від кожного із батьків певні комбінації антигенів- *групи крові*. Успадковуються вони як елементарні ознаки, але на відміну від інших ознак мають кодомінантний характер успадкування. При вивченні успадкування груп крові встановлено, що потомки можуть мати тільки ті фактори, які є у батьків. Необхідно відмітити, що у потомка не обов'язково повинні бути всі фактори, які були у батьків. Якщо батьки були гетерозиготними за тими чи іншими факторами, то ці антигени потомок може і не успадкувати. Ця закономірність лежить в основі перевірки походження тварин шляхом аналізу груп крові.

Найбільше практичне значення має *аналіз груп крові у встановленні походження тварин*. З допомогою груп крові аналізують генетичну структуру популяції, визначають генетичну подібність нащадків з родоначальником та рівень гетерогенності і характер змін, що пройшли в ній під впливом селекційної роботи. Використання груп крові, як генетичних маркерів, дозволяє удосконалювати розведення за лініями, дає можливість конкретизувати уявлення про ступінь консолідації і диференціації окремих порід та їх структурних одиниць.

Крім груп крові, значної уваги надається вивченню *поліморфізму білків, ферментів крові, білків молока і яєць*. В яйцях курей виявлено генетично обумовлений поліморфізм альбумінів та інших білків. Проведено дослідження антигенних властивостей сперми плідників. Встановлено, що в окремих випадках в організмі самок утворюються антитіла, які згубно діють на сперматозоїди деяких плідників, що є однією із причин яловості.

При вивченні поліморфних систем білків молока (беталакто-глобулінів і казеїнів) виявлена значна різниця в концентрації генів у різних порід великої рогатої худоби України (Сірацький Й.З., Голота Я.А., 1977; Сірацький Й.З., 1992; Маринчук Г.Є., 1977).

Як додаткові тести для груп крові з метою більш надійної атестації для контролю правильності записів про походження племінних тварин використовують поліморфні системи трансферину, церулоплазміну, амілази, гемоглобіну, карбоангідази та інших білків і ферментів крові та молока у сільськогосподарських тварин і птиці. З допомогою трансферину та поліморфних білків молока вилучали до 72% помилок у походженні тварин. Використання поліморфних систем білків і ферментів

крові та білків молока в поєднанні з групами крові підвищує ефективність тестування за походженням тварин на 5–7%.

Новим напрямом цитогенетики сільськогосподарських тварин є вивчення хромосомного поліморфізму породних та індивідуальних відмінностей розмірів і внутрішньої структури хромосом. Виявлена така перебудова хромосом у великої рогатої худоби, овець та інших видів тварин, як транслокація, аберація, інверсія, хроматидні розриви тощо, які викликають патологічний обмін речовин, хвороби, ранню ембріональну смертність, неплідність.

Однією із найбільш поширених форм каріотипічної мінливості хромосом є *робертсонівська транслокація*. Дана хромосомна мутація виявлена в 40 порід великої рогатої худоби та інших видів тварин. Встановлено негативний вплив робертсонівських транслокацій на продуктивність і відтворну здатність корів. Спостерігається також зв'язок цієї аномалії каріотипу з лейкозом та іншими захворюваннями. Но-сіями транслокацій є бугаї-плідники. Тому необхідно у племб'єднаннях обов'язково проводити каріологічні дослідження всіх бугаїв-плідників.

К о н т р о л ь н і п и т а н н я

1. Що таке інтер'єр тварин?
2. Методи оцінки інтер'єру.
3. Мікроструктура молочної залози і взаємозв'язок її з продуктивністю тварин.
4. Залежність продуктивності тварин від параметрів інтер'єру.
5. Що таке “поліморфізм”?
6. Використання груп крові і поліморфних систем у селекційній роботі.
7. Які фактори впливають на рівень інтер'єрних параметрів?
8. Генетичні хромосомні аномалії та їх зв'язок з продуктивністю і відтворною здатністю.

Р о з д і л 5

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТВАРИН

ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ

Продуктивністю називають здатність тварин за певний проміжок часу в конкретних умовах середовища дати певну кількість продукції потрібної якості.

Продукція тваринництва надзвичайно багатогранна: 1) продук-ти харчування – молоко, м'ясо, сало, яйця, риба, ікра, мед; 2) вироби харчової промисловості – молочні продукти (масло, сир, вершки, морозиво, сметана, кисломолочні продукти тощо); м'ясні продукти – ковбаси, бекон тощо), а також консерви, порошки (молочні, м'ясні, рибні, яєчні тощо), концентрати; 3) сировина для приготування медич-них препаратів – ендокринні залози, шлунковий сік, сироватка крові, прополіс, бджолиний яд та ін.; 4) сировина для легкої промисловості – вовна, шкури, сичуг, віск, шовкове волокно, роги, ратиці, кістки, пух, перо, жили, кишки, синовіальна рідина суглобів, казеїн тощо; 5) гній, курячий послід, що використовуються як органічні добрива; 6) спер-мо- і ембріопродукція кращих тварин, а також клони та ін.; 7) племін-на продукція (отримання, вирощування, оцінка і продаж племінних тварин, у першу чергу плідників); 8) біологічно активні білки та тканини.

У більшості випадків, тварини здатні до виробництва одночасно декількох видів продукції. Наприклад, від корів навіть спеціалізованих молочних порід, крім молока, приплоду, гною, отримуваних при їх житті, після убою використовують шкуру, м'ясо, роги, ратиці, внут-рішні органи, залози внутрішньої секреції тощо. Продуктивність залежить від спадкових особливостей тварин і тих конкретних умов зовнішнього середовища, в яких розвиваються і використовуються тварини.

Від свиней, крім м'яса і сала отримують після убою шкуру, щетину, кров, залози внутрішньої секреції, відходи, з яких готують м'ясо-кісткове борошно та ін. Від овець, крім основної продукції – вовни, отримують молоко, шкуру, овчину, смушок, сичуг і т.д. Від кіз, крім молока мають ще вовну, пух, а після убою – шкуру, роги, ратиці та ін. Бджолина сім'я, крім меду, дає пилок, прополіс, віск, маточне молочко, бджолину отруту тощо.

У переважній більшості випадків сільськогосподарських тварин розводять для отримання продуктів харчування і сировини для переробної промисловості, тому продуктивність тварин – це їх основна господарсько-корисна властивість. Вся сукупність зоотехнічних прийомів – забезпечення тварин високоякісними кормами, розмноження кращих генотипів, спрямоване вирощування молодяку, створення комфортних умов утримання – направлена на отримання від тварин як найбільшої кількості відносно дешевої продукції високої якості.

Продуктивність тварин має високий ступінь мінливості. На показники мінливості впливають фактори спадковості і зовнішнього середовища. Знання закономірностей мінливості дає можливість керувати цим процесом, забезпечувати генетично зумовлене підвищення рівня продуктивності. Закономірності мінливості показників продуктивності тварин можна вивчати лише на основі достовірних даних контролю надоїв, приростів тощо, які регулярно проводять на фермах. Щоденне зважування молока від кожної корови – процес трудоємкий, навіть при використанні автоматизованих приладів, тому такий метод контролю практикують при проведенні наукових експериментів. У практичній роботі набули поширення періодичні методи контролю: 1 раз в 10 днів, 1 раз на місяць, 2 рази на рік тощо, залежно від виду тварин, мети дослідження, точності обліку. Результати обліку використовують також для бухгалтерсько-економічного аналізу і для планування обсягів виробництва на наступні роки.

На рівень та якість продукції впливає комплекс факторів, які поділяють на дві основні групи: спадково зумовлені (генотипні) і паратипічні (фактори зовнішнього середовища). певні групи факторів діють майже однаково на всі види сільськогосподарських тварин, на реалізацію спадкових задатків продуктивності. До спадкових, (генотипних) факторів належать: плодючість, жива маса новонароджених, тривалість вагітності, інтенсивність росту до відлучення, ріст тварин після відлучення, порода і породність, інбридинг, співвідношення тканин у туші, якісний склад продукції, технологічні властивості продукту, хімічний склад продукції, багатомолочність, жирність та білковість молока, форма лактаційної кривої, імунна стійкість до захворювань, тип конституції, екстер'єр, жвавність, тонкість вовни та ін. До паратипічних (зовнішнього середовища) факторів відносять: рівень і повноцінність годівлі тварин, умови утримання, вік тварин, радіація, сезон року, висота над рівнем моря, тип будівлі, клімат, мікроклімат, біогеохімічні особливості зони, в якій перебувають тварини, вгодованість тварин, технологія виробництва, ветеринарний захист стада, інтенсивність використання тварин тощо.

Зрозуміло, що всі названі фактори діють комплексно, тому точно розрізнити міру впливу на величину продуктивності того чи іншого фактора досить складно. Для об'єктивного аналізу мінливості продуктивності тварин в окремих стадах і породах використовують ряд біометричних методів: дисперсійний аналіз, кореляційний і регресійний аналіз, біноміальний розподіл та ін. За допомогою цих методів оцінюють селекційно-генетичні параметри (коефіцієнти успадкованості, повторюваності, коефіцієнти генетичної і фенотипічної кореляції тощо), які мають суттєве значення для підвищення ефективності селекції тварин. Вони висвітлені у розділі "Відбір".

М'ЯСНА ПРОДУКТИВНІСТЬ

У м'ясі, в легкозасвоюваній формі містяться майже всі органічні речовини, необхідні для організму людини: 35–55% сухої речовини, 10–20% білка, 15–45% жиру, 1–5% мінеральних речовин, а також вітаміни А, Д, групи В. Загальновизначеним є значення м'ясних продуктів для розвитку фізичної сили людини і для роботи головного мозку. В 1 кг м'яса міститься 1500–3000 калорій. Між окремими видами тварин існує велика різниця в калорійності, хімічному складі, смакових якостях тощо.

Значні відмінності у складі м'яса встановлені між різними видами тварин залежно від стану вгодованості (табл.25).

Таблиця 25 – Середні показники забійного виходу і маси окремих частин

туші (в процентах від живої маси) по М.Ф.Іванову

Частина тіла	Бугай		Теля	Вівця		Свиня	
	серед- ня вго-дован.	жир-ний	жирне	серед-ня вго-дован.	жирна	серед-ня вго-дован.	жирна
М'ясо без жи- ру і кісток	36,0	35,0	43,0	33,5	29,0	46,4	40,0
Кістки	7,4	7,1	9,3	6,6	5,5	8,0	5,8
Жир у м'ясі	2,0	14,7	5,5	3,3	14,7	16,5	32,4
Жир у нирках	2,0	3,5	2,2	1,9	3,6	1,9	3,9
Жир у кишеч- нику	2,3	4,5	2,4	4,1	6,8	1,7	2,5
Всього	49,7	64,8	62,4	49,4	59,6	74,5	84,6

Основними компонентами туші (м'ясна продуктивність) забитих тварин є м'язова, жирова, кісткова і сполучна тканини, а також субпродукти (серце, легені, молочна залоза, печінка, нирки, язик, мозок, шлунок, залози внутрішньої секреції та ін.). Для виробництва м'яса використовують майже всі види сільськогосподарських тварин, але в першу чергу велику рогату худобу, свиней, птицю, овець, коней тощо.

Вага туші з внутрішнім жиром, без голови, хвоста, нижніх відділів кінцівок (передніх – по зап'ястя, задніх – по скакальний суглоб), шкіри, внутрішніх органів та їх вмісту, називається *забійною масою* тварини. *Забійний вихід* – це відношення забійної маси тварини до її живої маси перед забоєм, після голодної витримки. Якщо, наприклад, бичок мав живу масу 400 кг, а вага його туші – 232 кг, то забійний вихід буде становити 58%. Забійний вихід залежить від віку тварин, породи, спадкових особливостей, повноцінності годівлі, стану вгодованості, що було експериментально встановлено М.Ф.Івановим на різних видах тварин (табл.26).

**Таблиця 26 – Забійний вихід м'ясної великої рогатої худоби
залежно від віку та інтенсивності годівлі**

Вік тварин, міс.	Забійний вихід	
	високий рівень годівлі	нормований рівень годівлі
Новонароджені	59,3	59,3
3	54,1	57,3
5,5	53,7	53,0
8,5	54,1	50,5
11	57,5	53,8
18	60,5	–
34	61,5	60,5
40	70,4	61,2

Мінливість забійного виходу м'ясної великої рогатої худоби залежно від віку та інтенсивності годівлі показана в таблиці 26. Завдяки інтенсивному росту внутрішніх органів у перші 6 міс. післяутробного розвитку, забійний вихід від народження тварини до 6 міс. дещо зменшується, в подальшому більш інтенсивно росте м'язова і жирова тканини, тому забійний вихід збільшується. Туша молодшої тварини містить менше жиру порівняно з відгодованою дорослою твариною. Але забійний вихід не дає повної характеристики м'ясних якостей худоби. Більш точним показником м'ясності худоби є відношення маси чистого м'яса (м'якоті) до маси кісток у туші. Найбільше цінуються туші з співвідношенням м'якоті і кісток 4–4,5:1 і більше.

Вміст м'язової тканини коливається в межах 50–70%. До її скла-ду входять повноцінні білки, що містять такі незамінні амінокислоти, як аргінін, лізин, метіонін, триптофан, цистин та ін.

Вміст жирової тканини варіює в дуже широких межах – від 2 до 55% і більше. В міру росту тварини жир починає відкладатись у внутрішніх органах: у черевній порожнині (сальник), навколо

нирок, між м'язами і в товщині м'язових волокон, утворюючи так звану мармуровість м'яса, а потім – у підшкірній клітковині, утворюючи під-шкірний жир (полив). Жирова тканина складається з жирових клітин, розділених прошарками пухкої сполучної тканини. Жирові відкла-дення на внутрішніх органах, хоч і містять найбільшу кількість чистого жиру, проте через низьке йодне число і наявність ненасичених жирних кислот мають високу температуру плавлення і менш придатні для споживання в їжу.

Кісткова тканина має низьку поживну цінність. Кількість її в туші варіює від 14 до 30%. По формі кістки ділять на трубчаті, плоскі, змішані. Складаються кістки з твердої речовини, що утворює поверх-невий шар, і губчатої речовини. Порожнини кісток та проміжки губ-чатої речовини заповнені кістковим мозком.

Сполучна тканина розміщена між різними органами, з'єднує їх, виконує опірну функцію, а також формує сухожилля, фасції, зв'язки. До складу сполучної тканини входять колагенові та еластичні волокна, які містять неповноцінні білки. Вміст сполучної тканини в туші варіює від 10 до 15%.

Із субпродуктів найбільше ціниться лівер (серце, легені, печінка), нирки, голова, язик, ноги, шлунок, кишки, вим'я, залози внутрішньої секреції.

Якість туші характеризують величина, форма, співвідношення в ній м'язової та жирової тканин, кісток, сухожиль, розміщення жиру, ступінь обезкровлення тощо. Певна величина і форма туші мають значення для м'ясокомбінатів, де механізми і прилади, призначені для розробки туші, стандартизовані.

Поживна цінність, смакові якості і кулінарне призначення різних частин туші неоднакові. Тому, туші ділять на так звані відруби і сорти. До першого сорту належать: спинна частина, філей, оковалок, кост-рець, огузок, грудинка; до другого – лопаточна і плечова частина, пахвина; до третього – заріз, передня і задня голінки. Бажаним типом м'ясної худоби вважають такий, від якого отримують туші з спів-відношенням передніх і задніх частин, близьким до 1:1.

Оцінку і облік м'ясної продуктивності проводять прижиттєво і після забою тварини. Прижиттєву оцінку проводять перш за все періодичним зважуванням тварин, за результатами якого визначають добові та щомісячні прирости живої маси. Крім того, розвиток м'ясних форм тварин визначають і за промірами висоти в холці, довжини тіла, обхвату грудей, напівобхвату заду тощо.

Ступінь вгодованості та здатності тварин до відгодівлі встановлю-ють зовнішнім оглядом та прощупуванням на тілі місць найбільшого відкладання жиру. Такі місця називають *шупами*. У великої рогатої худоби шупи такі: біля кореня хвоста, на сідничних горбах, у ділянці паху, на маклаках, поперековій частині, ребрах, на підгрудку. Для добре вгодованої тварини характерні округлі форми тіла, товста пухка шкура, блискучий волосяний покрив. Прижиттєва оцінка м'ясності худоби та сальності у свиней проводиться за допомогою сучасних тех-нічних засобів, оснований на використанні ультразвуку, електропро-відності та інших фізичних явищ. Забійний вихід у спеціалізованих м'ясних порід великої рогатої худоби доходить до 68–70% і більше,

у порід молочно-м'ясних – 55–60%, у спеціалізованих молочних – 45–50%.

При прижиттєвій оцінці м'ясної худоби велику увагу звертають на крупність, скороспілість, відгодівельні якості і молочність тварин. Наприклад, “Біла телиця” (фримартин) шортгорнської породи мала живу масу 1040 кг, бик Генерал герефордської породи мав живу масу 1539 кг, бугай Сільван, шаролецької породи – 1520 кг, плідник Могу-чий, симентальської породи – 1540 кг, кіанської породи – 1650 кг, бу-гай маркіджанської породи – 1825 кг.

Якщо раніше селекція в м'ясному скотарстві була спрямована на підвищення скороспілості та інтенсивного відкладання жиру у від-носно молодому віці (класичні англійські м'ясні породи), то в сучасних умовах більшу цінність набуває тип м'ясної худоби з інтенсивним ростом, у процесі якого у складі приросту переважав би синтез білка над жиром; з високою оплатою корму. У туші таких тварин міститься велика кількість м'яса і відносно мало жиру. Селекція на зменшення осалювання туш підвищила інтерес до давно відомого явища – доп-пельлендеризму. Це спадкова аномалія у великої рогатої худоби, для якої характерна гіпертрофія м'язів взагалі і особливо в задній третині тулуба. У доппельлендерів дещо видовжена голова, дуже масивний окорок, підтягнуте брюхо, надзвичайно розвинуті м'язи задньої частини тіла. Такі тварини мають ряд недоліків: корови і телиці – малоплідні, отелення у них важкі, часто при цьому використовують кесаровий розтин; плідники мають слабкий кістяк, анкілоз суглобів, але відтворна здатність у них нормальна. Доппельлендеризм часто зустрічається у породи шароле (Франція) і у п'ємонтської худоби (Італія). У сучасних програмах схрещування та виведення нових порід плідників-доппельлендерів використовують для ввідного схрещування.

На думку деяких вчених до доппельлендерів (“кулярам”) належать і свині породи п’єстрен (Бельгія, Франція). Вміст м’яса в ту-шах сучасних спеціалізованих м’ясних свиней досягає 57%. Однак, одностороння селекція на м’ясність зумовила ряд небажаних наслідків: зниження якості м’яса, слабка стійкість деяких ліній свиней до стресів, підвищена збудливість тощо.

Значну кількість м’яса отримують від молочних порід великої рогатої худоби. Якість м’яса від помісєй (молочні і молочно-м’ясні породи × на спеціалізовані м’ясні) досить велика, а при повноцінній годівлі не набагато поступається сучасним стандартам м’яса високих сортів (табл.27, 28).

Таблиця 27 – М’ясна продуктивність різних порід і їх помісєй у віці 18 міс.

Порода і помісі	Передзабійна жива маса, кг		Маса туші, кг	Забійний вихід, %	Вміст м’якоти в туші, %
Червона степова	418	231	60,4	81,3	
Шароле × червона степова	490	288	63,0	80,8	
Герефорд × червона степова	446	250	61,3	80,3	
Абердин-ангус × червона степова	429	238	60,2	81,5	
Санта-гертруда × червона степова	492	280	60,3	82,5	
Симентальська	484	264	59,2	85,7	
Шароле × симентальська	537	315	62,1	85,3	
Чорно-ряба	444	248	59,1	79,5	
Шароле × чорно-ряба	474	272	59,7	80,8	
Герефорд × чорно-ряба	505	287	64,1	83,5	

Таблиця 28 – М’ясні якості бугайців симентальської породи при різному рівні годівлі до 12-місячного віку

Показник	Високий рівень годівлі: з 3-х до 12-міс. віку, 1710 корм.од.	Помірна годівля: з 3-х до 12- міс.віку, 1246 корм.од.
Жива маса перед забоєм, кг	359,8	267,9
Маса туші, кг	191,3	142,0
Забійний вихід (туша і жир), кг	55,4	54,7
М’яса в напівтуші, %	78,5	74,5
Кісток в напівтуші, %	18,5	21,8

Для відгодівлі м’ясної худоби при середньодобових приростах 1 кг і більше на 1 кг приросту витрачалось 7–8 корм.од. Для підвищення ефективності використання тваринами поживних речовин корму при відгодівлі в раціон добавляють біологічно активні речовини: тканинні препарати за методом академіка В.П.Філатова з різних тканин і органів (сім’яники, селезінка, печінка); білкові гідролізати і амінопептиди; синтетичні амінокислоти (лізин, метіонін); СЖК; цитратна консервована кров; суха консервована плацента та ін.; біоміцин, кормовий грицин та інші антибіотики.

На м’ясну продуктивність впливає не лише рівень, але і тип годівлі. Концентрати підвищують швидкість, але зумовлюють прискорене відкладання жиру, потовщення м’язових волокон. Кращі результати отримують при оптимальному співвідношенні в раціонах грубих, зелених, соковитих кормів (70%) та концентратів (30%).

Велика рогата худоба дає два основних види м’яса: яловичину і телятину. Яловичину отримують з 4-х основних джерел: від спеціалізованих м’ясних порід, яких розводять виключно для цієї цілі, від бичків і телиць молочно-м’ясних порід; від робочих волів; від биків і корів, вирощених поверх необхідного ремонтного поголів’я. Відповідно, якість м’ясних продуктів зменшується у такій же

послідовності. Використовують також яловичину помісних тварин, отриманих від схрещування бугаїв спеціалізованих м'ясних порід з молочними коровами.

Поряд з явними перевагами м'ясного скотарства (використовується трава, відходи зернового господарства, малі затрати енергетики і праці), ця галузь має і недоліки: капітал тут довго зв'язаний (від народження до реалізації молодняку проходить 1,5–2 роки). Саме тому, виробництво яловичини бажано концентрувати у великих господарствах. Однак, у країнах з розвинутим тваринництвом, капіталообіг прискорюється тим, що невеликі ферми утримують корів і отримують від них телят; інші вирощують цих телят, а треті (відгодівельні господарства) – відгодовують. Така триланцюгова система зменшує вік забійних тварин, сприяє більш інтенсивному обігу капіталу. Оплата корму для молодих тварин значно вища, ніж для старих. Доведено, що на виробництво 1 кг харчового м'яса бичка у віці 18 міс. необхідно 11,7 кг сухої речовини корму, тоді як 3-річному бичку вже необхідно 25,5 кг. Зрозуміло, молодій тварині необхідно відносно більше концентрованого корму, ніж старій. Однак, фактична потреба в кормах тварин молодше 8 міс. невелика. Вигідніше годувати концкорми у цьому віці, ніж у більш пізньому.

Телятина. Виробляють два основних сорти телятини. Від спеціалізованих молочних корів телят забивають на м'ясо у віці декількох днів. Таку телятину переробляють переважно на ковбасних фабриках. Телят від молочно-м'ясних корів випоюють молоком до 3-місячного віку, потім реалізують на м'ясо.

Вівці. Баранина і ягнятина. Вік, у якому забивають овець на м'ясо, дуже варіює, залежно від економічних обставин, в основному, від ціни на м'ясо і на вовну. Там, де м'ясо є основним продуктом вівчарства, ягнят забивають через тиждень після народження і отримують м'ясо високої якості. Якщо основний продукт вівчарства – вовна, то баранів утримують протягом декількох років для виробництва вовни, але після забою їх туші використовують для технічних цілей. Помісних ягнят забивають у віці 16 тижнів при досягненні живої маси 17 кг.

Свині. Від свиней отримують три основних продукти: свіже м'ясо, бекон і топлене свиняче сало або шпиг. Який з цих продуктів і яким способом найбільш вигідно виробляти, залежить від багатьох обставин і економічної ситуації. Молоді тварини дають менше жиру і більше пісного м'яса, ніж старі. Білкові відходи вигідніше викорис-товувати для виробництва м'яса від молодих свиней, а вуглеводи вигідніше перетворювати в жир. Там, де є надлишок молочних відвіток і мало зерна, виявляється найбільш вигідною відгодовля свиней із забійною масою 32–41 кг, тому що в такому разі найбільш ефективно перетворення білка у м'язову тканину. У господарствах з достатньою кількістю кормів, в т.ч. білків тваринного походження і зернових кормів, найбільший прибуток може дати беконна відгодовля. У США, м'ясні свині мають живу масу 113–136 кг і переробляються на кон-сервних заводах, причому, черевну частину туші переробляють на бекон, поперек вирізають і продають як свіже м'ясо (порок), надлишки жиру перетоплюють, або використовують як добавку до інших продуктів (до ковбаси).

Питому вагу кісток у туші в наукових експериментах встановлюють при обвалуванні, а на практиці частіше визначають вихід кіс-ток по масі нижніх частин кінцівок, так званих ніжок (у свині). У свиней маса ніжок корелює з масою кісток у напівтуші на рівні $+0,69 \pm 0,1$; у великої рогатої худоби коефіцієнт кореляції між масою 4-х ніжок і загальною масою кісток у туші становить $+0,952$.

Як показник м'ясності, вивчають площу найдовшого спинного м'яза (мускулус лонгісїмус дорсі) на розрубі після 13-го ребра і відкладання жиру на поверхні цього м'яза. Площу розрізу вимірюють за допомогою прозорого листа пергаментного паперу, який накладають на всю поверхню розрубу. Межу поверхні м'яза і поверхні сала обводять. На кожному листі вказують номер тварини, його походження і час забою. Розрахунки ведуть за допомогою планіметра (або підрахуванням квадратів на міліметровому папері). Значення цих показників характеризується такими кореляціями (для свиней):

1. Як критерій м'ясності – площа перетину мускулус лонгісїмус дорсі $\times$ кількість м'яса в напівтуші = $+0,626 \pm 0,05$; площа перетину вказаного м'яза $\times$ довжина туші = $+0,665 \pm 0,012$.

2. Як критерій відкладання жиру – відкладання жиру на поверхні м'яза $\times$ вміст жиру в напівтуші = $+0,742 \pm 0,03$.

3. Як критерій співвідношення жиру і м'яса – відношення площі жиру і площі м'яса $\times$ відношення жиру і м'яса в туші = $+0,794 \pm 0,027$.

Птиця, як виробник м'яса. Білок м'яса птиці містить багато амінокислот, які зумовлюють біологічну і поживну цінність продукту. Смак тонковолокнистого і білого м'яса птиці помітно відрізняється від смаку м'яса інших видів сільськогосподарських тварин, тому в багатьох країнах світу споживання м'яса птиці на душу населення досягає 16–20 кг за рік.

МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ

Молоко і мед – найбільш повноцінні біологічні продукти харчування людини. Саме тому ці продукти взяті за стандарт при створенні синтетичних продуктів їжі, або замінників природних речовин.

Самки ссавців, яких спеціально не доять, продукують стільки молока, скільки його необхідно для вирощування приплоду. Вироблене ними молоко не є товарним продуктом. До таких тварин належать корови м'ясних спеціалізованих порід, свині, кролі, кобили, вівці.

Молоко містить жир, білок, молочний цукор, вітаміни, мінеральні речовини тощо. У жирі молока корови містяться: 1) нелетючі жирні кислоти – пальмітинова (16,9–52,1%), міристинова (4,5–30,7%), стеаринова (2,0–6,2%), лауринова (3,0–4,0%); 2) ненасичена жирна кислота – олеїнова (27,0–42,8%); 3) летючі жирні кислоти – масляна (3,4–5,0%), капронова (1,7–3,0%), каприлова (0,15–2,9%), капринова (майже 3%).

Білок містить казеїн, альбуміни і глобуліни. Казеїн, крім молока, більше у природі не зустрічається. У молоці містяться вітаміни А, Д, Є, В₁, В₂, В₆, В₁₂, С. З них вітамін С нестійкий, В₁ малостійкий до нагрівання, а вітаміни В₂ і В₆ нестійкі до світла.

З коров'ячого молока виробляють вершки, масло, сири, кисломолочні продукти (кисле молоко, кефір, вершки, сир м'який), морозиво (вершкове і пломбір), молочні консерви (згущене молоко і молочний порошок), а також побічні продукти: відвійки, молочну сироватку, маслянку та ін. Молоко кіз використовують у свіжому вигляді та для гострих сирів. Із овечого молока готують не лише бринзу, але і сири високої якості (рокфор). З молока кобил готують кумис – цілющий напій (протитуберкульозний засіб).

Молоко тварин різних видів має різний хімічний склад і у перші дні життя приплоду – це єдине джерело харчування у ссавців (табл.29).

Таблиця 29 – Склад молока тварин різних видів

Тварина	Вміст речовин, %							
	вода	суха речовина	жир	протеїн	казеїн	альбуміни, глобуліни	молочний цукор	зола
Корова	87,6	12,4	3,4	3,5	3,0	0,5	4,6	0,7
Зебу	86,1	13,8	4,8	3,0	-	-	5,3	0,7
Буйволиця	82,7	17,1	7,8	5,9	5,3	0,5	4,5	0,7
Коза	86,9	13,1	4,1	3,7	2,6	1,1	4,4	0,8
Вівця	83,8	16,4	6,2	5,1	4,2	0,9	4,1	0,9
Лама	86,5	13,4	3,1	3,9	3,0	0,9	5,6	0,8
Верблюдиця	88,2	11,7	2,5	3,6	-	-	5,0	0,6
Північ.олениця	64,2	35,7	19,7	10,9	8,7	2,2	2,6	1,4
Кобила	89,3	9,8	1,6	2,5	1,6	0,9	6,1	0,5
Ослиця	91,2	8,8	1,1	1,5	0,9	0,6	6,0	0,4
Свиня	82,6	17,4	7,0	5,5	3,8	1,7	4,0	0,9
Кролиця	67,8	32,3	16,0	12,0	9,2	2,9	2,0	2,2
Кит	46,7	53,3	44,0	-	7,0	-	1,8	0,5
Як	82,0	18,0	6,5	5,0	-	-	5,6	0,9
Собака	79,2	20,8	8,5	7,4	-	-	3,7	1,2

Молоко зі всіма його складовими компонентами синтезується у клітинах секреторного епітелію, який вистилає внутрішню порожину альвеол молочної залози і протоків, що виходять з альвеол. Секреторний епітелій вистилає також молочні трубки, які є і в теличок. Цим пояснюється факт можливості роздою нетільних телиць при масажуванні молочної залози, але отриманий за такої обставини секрет молочної залози нерівноцінний за своїм складом нормальному молоку.

Утворення молока і виведення його з вим'я є складним секреторним процесом, що регулюється нервовою системою і гормонами. Всі необхідні речовини, з яких синтезується молоко, доставляються в

альвеоли кров'ю. Для утворення 1 л молока необхідно, щоб через кровоносні судини вим'я пройшло 400–500 л крові. Це означає, що навіть у середньопродуктивної корови проходить через вим'я 5–6 т крові за добу.

Лактація (або лактаційний період) – це інтенсивне виділення молока протягом часу від родів до припинення утворення молока у вим'ї.

Запуск – момент припинення синтезу молока.

Сухостійний період – період часу від запуску до настання нових родів. Тривалість лактації у тварин різних видів і порід неоднакова. Чим більший період часу від отелення до запліднення, тим більша тривалість лактації.

Графічне зображення величини добових або місячних надоїв на протязі лактації називають *лактаційною кривою*. На величину надою за лактацію впливає ряд факторів – фізіологічних, спадкових, кормових тощо, які зумовлюють підвищення молочної продуктивності до певного максимуму на початку лактаційного періоду, а потім поступове зменшення і різке падіння в кінці лактації. Максимальний добовий надій молока отримують у більшості випадків наприкінці 1-го і на початку 2-го місяця лактації.

Величина молочної продуктивності за лактацію залежить від максимального надою, який дає корова за добу або за місяць, а також від стабільності його на протязі лактації. Якщо величина максимального надою у однієї корови 30 кг за добу, а в іншої – 40 кг, але перша корова утримувала цей надій протягом 120 днів, а друга – протягом 60 днів, то в остаточному підсумку корова з відносно меншим, але стабільним надоєм, в цілому за лактацію може дати більш високий надій. Тому в багатьох племзаводах селекціонери ведуть відбір високопродуктивних корів з урахуванням стабільності їх лактаційної кривої.

Стабільність лактаційної кривої визначають багатьма способами: 1) відношення надою наступного місяця у процентах до попереднього з врахуванням середнього процента (коефіцієнт стабільності лактації, або її відрізка); 2) відношення надою за лактацію (або за 305 днів) до вищого добового, або вищого місячного надою; 3) відношення величини фактичного надою до вищого добового, помноженого на число днів лактації (так званий індекс форми лактаційної кривої ІФ, по Веселовському В.Б.): $ІФ = \frac{\text{Фактичний надій}}{(\text{Вищий добовий надій} \times \text{число днів лактації})} \times 100$; 4) індекс стабільності (ІС) лактації (по Віннічуку Д.Т.): $ІС = 10 \left[\frac{\text{Вищий місячний надій} - \text{середній міс. надій}}{\text{Фактичний надій за лактацію}} \right] \times 10 \times К$ (коефіцієнт величини фактичного надою). Наприклад, якщо надій 7200 кг за лактацію, то $К = 7,2$ і т.д. У даному випадку визначають стабільність надоїв протягом лактації з урахуванням рівня молочності, наприклад, 5 ... 7 ... 10 тис. і т.д.

Фактори, які впливають на рівень молочної продуктивності. Молочна продуктивність корів варіює у досить широких межах: від 1000 до 25000 кг і більше. Ці відмінності в надоях зумовлені умовами вирощування молодняку, годівлі, утримання, рівнем селекційно-племінної роботи у стаді, племінної цінності корів і бугаїв тощо. Потенційні генетичні можливості наших вітчизняних порід досить високі, що підтверджують надої корів у кращих господарствах (табл.30).

Таблиця 30 – Залежність надою чорно-рябих корів по 1 лактації від структури їхнього генотипу у кращих товарних стадах (Басовський М.З., 1993)

Структура генотипу корів	n	Генетичний потенціал по надою, кг	Фактичний надій, кг	Ступінь реалізації генетичного потенціалу, %
Чорно-ряба порода	264	5500	3686	67
Помісі по голштині:				
до 25%	390	6125	3680	60
25,2–50%	791	6750	3462	51,2
50,1–75%	661	7375	3430	46,5

Генетичний потенціал продуктивності визначають експериментально, а також на підставі популяційно генетичних розрахунків (по Басовському М.З., 1993) у чистопородних і помісних тварин. Розрізняють генетичний потенціал популяційний, породний, груповий, сімейний, індивідуальний.

Сучасне поголів'я молочної худоби в результаті схрещування її з голштинськими бугаями має досить високий генетичний потенціал за надоем молока. Але умови середовища не дозволяють його реалізувати. Згідно з даними таблиці 30, ступінь реалізації генетичного потенціалу голштинських чорно-рябих помісей складає в середньому біля 50%. Місцева худоба хоча і має набагато нижчий генетичний потенціал, фактичний її надій в аналогічних умовах середовища перевищує рівень продуктивності помісей. Тобто, чорно-ряба худоба більш пристосована до місцевих умов середовища.

Породні та індивідуальні особливості корів. Спеціалізовані молочні породи (голштинська, айрширська, чорно-ряба та ін.) мають характерний тип будови тіла з добре розвинутою молочною залозою. Обмін речовин у таких тварин спрямований лише на синтез молока, тому рекордні показники продуктивності отримані серед корів молочного напрямку продуктивності. Наприклад, світова рекордистка по молочності Бічер Арлінда Еллен голштинської породи США за 305 днів 4-ї лактації дала 25248 кг молока жирністю 2,8% (713 кг молочного жиру, вищий добовий надій 88,7 кг). Чорно-ряба корова Волга за 305 днів лактації (Росія) дала 17517 кг молока жирністю 4,2% (вищий добовий надій 77 кг, жива маса 700 кг). Корова Лютка, симентальської породи (Україна) по 5-й лактації за 305 днів дала 13037 кг молока жирністю 4,85%. Дуже високу жирність молока мала корова гернсейської породи Фасінейшн (Великобританія): 8–5946– 10,58%. Симентальські рекордистки також мали досить високу жирність молока: Фокусна (6– 14153–4,16%).

Вищий добовий надій характеризує потенційні можливості молочної худоби, тому що на цей показник меншою мірою впливають умови зовнішнього середовища, ніж, наприклад, на надій за 305 днів лактації. Світовою рекордисткою за показником добового надою була корова Убре-Бланка (Куба), яка дала за добу 110,9 кг молока, жирністю 4,2%.

Прижиттєвий (або сумарний) надій – це надій за всі лактації протягом усього життя корови. Цей показник характеризує конституціональну міцність тварини, добре здоров'я, стійкість до захворювань, регулярну плодючість. Система селекції корів на продуктивне довго-ліття в зарубіжній літературі не публікується у повному обсязі. Однак, ефективність такої селекції цілком очевидна. Наприклад, у США в нуклеарній (племінній) частині голштинської породи нараховується більше 6800 корів з валовим прижиттєвим надоем більше 90 тис. кг молока, причому, чисельність таких корів з року в рік збільшується. До числа світових рекордисток по валовому надою відносять: голштинську корову О-Вин Мастерпис, яка дала 152100 кг молока, голландську корову Грейсфул – 140000 кг молока; голштинську Пон-тиак-Корндайк – 139150 кг. Знаменита Брізвуд Петсі Біч Понтіак 6174402 мала оцінку екстер'єру 93 бали, в 2-річному віці мала надій за 365 днів 21546 кг молока жирністю 4,7% (кількість молочного жиру – 1012 кг), а її прижиттєва молочна продуктивність становила 180690 кг молока середньою жирністю 4,5% і кількістю молочного жиру 8123 кг. В США продуктивний період використання голштинських корів становить 1532 дні (4,2 роки). За цей період від них отримують в середньому 16538 кг молока (646 кг молочного жиру), або 13,5 кг молока за один день.

Серед симентальських корів України рекордний показник має корова Королька 1157, яка за 14 лактацій мала валовий надій 104584 кг молока жирністю 3,42%; Муза 6197 відповідно: 15–92408–3,90%; Угода 4573: 9–87613–3,82% (краща лактація –6–10315–3,75%) (табл.31).

Таблиця 31 – Молочна продуктивність корів різних порід у кращих господарствах України (1990-1991 рр.)

Господарство	Порода	Кількість корів	Середній надій на корову за рік, кг
Центральне племпідприємство, м. П.-Хмельницький	чв.-р.	120	9142

Вінницьке НПО “Еліта”	чв.-р.	258	7367
ДПЗ “Україна” Вінницького р-ну	“	250	6625
ДПЗ “Колос” П.-Хмельницького р-ну Київської обл.	“	600	5457
Племзавод КСП “Перемога” П.-Хмельниць- кого р-ну	“	300	5533
ДПЗ “Шамраївський” Київської обл.	“	460	5154
Племзавод “Коробівський” Черкась- кої обл.	“	320	5244
Племзавод “Маяк” Золотоніського р-ну Черкаської обл.	“	640	5105
Племзавод “Христинівський” Черкась- кої обл.	“	570	5847
Племгосп “Росія” Христинівського р-ну Черкаської обл.	сим.	400	5264
Племгосп “Дніпро” Черкаського р-ну	чв.-р.	800	6192
Агрофірма “Білозір’я” Черкаського р-ну	“	770	6280
Племзавод КСП “Маяк” Шполянського р-ну Черкаської обл.	ч.-р	500	5291
ДПЗ “Тростянець” Чернігівської обл.	чв.-р	700	6225
Племзавод “10-річчя Жовтня” Прилуць- кого р-ну Чернігівської обл.	“	500	5682
Племзавод “Науковий” Дніпропетровсь- кої обл.	ч.-р	400	8610
Племзавод “Чумаки” Дніпропетровської обл.	ч.-р	450	8606

Стабільність показників продуктивності відображає гармонічну взаємодію всіх систем організму тварин, що, безумовно, спадково обумовлено. Тривалість використання корів в основному є спадковою ознакою. Дослідження майже 6000 симентальських бугаїв, 3000 – чорно-рябих, 4500 – червоної степової, 450 – лебединської і 150 – бурої карпатської показують, що кількість плідників симентальської породи, які досягли віку 10 років і старше, в племоб’єднаннях України перевищила 10,5%, червоно-рябої – відповідно 6,1; червоної степової – 13,5; лебединської – 7; бурої карпатської – 15,4%. Найменша тривалість використання була у бугаїв чорно-рябої породи: до 5-річного віку вибуло 49,9%.

Кількість молочного жиру за рік (365 днів, 305 днів лактації) вираховують діленням кількості 1%-ного молока за лактацію на 100. Найбільшу кількість молочного жиру мають високомолочні корови з підвищеною жирністю молока (4% і більше). Для порівняння корів за енергетичною цінністю молока використовують показник (КМ)

4%-ного за жирністю молока, який вираховують за формулою:

$$KM = (M \times 0,4) + (Ж \times 0,15),$$

де М – кількість молока; Ж – кількість жиру в молоці, кг.

Прогнозований надій вираховують у тих випадках, коли відомі показники продуктивності за окремий відрізок лактації. Отриманий надій за певний період лактації множать на статистично вирахований коефіцієнт, який обчислюють по великій за чисельністю групі тварин. Прогнозований надій точніше характеризує не окрему тварину, а групу тварин. Наприклад, відомо, що корова має вищий добовий надій 25 кг молока. Очікуваний надій за всю лактацію буде 5000 кг молока 25×200 (коефіцієнт Вільсона). Якщо користуватися коефіцієнтом Тернера (надій за 305 днів лактації ділять на вищий місячний надій), то при місячному надії 900 кг прогнозований надій за лактацію становитиме майже 7000 кг молока.

Для порівняння молочної продуктивності корів різного віку вираховують прогнозований надій, скоректований на вік, використо-вуючи такі коефіцієнти: надій первісток множать на 1,33 і отримують можливий надій за повновікову лактацію (3-ю), а показники корів другого отелення множать на коефіцієнт 1,11.

Крім індивідуальної оцінки корів по молочній продуктивності, вираховують надій по стаду, середній надій на фуражну корову. До кількості фуражних корів включають всіх корів, які перебувають у

стаді, і корів, які отелились вперше. Для визначення середньорічного надою на фуражну корову валовий надій молока за рік по стаду ділять на середню за рік кількість фуражних корів.

Вміст білка в молоці і його валове виробництво в більшості країн світу набуває важливого економічного значення, тому що в останні роки спостерігається стійка тенденція переорієнтації споживача на використання нежирних високобілкових продуктів, наприклад, різних сортів сиру, м'яса птахів. Повноцінність білка молока за багатьма показниками значно вища, ніж білка м'яса яловичини.

Селекція корів на підвищення вмісту жиру в молоці певною мірою забезпечує одночасне відносне збільшення і вмісту білка, але лише до певної межі, генетично зумовленої для кожної породи. Як правило, при жирності молока 3,8% спостерігається різке зменшення темпу приросту у молоці білка. Тому доцільно селекцію корів вести одночасно за двома ознаками (жир + білок), намагаючись наблизити показники білка до підвищеного вмісту жиру. Деякі аборигенні породи мають більш високий вміст білка в молоці, ніж жиру. Симен-тальська порода давно відома, як продуцент якісного молока для виробництва цінних сортів сиру.

У корів голштинської породи вміст білка в молоці корів становить 2,8–3,0%; чорно-рябої – 3,0–3,3%; айрширської – 3,2–3,5%; симентальської – 3,2–3,6%; джерсейської – 3,8–4,1%. Але в межах кожної породи є тварини з низьким і високим вмістом білка в молоці. Крім спадкових факторів на вміст білка в молоці корів впливає ряд інших факторів: вік корови, період лактації, тільність, умови годівлі, кратність доїння, сезон отелення, рівень білкового забезпечення раціону тощо.

Особливу цінність молочного білка має вміст у ньому в опти-мальній кількості незамінних для харчування людини амінокислот (триптофан, фенілаланін, метіонін, лізин, валін, треонін, ізолейцин і лейцин). Крім білка до основних якісних показників молока належать: вміст у ньому жиру та сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ).

Жирномолочність корів – важлива ознака в комплексній оцінці тварин. При збільшенні вмісту жиру в молоці підвищується його поживна цінність, окупаються енергетичні затрати на переробку молока. Жирність молока у різних корів варіює у значних межах – від 1,8 до 10%. Але на відміну від рівня молочності, на жирність молока фактори зовнішнього середовища впливають значно менше (коефіцієнт варіації 5–9%). Головні фактори, які зумовлюють величину жирномолочності, є спадкові, породні та індивідуальні особливості. Для кожної породи встановлені стандарти по вмісту жиру в молоці (%): чорно-ряба – 3,6; червона степова – 3,7; айрширська – 4,2; червоно-ряба – 3,6; симентальська – 3,8; джерсейська – 5,6%.

У більшості випадків у спеціалізованих молочних корів при підвищенні надоїв зменшується вміст жиру і сухих речовин у молоці. Однак, ця закономірність характерна для багаточисельних груп тварин, а окремі корови можуть поєднувати високу молочність з таким же високим вмістом сухих речовин молока, в т.ч. і жирністю, і ця властивість передається по спадковості потомству. В кожній породі відомі родини корів, які протягом 3–4 поколінь стійко передавали потомству високі показники молочності і вмісту жиру в молоці.

Вміст жиру в молоці можна суттєво підвищити за 2–3 покоління тварин у породі в цілому, якщо із покоління в покоління використо-вувати бугаїв-поліпшувачів за даною ознакою. Таким методом нідерландські селекціонери підняли жирність молока чорно-рябої породи з 3,2% до 4%. В ФРН англєрська порода поєднує високу молочність 5–6 тис. кг за лактацію з підвищеним вмістом жиру 4,7% і білка 3,7%.

Вплив тільності на молочну продуктивність корів особливо відчутний на 5-му місяці внутрішньоутробного розвитку плода. У більшості випадків – це 6–7-ий місяць поточної лактації, якщо корову осіменили через 50–60 днів після отелення. Дуже тривалі сервіс-періоди (100–130 днів) зменшують валовий надій від корови за кілька років, а також зумовлюють недоодержання нормальної кількості приплоду за весь період використання корів. Бажано щорічно від корови отримувати телят, тобто, протягом календарного року доцільно мати приплід від кожної матки.

Запуск корів і тривалість сухостійного періоду повинні постійно бути під контролем спеціалістів. Тривалість сухостою регулюють залежно від очікуваної дати отелення і величини майбутнього надою. Мінімальна тривалість сухостою – 25–30 днів. Для корів з надоєм 3–4 тис. кг молока за лактацію, сухостійний період може становити 30–40 днів. Високопродуктивним коровам (5–6 тис. кг молока і більше за лактацію) збільшують тривалість сухостою до 60 днів. Коровам з рекордними надоями необхідно забезпечити більш тривалий сухостійний період 70–80 днів. Спеціальними дослідженнями встановлено, що по-довження тривалості сухостою зверх 80 днів не сприяє збільшенню надоїв у корів.

У період сухостою ветеринарні фахівці контролюють стан здоров'я молочної залози, особливо за 4–6 днів до очікуваної дати отелення. В раціон годівлі корови поступово вводять корми, на основі яких буде проводитись авансування високих добових надоїв молока і підготовка мікрофлори рубця до введення великої кількості тих кормів, які складатимуть базу раціону цієї корови після отелення (високоякісне сіно, силос, коренебульбоплоди, концентрати та ін.).

Облік молочної продуктивності ведуть по-різному. У більшості країн облік ведуть спеціалісти з контрольних товариств, або союзів. Облік ведеться систематично на протязі всієї лактації через певні проміжки часу (через кожні 7, 10 або 30 днів). Найбільш доцільним є 10-денний інтервал часу. Жирність молока визначають 1–2 рази в місяць, краще з середньої проби молока за 2 суміжні дні. Середню жирність молока за рік, або за лактацію вираховують так: жирність молока за кожний місяць лактації множать на величину надою відповідного місяця і отримане 1%-не молоко сумують за 10 місяців; цю суму 1%-ного молока за 305 днів лактації ділять на фактичний надій молока за дану лактацію і отримують середній показник жирності молока за лактацію або рік.

ЯЄЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ

У більшості країн світу качок, гусей, індиків розводять для виробництва м'яса, хоча деякі породи качок (наприклад, хакі-кемпбел) мають досить добру несучість. Курей же використовують переважно для виробництва яєць. Однак, збільшення попиту на біле м'ясо та індустріальні методи відгодівлі птиці різко підвищили значення спеціалізованих порід курей як виробників м'яса.

Несучість і величина яєць. Як міру несучості використовують продукцію яєць за певний проміжок часу, приблизно за рік. В окремих випадках враховують також загальну масу відкладених яєць. Однак, кількість і маса яєць – показники генетично незалежні один від одного, тому при селекції їх також враховують окремо.

Вперше контрольні гнізда були сконструйовані і використані в Австрії у 1879 р. Спочатку враховувалась кількість яєць, відкладених за рік, причому рік починався або з певної дати, наприклад, з

1 жовтня, або з першого відкладеного яйця. Американський генетик Ф.Б.Хатт (1947), спеціаліст по птиці, запропонував враховувати несучість до віку 500 днів. Цей метод має певні переваги над іншими: при цьому враховується і статеві зрілість, що дозволяє безпосередньо порівнювати групи несучок різних дат виводу, різного походження тощо. Для визначення індивідуальної несучості за допомогою контрольних гнізд необхідно ввести 4 контрольні дні на тиждень. Якщо враховують продуктивність групи (родини), то достатньо одного або двох контрольних днів на тиждень.

Порівняно з несучістю, маса яєць має більш високу повторюваність, тому для визначення маси яйця в окремої несучки можна використати два контрольних зважування 2–4 яєць.

В сучасному птахівництві племінний відбір ведеться у більшості випадків на основі скороченої продуктивності, тобто, по несучості за першу половину року яйцекладки. Коефіцієнт успадкованості був майже таким (0,7), як і за всю річну продуктивність (0,85), що забезпечує ефективність відбору.

Вплив факторів зовнішнього середовища. Кури досягають максимального рівня несучості вже на першому році яйцекладки. Кращими несучками є середні по величині кури. У більш крупних курей виявляється негативна генетична кореляція між несучістю і величиною тіла.

На статеву зрілість великий вплив має строк вилуплення. При ранніх строках вилуплення (січень–лютий) птиця росте в умовах подовженого світлового дня і досягає статевої зрілості швидше. Кожному запізненню вилуплення на 2 дні після першого березня відповідає збільшення віку статевої зрілості курки на один день. Облік дати вилуплення особливо важливий при порівнянні несучості окремих груп за методом контрольних років. Контрольний рік починається з певної дати, наприклад, з першого жовтня.

До факторів зовнішнього середовища, які мають найбільший вплив на несучість, належать умови годівлі та освітлення, а також гігієна і мікроклімат у приміщеннях (температура 10–20°C). Якщо кури починають нести дуже рано, не досягнувши своїх нормальних розмірів, вони несуть дрібні яйця. Дуже ранній початок яйцекладки негативно впливає на наступну продуктивність та стійкість організму до захворювань.

У період яйцекладки необхідно за всіх обставин не допускати скорочення світлового дня і навіть збільшувати його тривалість при штучному освітленні. Вважають доцільним вирощувати птицю в

умовах 6-годинного світлового дня до віку 18–20 тижнів, потім тривалість дня кожного тижня збільшують приблизно на 20 хв. Використання цієї системи дає прибавку до 30 яєць на несучку, але при цьому зменшується величина яєць.

Генетично зумовлена мінливість несучості. До генетично зумовлених ознак належать: статева зрілість, інтенсивність яйцекладки, інстинкт насиджування та ін.

1. Статева зрілість (вік при відкладанні першого яйця). Ско-ро-спілі породи птиці мають більшу продуктивність, ніж пізньоспілі. Коефіцієнт успадкованості статевої зрілості оцінюють від 0,15 до 0,30.

2. Інтенсивність яйцекладки, яка визначається кількістю яєць в розрахунку на несучку (n = днів) за певний період, наприклад, з жовтня по грудень або з січня по березень.

3. Вираженість інстинкту насиджування. У сучасних несучих по-рід цей інстинкт в основному елімінований. Період насиджування зумовлює в середньому втрату несучості протягом 16 днів. Інстинкт насиджування проявляється під дією гормону пролактину і значною мірою зумовлений генетично.

4. Зимові паузи, яка в нормі визначається як перерва в яйце-кладці більш ніж на 7 днів, не зв'язана з насиджуванням. Відрізнити зимову паузу від нормально наявних перерв у яйцекладці досить складно.

5. Постійність (стабільність) яйцекладки до кінця року. З нас-танням линьки яйцекладка припиняється, тому рання линька зумовлює зменшення несучості. Час настання линьки має індивідуальну варіабільність. Деякі особини линяють у розпал літа, інші – не почи-нають линьки до пізньої осені або зими. Подовження світлового дня затримує строки линьки. Норма реакції на подібні зовнішні умови у окремих організмів і груп зумовлена генетично.

Постійність (стабільність) яйцекладки можна підвищити шляхом селекції на несучість протягом 500 перших днів життя. Кореляція між несучістю протягом першого і другого року яйцекладки висока, тому відбір за результатами 1-го року буде ефективним. Коефіцієнт успадкованості несучості для птиці за перші 500 днів або за період 1-го року яйцекладки становить 0,25–0,35.

Величина яєць. Від загальної маси яйця (50–60 г), жовток складає 28–31%, білок – 58–61% і шкаралупа – 10–11%. Частка жовтка у дріб-них яйцях відносно більша, ніж у крупних. Кореляція між загальною масою яйця і масою жовтка становить майже 0,54; відповідно масою білка – 0,90. Розміри тіла курки впливають на величину яєць. Молодки відкладають більш дрібні яйця. Збільшення маси курки на 100 г зу-мовлює підвищення маси яйця у наступні місяці яйцекладки в серед-ньому на 1,75 г. З підвищенням температури до 20–25°C величина яєць зменшується. При всіх інших умовах яйця середньої величини мають кращі показники виводимості курчат. При схрещуванні ліній, або порід з різною величиною яєць, потомство першого покоління по величині яєць займає проміжне місце.

Якість яєць. До якісних ознак, згідно з якими доведений вплив генетичних факторів, належать: форма яєць, якість і забарвлення шкаралупи, консистенція білка, кров'яні і м'ясні плями тощо.

Форма яєць має певне значення для їх механічної стійкості. Форму визначають за допомогою індексу, який відображає відно-шення найбільшої ширини до довжини яйця. Більшість значень цього індексу знахо-диться в межах 70–80. Задовільними вважають 72–76, оптимальним – 74. Форма яєць також може змінюватись від овальної до грушовидної, залежно від того, в якому місці найбільша ширина пересікає довжину. На основі кореляції “мати-дочки” успадкову-ваність індексу форми яйця варіювала від 0,15 до 0,6.

Забарвлення яєчної шкаралупи зумовлене пігментом порфірином, який ідентичний гемоглобіну. Колір жовтка не має ніякого відношення до кольору шкаралупи та якості білка і жовтка, але деякі споживачі надають перевагу коричневим, або злегка кольоровим яйцям. Мін-ливість забарвлення шкаралупи значною мірою зумовлена генетично. Деякі південноамериканські породи відкладають яйця з голубою, або зеленою шкаралупою.

Якість шкаралупи є дуже важливим товарним фактором, а отже, селекційною ознакою. Оцінити якість шкаралупи намагаються різни-ми способами. Товщину її вимірюють мікрометром, міцність – відпо-відним навантаженням, проникність – визначенням рівня випарову-вання води при постійній температурі та вологості повітря.

Є точний метод для визначення міцності шкаралупи. Для цього готують розчини кухонної солі різних концентрацій, наприклад, з питомою вагою 1,07; 1,075; 1,08; 1,085; 1,09 і т.д. та визначають, в якому розчині яйце ще тримається на поверхні. При питомій вазі яйця 1,08 частка шкаралупи становить 10%, при питомій вазі менше 1,07 частка шкаралупи недостатньо висока, тому міцність її зменшується. На міцність шкаралупи впливають і зовнішні фактори: вміст у кормі солей кальцію та вітаміну Д, проте

доведено також і вплив генетичних факторів. Наприклад, легторни мають завжди більш міцну шкаралупу порівняно з яйцями масивних порід. Коефіцієнт успадковуваності якості шкаралупи за даними різних авторів варіює від 0,25 до 0,60.

Забарвлення жовтка визначається також вмістом каротину, але головним чином вмістом ксантофілу, і значною мірою залежить від вмісту цієї речовини у кормі. Тому добавка люцернової муки в корм птиці сприяє пігментуванню жовтка. Успадковуваності цієї ознаки оцінюють приблизно 0,15.

Великого значення надають *консистенції білка*, у якому розрізняють декілька шарів. Яєчний жовток оточений спочатку тонким шаром густого білка, який на обох полюсах переходить у так звані халази. Далі йде шар відносно рідшого білка, який знову оточений щільним шаром густого білка. Сам зовнішній шар складається з рідкого білка. Бажано, щоб зовнішній густий шар становив основну масу яйця. За допомогою сита можна розділити рідкий і густий білок та зважити ці фракції. Частка густого білка при зберіганні зменшується, тому яйця необхідно досліджувати у той же день, коли вони були відкладені. Частка густого білка може змінюватись в широких межах – від 45 до 90%, при середньому значенні 62%. Коефіцієнт успадковуваності показників консистенції білка змінюється від 0,2 до 0,5.

Кров'яні та "м'ясні" плями зустрічаються переважно в граничному шарі між жовтком і білком. Кров'яні плями можуть бути дуже великими за розміром. Вони виникають при невеликих виливах під час овуляції, а "м'ясні" зумовлені пошкодженням слизової оболонки яйцепроводу. "М'ясні" плями флуоресціюють в ультрафіолетових променях, кров'яні – не флуоресціюють. Тенденція до утворення таких включень зумовлена генетично, причому "м'ясні" і кров'яні плями зумовлені різними спадковими задатками. Селекція курей за цими ознаками дає разючі результати – через 5–6 поколінь можна знизити частоту кров'яних плям до мінімуму у білих легторнів. Успадковуваність цих ознак сягає показника 0,5.

Виводимість яєць птиці. Не встановлено високої кореляції між показниками виводу курчат з яєць у матерів і їх дочок, тому більшість вчених вважають, що вивід запліднених яєць залежить від багатьох генетичних факторів і факторів зовнішнього середовища. Дуже крупні, або дуже дрібні яйця мають гіршу виводимість, ніж яйця середні за розміром. Експериментально встановлено, що при масі яєць легторнів, в середньому, 46–64 г вивід становив 87%, при зменшенні маси до 46 г вивід знизився до 80%, а для яєць масою, яка перевищувала 64 г – лише 71%. Яйця, відкладені в середині циклу яйцекладки, мали більш високу виводимість.

На ефективність виводу яєць впливають летальні фактори, яких уже відомо більше 20, і в першу чергу вони зумовлюють ненормальний розвиток зародків. Більшість цих летальних і напівлетальних генів мають рецесивний тип успадкування і можуть проявитись при тісному інбридингу у вигляді зниженого процента виводу курчат. Коефіцієнт успадковуваності виводу курчат становив 0,13, у індікат – 0,26.

Життєздатність – це спадково зумовлена здатність тварин протистояти негативним діям зовнішнього середовища (наприклад, висока-низька температура, вологість повітря, захворювання тощо). Тому, поряд з селекцією на високу несучість, необхідно звертати особливу увагу і на життєздатність. Експериментальні дані показують, що значного зменшення смертності птиці можна досягти селекційними методами. Наприклад, у білих легторнів за 4 роки зменшили смертність з 40% до 20,1%. Коефіцієнт успадковуваності життє-здатності в перший рік яйцекладки варіював від 0,08 до 0,13.

Встановлена тісна залежність між інтенсивністю росту і оперенням: швидкоростуча птиця у віці 8 і 12 тижнів краще і повніше заростає пір'ям, ніж повільно ростуча. Як критерій швидкості оперення розглядають наявність шести і більше добре розвинутих махових пір'їн уже в одноденних курчат. Курчата крупних порід оперяються швидше, ніж легких. Здатність до швидкого оперення особливо ціниться у м'ясних курчат, бо при цьому отримують тушки без пеньків. Такі тушки більш високо ціняться у споживачів.

Коефіцієнт успадковуваності живої маси птиці у 8–12-тижневому віці становить майже 0,30; згідно даних деяких авторів – 0,43; в 70-денному віці – 0,50. Жива маса птиці позитивно корелює з багатьма промірами тіла.

Ритмічність і циклічність яйцекладки. Продуктивність домашньої курки в 10–12 разів більша від її предка – дикої курки. У курей, які щоденно несуться, овуляція настає через півгодини після того, як було відкладене попереднє яйце. Тривалість перебування яйця в період його формування у яйцеводі становить 23–24 години. Але утворення яєць та їх відкладання проходить не рівномірно, а в певному *ритмі (циклі)*. Ритмічність яйцекладки у курки проявляється в тому, що вона відкладає яйця декілька днів підряд, а потім настає пауза, яка триває 1 або декілька днів. Відбір несучок з тривалими циклами сприяє відбору таких курей, у яких інтервал між циклами яйцекладки наближається до 24 годин. Тому

при тривалому циклі яйця, як правило, відкладаються приблизно в один і той же час, за винятком декількох днів на початку і в кінці циклу. Найбільш тривалий із відомих до цього часу циклів мала одна курка породи леггорн, яка щоденно протягом 235 днів відкладала по одному яйцю.

Тривалість циклів є індивідуальною ознакою курки. Але на несучість впливає ряд інших факторів, наприклад, *сезон року*. Найбільш тривала *зимова* пауза, період якої настає з 1 листопада до 1 березня. У жаркому кліматі, замість зимової паузи, настає пауза в жаркий період року.

Тривала перерва несучості настає в результаті линьки, яка проходить пізньої осені, або зимою. У малопродуктивних несучок линька триває довго. Зустрічаються окремі особини, які несуться без ознак повної линьки два роки і більше. Неповна линька частіше буває у молодих курочок. Жива маса молодих курочок у момент початку яйцекладки становить майже 70% її нормальної величини. Кури су-часних порід починають нестись пізно літом або восени у віці 5–6 міс. (залежно від часу виводу). З віком продуктивність курей знижується. Вважають, що на 2-й рік несучість знижується на 20% порівняно з першим. У курей породи білий леггорн продуктивність знижується на 13% в рік.

Методи оцінки несучості птиці. Несучість птиці визначають за біологічний цикл і окремі вікові періоди. Застосовують такі основні методи оцінки (за тиждень, місяць, рік, цикл і т.д.):

1. Несучість на середню несучку = кількість яєць, знесених птицею за період : середнє поголів'я за період, де середнє поголів'я за період = сума кормоднів за період : кількість днів в періоді.

2. Несучість на початкову несучку = кількість яєць, знесених за період : поголів'я птиці на початок періоду (на день переведу у доросле стадо).

Для характеристики динаміки несучості розраховують:

1. Інтенсивність несучості (%) = кількість яєць, знесених за період : кількість кормоднів за період $\times 100$.

2. Інтенсивність несучості (%) = середня несучість за період : кількість днів у періоді $\times 100$.

Облік несучості проводиться: за початковий період (280 днів життя) і повний період – 476–504 дні.

Для добору кращої птиці використовують такі показники: вік знесення першого яйця – 148 днів, вік досягнення 50%-ї несучості – 163 дні, вік досягнення піка несучості – 205 днів, інтенсивність несучості на 15–16-му місяці життя – 63%.

Продуктивність окремих видів птиці

Птахівництво – одна з найінтенсивніших галузей тваринництва, яка дає високоцінні продукти харчування: яйця, м'ясо, печінку (гусячу). Кури яєчних порід починають яйцекладку в 150–160 днів, кури м'ясних порід – 175–185 днів. Курчата-бройлери досягають забійної маси (1,5–1,7 кг) у віці 49–56 днів при середньодобових приростах 28–38 г. Дорослі кури мають живу масу 1,7–2,3 кг. Несучість курей – 180–220 яєць. Рекордистки – по 285–294 яєць за рік. Середня маса яєць – 60 г.

Індиків розводять для виробництва м'яса: важкого типу – для отримання “ресторанних тушок”, середнього типу – для домашнього використання і легкого типу (порційні) з невеликою масою туші. Важкі індиків в 240-денному віці мають живу масу 13–14 кг, індички – 7–8 кг, у віці 120 днів – відповідно 5 і 4 кг. Несучість – 110–115 яєць. Легкі індиків в 240-денному віці важать 10–11 кг, індички – 5–7 кг.

Качки української породи мають несучість 100–130 яєць масою 80–90 г. Індійські бігуни (порода яєчного напрямку продуктивності) відрізняються високою несучістю – 170, в окремих випадках – 220 яєць.

Гуси – дають до 50 яєць масою 160–180 г. *Ландська* порода гусей французької селекції використовується для виробництва печінки. Відгодовані гуси важать 8 кг. Середня маса печінки – 728 г, що становить 9,1% маси тушки.

Цесарки використовуються для виробництва яєць і м'яса. Їх несучість – 80–90 яєць, масою по 46 г.

Перепел японської і французької селекції. Несучість – 268 яєць, масою по 10–12 г (7–14 г).

При повноцінній годівлі забійного віку каченята досягають в 50–60 днів, гусенята – 60–65, цесарята – 70–75, індичата – 90–120 днів.

В таблицях 32–36 наведені *селекційні досягнення* у птахівництві.

Таблиця 32 – Несучість курей кросу Зоря-17 на середню несучку

Місяць		Лінія				Гібридна птиця
життя	несучості	С-1	С-2	К-5	Л-4	
5-й	1	2,0	1,8	2,6	3,9	4,0
6-й	2	23,0	23,0	26,0	31,6	28,8
7-й	3	45,9	47,4	51,0	56,7	54,7
8-й	4	72,3	73,6	77,6	81,6	81,9
9-й	5	98,1	99,2	101,7	104,7	107,2
10-й	6	123,5	123,6	125,8	126,6	132,3
11-й	7	146,3	146,7	146,9	147,7	155,5
12-й	8	169,6	169,3	166,5	166,9	178,1
13-й	9	193,3	192,0	184,1	184,3	200,0
14-й	10	215,3	212,5	201,1	200,0	224,2
15-й	11	234,8	230,0	216,2	216,1	247,5
16-й	12	255,4	248,9	232,4	229,7	272,5
17-й	13	273,7	264,8	249,2	241,8	298,1

Таблиця 33– Характеристика ліній і гібридів курей кросу Хайсекс коричневий

Показник	Т-8	Т-5	В-8	В-2	Батьківська форма	Гібрид-на птиця
Несучість, яєць:						
на початкову несучку	186	184	196	202	231	255
на середню несучку	202	204	210	218	244	272
Маса яйця, г	63	63	62	62	-	63
Вивід курчат, %	77	79	81	83	82	-
Жива маса курей, г:						
у віці 20 тижнів	1700	1680	1650	1630	1680	1740
в кінці несучості	2320	2290	2260	2200	2260	2240
Збереженість, %:						
при вирощуванні	94	94	96	95	95	97
за продуктивний період	87	89	91	91	99	-

Таблиця 34 – Продуктивність курей кросу Бройлер-6

Показник	Л і н і я					Бройлер-6
	Р-1	І-2	В-7	В-1	В-10	
Жива маса в 56-добовому віці,г:						
самці	2030	1820	1740	1680	1380	1850
самки	1800	1600	1550	1500	1200	-
Відхід птиці до 56-добового віку, %						
	4,6	3,6	3,2	3,0	4,8	2,0

Таблиця 35 – Продуктивність основних кросів курей яєчних порід

Крос	Показник*		Витрати корму на 10 шт. яєць, кг
	несучість, шт.	маса яєць, г	
Білорусь-9	250–260	59	1,5–1,6
Янтар-1	240–250	59–60	1,6–1,7
Зоря-17	270–290	62–63	1,5–1,6
Старт	250–260	61–62	1,6–1,7
Прогрес	260–280	63–64	1,6–1,7
Борки-117	260–280	59–60	1,6–1,7
Борки 2М	250–270	61–63	1,5–1,6

* Світовий рекордний показник несучості курей яйцевих порід становить 365 яєць за рік.

Таблиця 36 – Продуктивність основних кросів курей м'ясних порід, качок, індиків

Крос	Жива маса в 6-7 тижнів, кг	Витрати корму на 1 кг приросту, кг
М'ясні кури		
Бройлер-6	1,76	2,3
Гібро-6	1,8–1,9	2,2
Таврія	1,7–1,8	2,2
Качки		
Медео	3,1	2,9
Темп	3,0	3,0
Індики		
Ходіон-56, -76		
в 12 тижнів	4,2	3,2
в 17 тижнів	7,1	3,2

ВОВНОВА, ШУБНА, СМУШКОВА, ПУХОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ

Основна продукція вівчарства – *вовнова*. У кращі роки в господарствах України закупки вовни досягли 30 тис.т. Крім того, щорічно виробляли майже 80 тис. т баранини, більше 30 тис. т овечого молока і 155 тис. штук каракульських смушків, щорічно вирощували більше 70 тис. племінного молодняку для продажу в межах держави і для міжнародної торгівлі.

Жива маса баранів асканійської породи досягає 130 кг, маток – 55–64 кг. Середній настриг вовни в дорослих баранів 15–17 кг, маток – 5–7 кг немітої вовни. Довжина вовни у маток – 7,5–9 см, у баранів – 8–9,5 см. Баран № 8267 дав настриг немітої вовни 31,7 кг, а баран № 77 із лінії 952 мав живу масу 183 кг в 3-річному віці. У овець породи ромні-марш довжина вовни може досягти 40–45 см.

Молода баранина – це м'ясо, отримане від овець, забитих у віці до року. На світовому ринку високо ціняться туші відгодованого молодняку масою від 13 до 16 кг. Кращу баранину отримують від овець порід чорноголова, ромні-марш, північно-кавказька та їх помісі з прекосами.

Вівці цигайської породи дають за лактацію 124 кг молока високої якості: сухі речовини – 18%, жир – 6,7, білок – 5,8, молочний цукор – 4,6%, причому, надій молока за перший місяць лактації складає до 23% від надою за всю лактацію.

Смушок – це шкура забитого новонародженого ягняти каракульської породи, яка має волосяний покрив у вигляді завитків. За кольором каракульські смушки діляться на чорні, кольорові та сірі. Сур – смушки з нерівномірним розподілом пігменту по довжині воло-су, в основі більш темне, а кінець – світлий, сріблястого, або золо-тистого відтінку. Сірий колір має 8 відтінків: сріблястий, свинцевий, голубий, молочний, стальний, перламутровий, сивий і чорно-сірий. Цінність і сорт смушка залежить від

форми (типу) завитка волосу. Цінні форми – вальок і боб, менш цінні – гривка, малоцінні – кільце, напівкільце; порочні – горошок, штопор, ласи, деформовані.

Розмір шкурки визначають множенням її довжини на ширину. Довжину вимірюють від основи ший до кореня хвоста, ширину – за передніми пахами. Нормальний розмір сухосолених шкурок – 700 см² і більше, недомірок – від 350 до 700 см², брак – менше 350 см². Від ягнят, забитих на смушки, беруть *сичуги*, з них виготовляють сичужну закваску, яку використовують для виготовлення різних сортів сиру.

Овчини – шкурки, зняті з дорослих овець і молодняку старше 5 місяців. За типом волосяного покриття розрізняють три групи овчин: шубні, хутрові і шкіряні. Породи хутряні: асканійська, меринос, прекос та інші тонкорунні; напівтонкорунні: цигай, ромні-марш, північно-кавказька, чорноголова та ін., включаючи і поміси з ними; шубні: романівська, каракульська, гірсько-карпатська та ін.; шкіряні овчини отримують від овець всіх порід у тому випадку, якщо їх шкури не придатні для виготовлення хутрових і шубних овчин.

Показники вовнової продуктивності. У овець розрізняють три типи волокон, які часто зустрічаються в різній пропорції у однієї і тієї ж тварини.

1. Короткий, грубий покривний волос з серцевиною зустрічається на кінцівках і голові у більшості порід овець. У дикого муф-лона весь вовновий покрив складається з короткого покривного волосся. Таке волосся не фарбується, і тому не користується попитом у вовнопереробній промисловості.

2. Довгий покривний (остьовий) волос. Довжина його перевищує 3 см, волос має серцевину, але не так добре розвинуто, як у короткого покривного волоса. Довгий покривний волос зустрічається у каракульських і місцевих порід, у останніх в суміші з тонким підшерстком. Ламкий, бляклий з заповненою повітрям серцевиною називають мертвим волосом. Він не фарбується і оцінюється як суттєвий дефект руна.

3. Власне вовновий волос. Товщина вовнового волокна може значно варіювати і у багатьох порід овець коливається в межах між 35 (шевіот) і 15 мікрон (меринос). У овець з неоднорідною вовною підшерсток, як правило, дуже тонкий і називається пуховим волосом.

Вовнові волокна утворюються в так званих волосяних фолікулах, які є наслідком вrostання епідермісу шкіри у власне шкіру. Волос росте із внутрішньої частини вrostання, яку називають волосяним соском. У волосяний мішок у верхній його частині впадають сальні і потові залози. Первинні фолікули закладаються в ембріоні вже приблизно у віці 60 днів. Потім утворюються вторинні фолікули. Час утворення вторинних фолікулів і їх кількість значною мірою визначають тонкість вовни. У мериносових порід вторинні фолікули розвиваються безпосередньо за первинними. У каракульських овець, навпаки, вони розвиваються лише приблизно через 6 тижнів після первинних.

Різні типи фолікулів конкурують між собою за отримання поживних речовин, необхідних для утворення волосу. У каракульських овець перевагу отримують первинні фолікули, тому у тварин утворюється грубий покривний волос. У мериносів же розвиток і первинних і вторинних фолікулів зрівноважується, що зумовлює майже однакову тонкість і міцність всіх волокон. Зрозуміло, що покривний волос у мериносів відсутній. Вовнові волокна об'єднуються в пучки до 30–40 волокон, які, скріплюючись жиром і особливими з'єднувальними волокнами, утворюють штапель.

Жиропіт вовни, який зумовлює її еластичність та міцність, утворюється в сальних і потових залозах фолікулів. Він являє собою не власне жири, а різні холестерини, змішані з складними ефірами жирних кислот, вільними жирними кислотами і різноманітними солями. З жиропоту отримують ланолін, який використовують у косметичці для виготовлення кремів.

Вимоги до якості вовни. При оцінці якості вовни враховують якість окремих волокон і штапеля, а також характер руна. Якість волокон визначають за такими ознаками як довжина, тонкість, однорідність, звивистість, міцність та еластичність.

Під довжиною волокна розуміють довжину, яку воно досягає протягом одного року росту. Нормальною довжиною називають довжину звитих волокон. Абсолютну довжину волокон вимірюють у витягнутому стані. У англійської породи овець лінкольн абсолютна рекордна довжина волокон становила 450 мм.

Від тонкості залежить характер використання вовни. Чим тонша вовна, тим більшої довжини на одиницю ваги досягає спряжена з неї нитка; тому в прядильній справі мірою тонкості вовни служить кількість мотків ниток певної довжини, які можна спрясти з одного англійського фунта чистої вовни.

В наукових дослідженнях за міру тонкості приймають, як правило, діаметр волокна. Діаметр волокна можна виміряти методом фотографування під мікроскопом поперечного розрізу волокна.

Поряд з тонкістю, якість вовни визначається також вирівняністю і кількістю волокон з серцевиною. Вирівняність вовни можна визначити, наприклад, через коефіцієнт варіації для діаметра волокна. Міцність волокна визначають пробою на навантаження. Оцінюють також форму штапеля і руно в цілому. Циліндричний штапель вказує на рівномірну тонкість волокон і однакову довжину. При значній домішці покривного волосу форма штапеля буде конічною, а руно - відкритим. Поряд з довжиною волокон, величина настригу вовни визначається щільністю руна. У мериноса нараховують приблизно 60 волосяних фолікулів на 1 кв.мм, тоді як у каракульських овець їх наполовину менше. У смушкових порід, навпаки, більшу роль відіграє колір смушка, форма і розміщення завитків та блиск.

Продукція вовни. Вихід грязної вовни служить мірою величини вовнової продуктивності. З економічних міркувань як міру краще використовувати вихід чистої вовни, хоч між виходом грязної і чистої вовни в межах однієї породи при однакових умовах середовища існує висока фенотипічна кореляція (0,9).

Вплив негенетичних факторів. З підвищенням віку підвищується до певної міри і настриг вовни. З віком збільшується діаметр волокна і зменшується довжина штапеля. Кітність зумовлює зменшення діаметра і довжини волокна. На першому році життя збільшується діаметр волокна, настриг підвищується. Потім зменшується довжина штапеля, діаметр і довжина волокна, тому і спостерігається зменшення нас-тригу.

Розміри тіла також впливають на величину настригу вовни. Коефіцієнт кореляції між живою масою і настригом становить 0,3–0,4 за перші 3–5 років життя. Складчастість шкіри на шії не завжди зумовлює збільшення настригу вовни, хоча вміст жиропоту підвищується. Крім того, у складках нерідко заводяться паразити.

На вовнову продуктивність впливає стан вгодованості та молочності вівцематок. Якщо взяти вовнову продуктивність вівцематки з одним ягням за 100, то у вівцематок з близнятами – 93,3, у маток без ягнят – 112%. При поганій годівлі у овець виростає так звана “голод-на” вовна, яка має нормальну довжину, але дуже тонка і ламка.

Більшість факторів, що впливають на кількість вовни, впливають також і на її якість. Вже відмічалось, що діаметр волокон з віком збільшується, а ріст у довжину зменшується, тобто, якість вовни погіршується. На першому році життя у овець приріст вовни складав 0,52 мм, а на третьому – 0,44 мм за добу. Одночасно, товщина волокна збільшилась з 32,8 до 34,9 мікрон.

Годівля також впливає на якість вовни. Повноцінна годівля зумовлює потовщення вовни і більший ріст у довжину. Невирівняна і менш міцна вовна росте при переході з високого рівня годівлі на низький. Вплив статі виражається в тому, що барани дають більш грубу вовну, ніж вівцематки. Крім того, їх вовна дещо довша.

Вплив генетичних факторів. Генетична обумовленість вовнової продуктивності вивчалась переважно на тонкорунних, а також на довгововнових породах овець. Коефіцієнт успадкованості виходу грязної вовни в середньому становить 0,4. Генетична обумовленість густоти вовни і кількості фолікулів на одиницю поверхні шкіри становить від 0,5 до 0,8, а оброслість голови – 0,5.

Різкі міжпородні відмінності по довжині вовни, тонкості і вмісту серцевини вказують на генетичну обумовленість цих ознак. Наприклад, за даними американських вчених, середньодобовий приріст вовни в довжину у різних порід коливається у таких межах: рамбульє – 0,20–0,33 мм, коридель – 0,38–0,48 мм, меринос – 0,26–0,32 мм, окс-форд-даун – 0,49 – 0,52 мм, шропшир – 0,32 – 0,46 мм, ромні-марш – 0,56– 0,57 мм.

Як видно із даних, у тонкорунних порід (рамбульє і меринос) добовий ріст вовни майже вдвоє менший, ніж у ромні-марш. Довжина вовни є типовою кількісною ознакою, тому міжпородні схрещування дають проміжний результат. Коефіцієнт успадкованості довжини штапеля у віці 12 місяців біля 0,4.

Звивистість вовни теж значною мірою зумовлена генетично. По-казник успадкованості сягає 0,4. Для діаметра волоса успадкованості становить 0,3–0,6; дефекти вовни, мертвий волос – 0,53; оцінка якості – 0,27–0,41.

Генетичний зв'язок між ознаками вовнової продуктивності. Коефіцієнти успадкованості показують, що племінний відбір за біль-шістю ознак повинен дати швидкий позитивний результат, особливо для якісних ознак. Однак, практичний досвід вівчарства переконує, що односторонній відбір за певними ознаками, наприклад, на підвищений настриг вовни, швидко призводить до втрати якості і навпаки.

Показники генетичної кореляції між ознаками вовни у овець породи ромні-марш свідчать, що вовнова продуктивність генетично позитивно корелює не лише з довжиною штапеля (0,25), але і з поширенням волокон, які містять серцевину (0,28), і негативно – з оцінкою якості (–0,47). Довжина штапеля позитивно корелює з вмістом грубого покривного волосу (0,41) і негативно – з оцінкою якості (–0,73). Ана-логічні результати отримані і на мериносах. Між виходом чистої вовни і довжиною штапеля існує позитивна генетична кореляція (0,39), в той же час ця ознака корелює негативно з кількістю завитків і живою масою.

Ці дані підтверджують, що поєднувати в межах однієї породи високу вовнову продуктивність з хорошою якістю вовни досить важко, тому і в майбутньому мериносові породи будуть давати відносно низькі настриги вовни, але високої якості.

Селекційні досягнення у вівчарстві. Світові рекордні показники у вівчарстві мають такий рівень: настриг немітої вовни у барана – 31,7 кг; довжина вовни – 65 см; настриг чистої вовни – 15–18 кг; жива маса баранів – 170–180 кг; жива маса вівцематки – 100–110 кг; серед-ньодобові прирости – 400–500 г; молочність вівцематки – 1000 кг; ба-гатоплідність дорослих вівцематок – 9 ягнят; густина вовни – 15–16 тис. на 1 см².

В окремих племінних господарствах були досягнуті наступні показники. Родоначальник лінії асканійської тонкорунної породи овець баран № 40 є *світовим рекордистом* за настригом вовни. Від нього в 1966 р. одержали 30,6 кг натуральної вовни. Жива маса барана – 150 кг, довжина вовни – 8 см, тонкість – 58 якості.

Від барана № 40 одержано другого рекордиста – барана № 8267, настриг натуральної вовни у якого досягав 31,7 кг (за 5 років – 123,3 кг) при живій масі 114 кг. Від матки № 2665 асканійської породи плем-заводу “Червоний чабан” Херсонської області настригли 15,2 кг вовни (маса тварини 98 кг).

Серед баранів породи прекос максимальна жива маса становила 153 кг, а настриг чистої вовни – 7,8 кг, максимальна довжина вовни – 13 см. У вівцематок максимальна жива маса сягала 90 кг, настриг чистої вовни – 4,4 кг, довжина вовни – 9,52 см.

РОБОЧА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТВАРИН

Як робочих тварин використовують коней, верблюдів, волів, мулів, ослів, буйволів, оленів та ін. Продуктивність робочих тварин вираховують по тій роботі, яку вони виконують. Наприклад, крокові, або робочі породи коней використовують на сільськогосподарських і транспортних роботах, а коней швидких алюрів – в упряжі (рисисті), або під верхом (скакові). В Україні як робочу тварину, в основному, коней використовують для перевезення вантажів на невеликі відстані, на різних підсобних роботах, для пасіння худоби, роз'їздів, в лісів-ництві, мисливстві, для перевезення в'юків у горах тощо. Крім того, є ще і *продуктивне* конярство, від якого отримують м'ясо, кумис, шкіру, волос, жеребок (хутрові вироби). М'ясо коней – необхідний компонент високоякісних ковбасних виробів. Кумис використовують як дієтич-ний продукт і як лікувально-профілактичний засіб.

Окремо виділяють *кінний спорт та кінний туризм*. Коней також використовують як репродуктивних лікувальних, профілактичних та стимулюючих сироваток і донорів шлункового соку (за 1 раз беруть 4–6 л). Кров беруть так: за рік – 10 циклів, за 1 цикл – 1 л крові на кожні 50 кг живої маси.

Як особливий напрям у конярстві виділяють чистопородне рисисте конярство, де виведена рисиста порода, яка характеризується максимальною жвавістю у бігу риссю. Витривалість, спокійний темпе-рамент сприяють використанню рисистих коней і в сільському госпо-дарстві.

Середньовагові і важкі крокові коні виконують роботу, голов-ним чином, на повільному алюрі. Це – масивні тварини з сильними, майже округлими кінцівками, менш чітко окресленими суглобами і спокійним темпераментом; вага таких коней може досягати 1000 кг.

До групи “малих” коней відносять всі форми, у яких висота в холці становить 120–147 см. Карликових коней нижче 120 см називають поні. Їх використовують під верх для дітей, в упряжі і під в'юком у садівництві та овочівництві, в горах. Поряд з англійським кобом і багаточисельними представниками британських поні дуже поширені норвезькі фіордові, а також гафлінгські коні, польські “конікі” та гуцульський кінь. Ці коні невибагливі до корму, витривалі, смиренні. Значення їх як допоміжної тяглової сили в господарстві буде зростати у зв'язку з різким подорожчанням енергоносіїв.

Важковозні породи коней (російська, володимирська, арденська, новоолександрівська породна група та ін.) розвивають максимальну силу тяги – 796–912 кг і транспортують вантаж 16–20 т.

Роботу коня в упряжі визначають двома показниками: розміром тяги і пройденою відстанню. Силою тяги, або тягловим зусиллям, називають ту силу, яку повинна прикласти тварина для пересування вантажу і подолання опору воза чи іншого знаряддя під час руху. Сила тяги виражається в кілограмах і вимірюється за допомогою дина-мометра. Нормальне тяглове зусилля, при якому кінь виконує роботу без великого напруження, становить приблизно 13–15% від його живої маси. Величина тяглого зусилля залежить також від росту, лінійних розмірів і міцності скелета та мускулатури, від функціонування всіх систем організму, тренування. В окремі моменти роботи тварина може розвивати тяглове зусилля до 90–100% живої маси коня.

Швидкість руху коня має зворотну залежність від тяглого зусилля: чим швидше біжить кінь, тим менше тяглове зусилля він прикладає. Швидкість коня при різних алюрах характеризується такими середніми величинами: кроком – 0,8–1,6 м/с, риссю (рекорди рисаків) – 15–16 м/с, галопом (на скачках) – 17–18 м/с.

Робота (Р) в механіці визначається множенням сили на відстань: $P = C \times V$. Сила виражається в кілограмах, а відстань в метрах, або кілометрах, тому роботу вимірюють в кілограмометрах (кгм).

Для характеристики коня, як і будь-яких двигунів, що виконують роботу, залежно від часу, використовують спеціальне поняття – *потужність*, тобто здатність двигуна виконувати певну кількість механічної роботи за одиницю часу. Математично потужність (*П*) може виражатись формулою: $P = P : t$ (час), або $P = C \times v$, де *C* – сила тяги, *v* – швидкість.

За одиницю виміру потужності взято так звану *кінську силу* (КС), яка дорівнює 75 кгм/с. Нормальна потужність коня у середньому становить 0,6–0,7 КС, але в окремі моменти роботи може досягати 4 і навіть 8 КС. Одна кінська сила дорівнює 0,736 кВт.

Залежно від величини виконаної роботи за день розрізняють малу, середню і велику механічну роботу. Окремо розрізняють залежно від сили тяги легку роботу (сила тяги – 10% маси коня), середню (або нормальну) – 15% і важку, коли сила тяги досягає 20% маси коня.

Оцінку коней швидкоалюрних порід проводять при їх випробуванні на жвависть на іподромах: рисистих коней в легкій запряжці у двоколісній качалці на рисі, а верхових – під сідлом на галопі. Випробування рисистих коней називають бігами, верхових – скачками. Умовним показником їхньої продуктивності вважається жвависть.

Звичайними дистанціями при випробуванні коней є: 1600, 2400, 3200, 4800 і 6400 м. Перш ніж допустити коня на випробування (бігу або скачки), потрібно проводити систематичні тренування, які починають з раннього віку.

Орловські рисаки Пілот і Улов на дистанції 1600 м показали жвависть 2 хв $2\frac{2}{8}$ с; дистанцію 3200 м рисак Лерик пройшов за 4 хв $2\frac{3}{8}$ с; російський рисак Жест в 6-річному віці пройшов 1600 м за 1 хв $59\frac{6}{8}$ с.

При випробуванні верхових коней враховують їх жвависть на скачках і *кількість виграних призів*. Чистокровний верховий жеребець Грач 11 в 17 скачках мав 15 перших місць; його жвависть на 1600 м була 1 хв $54\frac{6}{8}$ с, а на 2400 м – 2 хв $32\frac{4}{8}$ с.

Оцінку робочих коней крокового алюру проводять при випробуванні їх (1) на *максимальну вантажопідйомність*, або силу тяги і (2) на термінову доставку вантажу, або жвависть кроком з вантажем, і (3) на жвависть порожняком. Випробування на максимальну вантажопідйомність проводять на рівній, твердій дорозі з використанням стандартних возів. Коні, яких будуть випробовувати, повинні бути попередньо втягнуті в роботу. Початковий вантаж не перевищує 1–1,2 т; а по шляху руху додають вантаж через кожні 5–6 м до тих пір, поки кінь йде енергійно і везе вантаж без надмірного напруження, спонукань.

Випробування на максимальну вантажопідйомність є громіздким та дорогим заходом, а робочі якості тварин не завжди повністю оцінюються. Найбільш об'єктивним показником тягової здатності коня є сила тяги. Найчастіше використовують ползковий прилад з високим коефіцієнтом опору при сковзанні ползка по ґрунті. Середня сила тяги у ваговозних порід коней становить 250–330 кг, а у окремих тварин – більше 420 кг. Ваговози можуть перевозити вантаж вагою 16 т.

Окремі коні показують значну витривалість і проходять за добу під вершником 311,6 км (жеребець Зеніт).

Випробування на жвависть, як правило, проводять на іподромах. Скачки галопом під жокеєм, або біг риссю в качалці відносять до важких і жорстких випробувань. В зарубіжних країнах для чистопородних коней щорічно проводять так звані класичні скачки на різні дистанції для коней різних вікових груп. Для дволіток встановлюють дистанції 1000–1600 м, тріліток і коней старшого віку –

1400–3000 м. При цьому приймають до уваги результати, які були показані конем при зміні зовнішніх умов (погода, ґрунт), а також його витримку під час тренувань і на іподромі. Кращі показники часу, отримані в класичних скачках на різні дистанції, були такими:

	1000 м	– 59,6 с	2200 м	– 2 хв 16,6 с
1400 м	– 1 хв 25,9 с	2400 м	– 2 хв 18,8 с	
1600 м	– 1 хв 37,8 с	2600 м	– 2 хв 44,8 с	
2000 м	– 2 хв 2,3 с	2800 м	– 2 хв 56,4 с	

При встановленні рекордів приймають до уваги умови іподрому.

У чистокровних англійських коней коефіцієнт успадкованості жвавості становить 0,2; для показників жвавості 2-річних жеребців – 0,17; 4-річних – 0,17. Повторюваність показників жвавості однієї і тієї ж особини становить 0,2. Таким чином, доля генетичного впливу на жвавість дуже мала, тому подальший прогрес буде базуватись на індивідуальній селекції та результатах використання жеребців, потомство яких показало визначні результати при випробуванні на іпо-дромах та за допомогою інших методів оцінки працездатності потомства.

Систематичні випробування продуктивності робочих коней проводяться лише в Фінляндії. В результаті встановлено, що тяглове зусилля та витривалість коня значною мірою зумовлені генетично: тяглове зусилля має коефіцієнт успадкованості 0,26; швидкості кроку – 0,41; жвавості прибігу риссю – 0,43. Здатність бігти риссю або іноходдю залежить від генотипу особини і має спадковий характер. Коефіцієнт успадкованості середньої оцінки швидкості бігу коня риссю становить 0,37.

Англійська чистокровна верхова показала такі кращі результати: 1200 м – 1.11,5 (1951); 1600 м – 1.37,5 (1955); 2400 м – 2.28 (1952), 3200 м – 3.24 с (1954).

Селекційні досягнення. Рекордні показники коней російської рисистої породи на дистанції 1600 м – Власний (1.58,7) і Жест (1.59,6); на дистанції 2400 м – Павлін (3.03), Гібрид (3.04,6), Бродяга (3.07,2); орловські рисаки – Пілот (2.02,2), Піон (2.00,1).

Рекордистами чистокровної верхової породи були: на дистанції 1200 м – жеребець Стратег (1.11,4); 1600 м – Арифмометр (1.37,4).

Жеребець Жребій російської ваговозної породи вивіз вантаж масою 16,27 т (тяглове зусилля – 475 кг).

Українська верхова має такі показники: 2400 м – 2.33; 3200 м – 3.31,6 с.

Експорт спортивних і користувальних коней є важливим джерелом валютних надходжень до казни держави.

ВІДТВОРНА ПРОДУКТИВНІСТЬ

Відтворення – один з найважливіших процесів, що відбуваються у живій природі. Саме цим способом всі живі істоти підтримують існування виду і поширюються у просторі. Найпростіша форма відтворення – це нестатеве розмноження, шляхом ділення. Найбільш широко поширене – статеве розмноження (амфіміксис).

Сім'я. Еякулят самця являє собою сім'яну рідину, або сім'я. Суттєвою складовою його частиною є сперматозоїди. Жуйні дають невеликі еякуляти з високою концентрацією сперматозоїдів, жеребець і хряк – навпаки. Основні показники сперми різних видів тварин наведені в таблиці 37.

Яєчники ссавців – це однакові, майже симетричні органи, розміщені у черевній порожнині, у нижній поперековій ділянці і прикріплені до очеревини, як правило, на однаковій висоті з виступами клубових кісток. У стромі кіркової речовини яєчника знаходяться яйценосні фолікули на різних стадіях розвитку. Із первинних фолікулів, які є у кожній жіночій особини при народженні, дозріває лише незначна кількість. У 3-місячної телички число фолікулів з 100 тис. зменшується до 75 тис., до 3-річного віку – 20 тис., до 9-річного – 2,5 тис. Протягом всього життя у корови дозріває дуже мало фолікулів (5–15).

Тварини здатні до відтворення лише протягом певного періоду їх життя. Репродуктивному періоду передують період настання статевої зрілості. Телички молочних порід у нормальних умовах

виращування приходять перший раз в охоту у віці 7–11 місяців, а телички м'ясних порід – пізніше – 9–13 місяців. **Кобил**, як правило, вперше пускають до злучки в 3–4-річному віці, хоча вони дозрівають вже у віці двох років. Середня тривалість тічки – 7 днів. Інтервал між кінцем однієї тічки і початком наступної становить в середньому 16 днів. Овуляція проходить спонтанно в кінці тічки, як правило, за два дні до її закінчення. Кобила сезонно поліестрична. Статевий сезон: лютий–березень, липень–серпень.

Корова – тварина поліестрична. Тривалість тічкового циклу у телиць – 20,2 дні; у корів – 21,2 дні. Тривалість охоти дуже варіює: в середньому 15 годин, при варіюванні 4–25 год у телиць і 17,8 год (2,5–28 год) – у корів. Овуляція – спонтанна. Найбільш висока запліднюваність досягається при осіменінні в середині охоти (82%).

Таблиця 37 – Середні і мінімально допустимі показники сперми тварин

Плідник	Об'єм еякуляту, мл			Концентрація спермійів, млрд/мл		Активність спермійів, бали		Максимальний вміст патологічних спермійів, %	Запліднювальна здатність при першому осіменінні, %
	мінімально допустимий	середній М	межі (ліміти)	середня М	мінімально допустима	середня М	мінімально допустима		
Бугай	3	4–6	1,5–12	0,8–1,2	0,7	9	8	18	60
Баран	0,6	1–1,5	0,5–3,5	2,5–3,5	2,0	9	8	14	70
Кнур	150	250–300	100–500	0,2–0,3	0,15	7–8	6	20	70
Жеребець	40	60–80	30–300	0,15–0,20	0,10	6–8	5	20	70

Після родів повна інволюція статевого апарата настає у первісток лише через 50 днів. Літом цей процес більш короткий. У м'ясних порід цей інтервал триваліший – 60–62 дні. Нормальний показник відтворення у великої рогатої худоби – 1 теля в рік, при чому, сервіс-період не перевищує 90 днів, а міжотельний – 300 днів.

Вівця теж полієстрична тварина. Статевий сезон починається восени і на початку зими. Середня тривалість тічкового циклу – 16–17 днів. Еструс триває 30–36 годин. Овуляція проходить спонтанно через 18–30 годин після початку охоти. Ознаки охоти (зовнішні) у овець виражені слабо, чому і доцільно використовувати баранів-пробників. На 100 маток народжується 120–150 ягнят, у романівської вівці та сокільської – 180–200 ягнят.

Свині - полієстричні тварини з безпервним статевим сезоном. Тічковий цикл в середньому триває 21 день. Охота триває 48 годин. Овуляція проходить спонтанно протягом 24–48 годин після початку охоти. В кожну охоту овулює 10–20 яєць, причому, в лівому яєчнику овуляція проходить дещо частіше, ніж у правому. Зрілі фолікули прозорі, їх діаметр – 8–10 мм. Охота настає через 5–7 днів після відлучки поросят. За 1 опорос народжується 8–20 поросят.

Близнюки. По кількості яєць, які овулюють в одну охоту, і по кількості плодів, які розвиваються в матці, домашніх тварин ділять на *одноплідних і багатоплідних*. У одноплідних овулює, як правило, одне яйце, і в матці розвивається один плід. До цієї групи належать: корова, кобила, коза, вівця. Якщо у одноплідних тварин у матці одночасно розвивається і народжується два плоди, або більше, то їх називають близнюками (двійні), трійнятами і т.д. У більшості випадків близнюки – дизиготні. Монозиготні (або ідентичні) близнята розвиваються з однієї яйцеклітини. Їх існування доведене лише у великої рогатої худоби.

У кобил частота народження близнят 1–2%, однак, смертність лошат-близнюків досить висока (майже 50%); у молочних корів (залежно від породи) – 2–4%; у м'ясних порід – в середньому 1%, але породи м'ясної худоби, які виведені на основі материнської сментальської породи, мають значно вищу частоту народження близнят (4–4,5%).

На відтворні ознаки тварин впливають багато факторів генетичного походження і зовнішнього середовища. Інфекційні хвороби, такі як туберкульоз, бруцельоз, вібріоз та інші, різко знижують відтворні здатності тварин.

Плодючістю називають кількість потомків, отриманих від однієї самки одночасно, або за певний відрізок часу - як правило, за рік. При обліку і оцінці плодючості різних видів тварин бажано враховувати: 1) частоту періодів статевої діяльності, протягом яких може відбутися запліднення; 2) тривалість життя тварини, її скороспілість і тривалість періоду життя, протягом якого тварина може розмножуватися, а також тривалість вагітності; 3) число потомків при народженні.

Плодючість сільськогосподарських тварин є спадковою ознакою, але в той же час залежить від факторів зовнішнього середовища: клімату, повноцінності годівлі, умов утримання тощо.

Різні види тварин мають неоднакову плодючість через різну кількість потомків, яких народжує самка за один раз. За цією ознакою розрізняють тварин багатоплідних (кішка, собака, кролик, свиня, частково вівця) і одноплідних (кобила, корова, верблюдиця та ін.). Здатність самки давати одного або декілька потомків за кожну вагітність залежить від кількості виділених і запліднених в одну охоту яйцеклітин, а також від кількості розвинених до моменту родів нормальних плодів. Всі ці окремі моменти загального ланцюга процесу розмноження, в свою чергу, зумовлені спадковістю організму, його фізіологічним станом, взаємодією факторів середовища.

Плодючість у зрілих тварин, як правило, вища, ніж у молодих первісток. Навіть у межах однієї породи спостерігається велика різноманітність показника плодючості. Наприклад, окремі свині за один опорос дають 20 і більше поросят. Високою плодючістю харак-теризується романівська вівця. Вівці, хоч і народжують одне ягня, проте часто мають близнят, трійнят і більше ягнят. Багатоплідними окотами відзначаються вівці породи бурула. В літературі описані випадки унікальної плодючості тварин: наприклад, корова за 6 отелів дала 17 телят; від 2-х романівських овець за один рік при двох окотах отримано 17 ягнят; на кращих фермах романівських овець отримують по 260 ягнят на 100 маток. Північнокитайська чорна свиноматка з 32 сосками за один опорос привела 25 живих поросят (Тонг).

По тривалості вагітності сільськогосподарські тварини розмі-щуються в такому порядку: верблюдиця – 390 днів, ослиця – 360, кобила – 330, буйволиця – 305, корова – 285, вівця і коза – 152, свиня - 114, кролиця – 30 днів.

Міра плодючості. Розрізняють плодючість чоловічих і жіночих особин. За міру плодючості жіночої особини у багатоплідних тварин беруть чисельність приплоду, наприклад, у свиноматки. У вівчарстві цей показник визначають кількістю ягнят, отриманих на 100 вівце-маток. Тут частково

враховують і кількість багатоплідних окотів і частково процент запліднюваності. У скотарстві заведено, що корова за 1 рік повинна народити теля. Найпростішою формулою (Віннічук Д.Т., 1976) для розрахунку плодючості корів є:

$$B3 = n : B \times 100,$$

де B3 - відтворна здатність, n - кількість телят, B - вік корови, у роках.

Як міру плодючості самців використовують процент вагітних самок, які повторно не прийшли в охоту, через 60–90 днів після осіменіння або парування.

Однак, ні для жіночих, ні для чоловічих особин поки що немає показника, який би об'єктивно відображав міру спадково зумовленої плодючості. Причин цьому багато. Плодючість, яку визначають кількістю потомків у приплоді, характеризується *тремя різними компонентами*: 1) плодючістю жіночої особини (число яйцеклітин); 2) запліднюваністю; 3) ембріональною смертністю. Кожний з цих компонентів є результат взаємодії спадковості і навколишнього середовища та ряду інших факторів (вибір часу осіменіння, період охоти тощо).

Неплідність чоловічих особин буває зумовлена дефектом акросоми сперматозоїдів, ексцентричним прикріпленням джгутика, вигнутим джгутиком, гіпоплазією сім'яників (недостатній розвиток одного або обох сім'яників). Кріпторхізм зустрічається у всіх видів сільськогосподарських тварин і може бути однобічним або двобічним. У жеребців він зумовлений домінантним геном, а у овець і свиней – рецесивним.

Неплідність жіночих особин також буває зумовлена гіпоплазією яєчників, повною відсутністю яєчників (або їх рудименти), недостатнім розвитком матки, шийки матки тощо); хворобою “білих телиць” шорт-горнської породи (співвідношення – 1 хвора тварина на 2,5 нор-мальних; серед чалих – 1 хвора на 25 нормальних і серед червоних – 1 хвора тварина на 100 нормальних). Це явище пов'язують зі зчепленням з геном білої масті. Німфоманія, адренальний вірилізм є результатом порушення рівноваги між продукцією гормонів гіпофіза і яєчників. Затяжна тільність у корів (310 днів і більше) найчастіше завершується народженням мертвого теляти. Вважають, що така тільність зумовлена простим рецесивним летальним фактором.

Гермафродитизм часто зустрічається у свиней і кіз. Серед великої рогатої худоби є особлива форма гермафродитизму – так званий фримартинізм. Ця форма спадково зумовлена тими ж причинами, що і народження близнят (двойайцевих). Найбільша частість народження близнят зафіксована у симентальської породи (4,5–10%), шведської чорно-рябої – 3,3-5%, червоної датської і червоної норвезької породи – 2,7–4%. Фримартинізм виникає внаслідок об'єднання кровотоків у плодів чоловічої і жіночої статі. Оскільки, чоловічий гормон починає діяти раніше, то гальмується розвиток статевих органів у плода близняти жіночої статі.

Дуже інбредні свині мають знижену плодючість. Ембріональна смертність, тобто, різниця між кількістю жовтих тіл і кількістю плодів, або живонароджених потомків, також значною мірою є спадково зумовленою.

Коефіцієнт успадковуваності показника плодючості невеликий, в середньому 0,1 (варіювання 0,05–0,15).

Життєздатність новонароджених має чітку спадкову зумовленість, що наочно спостерігається при порівнянні даних про смертність поросят в підсисний період у свиноматок різних порід і ліній.

Тривалість тільності у великої рогатої худоби має чітку міжпо-родну відмінність: у сименталів – 285, бурі високогірної худоби – 287, абердин-ангуської – 276 днів.

К о н т р о л ь н і п и т а н н я

1. Дайте визначення поняття “продуктивність тварин”.
2. Яку продуктивність отримують від різних видів тварин?
3. Які ознаки характеризують м'ясну продуктивність тварин?
4. Які генетичні і середовищні фактори впливають на відгодівельні і м'ясні показники продуктивності?
5. Що таке лактаційна крива? Методи оцінки стабільності лактації у корів.

6. Назвіть генетичні і середовищні фактори, які впливають на рівень та якісні показники молочної продуктивності корів.
7. Які основні види продуктивності у овець?
8. Що таке смушок, молода баранина, овчина?
9. Якими показниками характеризують яєчну продуктивність курей?
10. Які генетичні і середовищні фактори впливають на несучість курей, качок, гусей, індичок, цесарок, перепелів?
11. Яких тварин використовують як робочих? За допомогою яких показників вимірюють робочу продуктивність?
12. Як випробовують продуктивність у коней: рисистих, упряжних, верхових, ваговозів?
13. Дайте визначення поняття “відтворна здатність”, “плодючість”.
14. Назвіть основні показники спермопродукції у плідників.
15. Які основні генетичні фактори і фактори навколишнього середовища впливають на показники відтворної здатності тварин?

Розділ 6

ОЦІНКА ПЛЕМІННИХ ЯКОСТЕЙ ТВАРИН

СУТЬ ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ

Племінна цінність – це властивість організму тварин передавати потомству певний рівень кількісних і якісних ознак: екстер'єр і конституція, рівень продуктивності, якість тваринницької продукції та ін. Ці властивості зумовлюються генами, які тварина передає своїм потомкам.

Оцінка племінних якостей тварин ґрунтується на законах генетики, відповідно до яких продуктивність будь-якої особини (*фенотип*) зумовлюється її генотипом та впливом факторів навколишнього середовища.

Під *генотипом* розуміють сукупність всіх генів, які зумовлюють спадковість тварин, тобто, контролюють ріст, розвиток і функціонування організму від створення ембріона, народження тварин і до їх вибракування або природної смерті.

Фенотип – сукупність ознак і властивостей організму тварин, одержаних внаслідок взаємодії генотипу з умовами навколишнього середовища.

Середовище – комплекс негенетичних факторів (рівень годівлі, технологія утримання, клімат і мікроклімат у приміщенні, вік тварин, фізіологічний стан та ін.), які впливають на розвиток і функціонування організму тварин. У різних умовах середовища по-різному реалізується генотип у вигляді фенотипічних властивостей тварин – рівень молочної, м'ясної, яєчної продуктивності та ін.

Якщо всі негенетичні фактори віднести до впливу зовнішнього середовища, то фенотипічну цінність тварин (P) можна визначити за такою формулою:

$$P = G + U,$$

де G – генетична цінність тварини; U – відхилення від генетичної цінності, зумовлене впливом факторів зовнішнього середовища.

Генетичну цінність тварин визначають адитивним ефектом генів (A) і відхиленням від нього, зумовленим домінуванням (D) та взаємодією генів (I):

$$G = A + D + I.$$

Адитивно-генетична або загальна племінна цінність тварини за однією з господарсько-корисних ознак визначається загальним ефектом всіх генів, які впливають на цю ознаку. Домінування і епістаз зустрічаються лише в окремих комбінаціях генів і характеризують специфічну комбінаційну племінну цінність, яку можна встановити на основі спеціальних експериментів як для окремих спаровуваних особин, так і для групи тварин, отриманих при схрещуванні спеціалізованих ліній. Система племінної роботи в молочному тваринництві ґрунтується на оцінці адитивної племінної цінності. Специфічна цінність виявляється при схрещуванні та гібридизації у птахівництві і свинарстві, що дає змогу вести селекцію на гетерозис.

У свою чергу, середовищні фактори (U) поділяють на систематичні (C), які зумовлюють однаковий вплив на тварин (наприклад, рівень годівлі у стаді) та на випадкові (E), які з однаковою ймовірністю можуть впливати на будь-яку окрему ознаку (наприклад, вік тварин):

$$U = C + E.$$

Для правильної оцінки племінної цінності тварин необхідно усунути вплив як систематичних, так і випадкових факторів середовища шляхом комплектування одновікових перевірюваних тварин на спеціальних контрольно-випробних станціях.

Із генетичних позицій мета оцінки та добору тварин полягає у тому, щоб, з одного боку, запобігти поширенню у популяції мутантних генів, які зумовлюють проявлення у потомків генетичних морфологічних дефектів та захворювань, а з другого — підвищити частоту генів, що контролюють формування високої продуктивності і відтворної здатності, пристосованості до умов експлуатації тощо.

Щодо спадкових аномалій, то вони, як і інші якісні ознаки, успадковуються за законами Г.Менделя. Нормально розвинені тварини, які є носіями спадкових дефектів, мають гетерозиготний генотип за цією ознакою, тобто, дефектні гени знаходяться в рецесивному стані. Генотипний ефект у летальних генів проявляється лише в гомозиготному стані. Летальні гени можна виявити на основі ви-пробування за потомством.

Сучасна система оцінки та добору плідників уже в перший рік їх використання дає змогу встановити, чи є вони носіями летальних генів. Відповідно до програми оцінки плідників за потомством, кількість осіменених маток їх спермою достатня для того, щоб виявити носіїв спадкових аномалій. Так, у скотарстві досить плідно осіменити спермою перевірюваного бугая 100–150 корів, і, якщо декілька телят, які народилися від цього осіменіння виявляться аномальними, то плідника слід вважати носієм летальних генів і його не слід використовувати у розведенні. Зазначена кількість осіменених корів відповідає мінімальним вимогам програми перевірки ремонтних бугаїв-плідників за потомством. Аналогічним чином можна виявити плідників-носіїв летальних, напівлетальних та мутантних генів і в інших видів тварин.

Кількісні ознаки (надій, вміст жиру та білка в молоці, жива маса, несучість, вихід м'яса з туші, настриг митої вовни та ін.) мають безперервний характер мінливості. Оцінити племінну цінність тварин за такими ознаками означає оцінити середній ефект генів, які вона передає потомкам. Кожний потомок отримує випадкове поєднання половини батьківських і материнських генів. За цими ознаками не можна одержати повних відомостей про спадкові задатки тварин.

Як уже зазначалося, племінну цінність тварин за господарсько-корисними ознаками можна визначити на основі адитивного ефекту генів і взаємодії між ними. Оцінити всі ці ефекти можна за даними продуктивності досить великої кількості потомків плідника. Так, адитивну племінну цінність кнура за селекційними ознаками можна оцінити за потомками, одержаними на основі парування його із випадково відібраними у стаді свиноматками. Якщо спермою кнура осіменити спеціально підібраних свиноматок, які належать до спеціалізованих порід чи ліній, то різниця між потомками може залежати від ступеня поєднання генотипів особин, що паруються. Особливо це важливо для селекційних програм у птахівництві та свинарстві, які передбачають одержання гетерозису. У молочному скотарстві та у вівчарстві неадитивний характер успадкування ознак проявляється рідко, а тому ці ефекти не мають практичного значення.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ

Племінну цінність тварин можна визначити на основі власних показників, фенотипу предків, потомків та бічних родичів. Характеристика показника, за яким проводять оцінку племінної цінності, повинна бути репрезентативною, тобто слід враховувати або всі виміри, або випадкову вибірку.

Наприклад, при оцінці корів за молочною продуктивністю необхідно порівнювати між собою ровесниць, тобто, порівнювати рівень продуктивності тільки первісток, або середній надій за однакові

лактації (по 1 і 2; 1, 2 і 3 і т.д.). Якщо будуть оцінюватись корови різного віку, то їхня племінна цінність не буде відповідати дійсності, тому що у старших за віком тварин вищий надій, ніж у молодих. А це результат мінливості, а не генетичної цінності тварин.

На рисунку 26, показані джерела інформації для визначення племінної цінності тварин (пробанду) за фенотипом батьків, предків другого ряду родовідної, потомків та бічних родичів. Згідно з законами генетики кожен з батьків у будь-якому ряду родовідної передає своїм потомкам половину генетичної інформації, а тому генетична кореляція між генотипом батька чи матері і генотипом їх потомка складає $r_G = 0,5$; між сибсами також $r_G = 0,5$; між напівсибсами $r_G = 0,5 \times 0,5 = 0,25$ і т.д.

Рис.26

Кореляція між генотипом тварин і їх фенотипом, яка виражає критерій вірогідності оцінки племінної цінності за конкретною селекційною ознакою, визначається як $h = \sqrt{h^2}$.

Отже, щоб визначити племінну цінність тварини (A), необхідно перемножити так звані коефіцієнти шляхів Райта (споріднені зв'язки з пробандом) і одержану генетичну кореляцію між пробандом та джерелом інформації (r_G) помножити на коефіцієнт успадковуваності ознаки (h^2) і на фенотип джерела інформації (P):

$$A = r_G \times h^2 \times P.$$

Фенотипічні якості тварин за кількісними ознаками визначають шляхом порівняння фенотипу особи з середньою величиною фенотипу всіх особин (P), де проводиться добір (P-P). При цьому селекціоновані тварини повинні бути ровесниками за віком і знаходитись в однакових умовах середовища. З точки зору селекції абсолютні показники продуктивності тварин не мають цінності, якщо їх не можна порівняти з показниками продуктивності інших тварин, які знаходяться в аналогічних умовах середовища.

Таким чином, племінна цінність тварин – це генетична різниця між власним фенотипом, фенотипом батьків, або бічних родичів і фенотипом їх ровесників, скорегована на кореляцію між генотипом тварини (пробанд) і генотипом джерела інформації, за якою визначається племінна цінність.

$$A = r_G \times h^2 (P-P). \quad (1)$$

Відповідно до цих теоретичних позицій на рисунку 27 подається перелік методів оцінки племінної цінності, які використовуються в селекційній практиці, розроблених і систематизованих у роботах про-фесора М.З.Басовського (1983, 1994).

Рис.27

Оцінка племінної цінності за власним фенотипом. Якщо усунутий вплив середовища, то адитивну племінну цінність за власними показниками тварин можна визначити за такою формулою:

$$A = h_m^2 (P - P), \quad (2)$$

де P – фенотип тварини; P – середній фенотип ровесників тварини:

$$h_m^2 = \frac{mh^2}{1 + (m-1)t}, \quad (3)$$

де h^2 – коефіцієнт успадковуваності селекційної ознаки; m – кількість вимірювань ознаки; t – повторюваність ознаки.

Ступінь вірогідності оцінки племінної цінності за власними показниками визначають за формулою:

$$R_A = \sqrt{h_m^2}. \quad (4)$$

Наприклад, надій корови за 3 лактації дорівнює 5000 кг, а її ровесниць 4500 кг молока, коефіцієнт успадковуваності надою складає $h = 0,25$, коефіцієнт повторюваності $t = 0,5$. Згідно з формулою 2 племінна цінність корови дорівнює:

$$A = [3 \times 0,25 : (1 + (3-1) \times 0,5)] = (5000-4500) = 0,35 \times (+500) = +187,5 \text{ кг молока.}$$

Вірогідність оцінки племінної цінності складає $R = \sqrt{0,35} = 0,61$. Це означає, що надій дочок цієї корови буде перевищувати надій дочок інших корів у стаді на 187,5 кг молока з вірогідністю 61%.

Оцінка племінної цінності тварин за комплексом ознак власного фенотипу проводиться за допомогою селекційного індексу (I). Принципова модель селекційного індексу (I) має такий вираз:

$$I = \beta_1 (X_1 - X_1) + \beta_2 (X_2 - X_2) + \dots \beta_n (X_n - X_n), \quad (5)$$

де $\beta_1, \beta_2, \dots \beta_n$ – вагові коефіцієнти для кожної селекційної ознаки; $X_1, X_2, \dots X_n$ – фенотип тварин за окремою селекційною ознакою; $X_1, X_2, \dots X_n$ – фенотип ровесників тварин відповідних ознак.

Складений відповідно до цієї моделі індекс має такі важливі властивості: кореляція між генотипом тварини за комплексом ознак і селекційним індексом максимальна; максимально підвищена ймовірність, що в популяції (стаді) будуть відібрані тварини з найвищою племінною цінністю; добір тварин за індексом буде сприяти максимальному поліпшенню популяції (стада) за комплексом селекційних ознак.

Модель селекційного індексу передбачає також його економічну оптимізацію, яку здійснюють залежно від кількості селекційних ознак, інтенсивності добору тварин за кожною з них, кореляції між ними, мінливості, успадкованості, повторюваності і від економічної вартості кожного показника. Індексна оцінка племінної цінності здійснюється за допомогою спеціальних машинних програм на ЕОМ.

Оцінка племінної цінності за потомством. Оцінка за потомством є найбільш вірогідним методом визначення племінної цінності тварин, тому що в потомках проявляється спадковість батьків. На практиці цей метод застосовується в основному для визначення племінної цінності плідників, тому що від них як при штучному, так і при природному паруванні отримують велику кількість потомків.

Для оцінки плідників за потомством використовують формулу:

$$A = 2\epsilon (P-P), \quad (6)$$

де ϵ – коефіцієнт регресії фенотипу потомків на генотип плідника; P – середня продуктивність потомків; P – середня продуктивність ровесників потомків.

Коефіцієнти регресії племінної цінності плідника на фенотип потомків (ϵ) обчислюють за формулами:

– при оцінці плідників малоплідних тварин, наприклад, великої рогатої худоби, за n напівсибсів (напівбратів, напівсестер):

$$\epsilon_1 = \frac{0,25 \times n \times h^2}{1 + (n-1) \times 0,25 \times h^2}, \quad (7)$$

– при оцінці плідників багатоплідних тварин (свиней, птиці) за n сибсів (сестер, братів):

$$\epsilon_2 = \frac{0,5 \times n \times h^2}{1 + (n-1) \times 0,5 \times h^2} \quad (8)$$

де 0,25 та 0,5 – коефіцієнти генетичної кореляції відповідно між сибсами і напівсибсами.

Коефіцієнт регресії (ϵ) показує вірогідність оцінки плідників за потомством. Із формул 7 та 8 можна зробити висновок, що коефіцієнт вірогідності оцінки плідників залежить від кількості потомків (n) та від коефіцієнта успадкованості ознаки (h^2).

Вірогідність оцінки тварин за потомством залежить і від інших факторів, наприклад, у молочному тваринництві – від співвідношення кількості дочок бугая до кількості їх ровесниць; у птахівництві та свинарстві – від кількості гнізд та потомків плідників у розрахунку на одне гніздо. Тому, при оцінці плідників за потомством окремих видів тварин наведені вище формули модифікують.

У процесі утворення зиготи одна половина генетичної інформації передається від батька, друга – від матері. Тому для визначення племінної цінності плідника на основі продуктивності його потомків вираз $\epsilon (P-P)$ множать на коефіцієнт 2, тобто, передбачається, що потомки успадковують однаковий диференціал племінної цінності як від батька, так і від матері.

Оцінка племінної цінності за фенотипом предків. Оцінка племінної цінності тварин за фенотипом їх предків має ймовірний характер. Однак, для ремонтного молодняка, особливо для молодих бугайців і півнів-плідників, відповідно, за молочною та ячною продуктивністю, оцінка за походженням є єдиною можливістю визначити їх племінні якості.

Якщо племінна цінність батьків оцінена з великою вірогідністю ($v = 0,9$), то облік даних за другий, а тим більш за третій ряд предків не дасть додаткової інформації. При цьому слід завжди враховувати, що жіночі та чоловічі предки другого і подальших поколінь можуть передавати свої гени лише через безпосередніх родичів плідника (батька і матері). Крім того, згідно з коефіцієнтами шляхів Райта, з кожним поколінням регресія племінної цінності тварини на фенотип її предка, як уже зазначалося, зменшується на 0,5. Так, генетична кореляція між племінною цінністю пробанда і одним із предків в першому поколінні становить 0,5, другому – 0,25, третьому – 0,125, четвертому – 0,062 і т.д.

Наприклад, в індексі племінної цінності вплив батькового батька (діда) на генотип тварини при $h^2 = 0,5$ становить лише 0,01–0,06, у той час як вплив батька – 0,19–0,48, а матері – 0,21–0,24.

У другому ряду предків додаткову інформацію можна одержати тільки за даними продуктивності потомків батька матері, особливо за низькоспадковими ознаками, і коли для оцінки генотипу плідника (батька матері) відбирається велика кількість потомків. Наприклад, при $h^2 = 0,3$, регресія генотипу плідника на племінну цінність батька матері, оціненого за 100 дочками і більше, становить 0,16–0,17, а на племінну цінність матері – 0,12. При високому рівні вірогідності генотипу батька і матері регресія племінної цінності тварин третього та старших поколінь родовідної на генотип плідника близька до нуля. У практичній селекції про це нерідко забувають, а тому перебільшують значення племінної цінності родоначальників лінії, які знаходяться у 5–6-му, а іноді в 10-му поколінні родовідної плідників.

Індекс племінної цінності плідника за однією із селекційних ознак (А) на основі племінної цінності матері (A_M) і батька (A_B) можна визначити за формулою:

$$A = 0,5 A_M + 0,5 A_B. \quad (9)$$

Якщо племінну цінність матері ремонтного плідника записати у вигляді: $A_M = h_m^2 (P' - P)$, а батька – $A_B = 2v (P - P)$, то індекс племінної цінності плідника буде таким: $A = 0,5 \times h_m^2 \times (P' - P) + 0,5 \times 2v (P - P)$, або $A = 0,5 \times h_m^2 (P' - P) + v (P - P)$. Якщо вираз v і h_m^2 змінити формулами 7 і 8, тоді індекс племінної цінності плідника визначають за формулою:

$$A = \frac{0,5 \times m \times h^2}{1 + (m - 1) \times t} (P' - P) + \frac{0,25 \times n \times h^2}{1 + (n - 1) \times 0,25 \times h^2} (P - P). \quad (10)$$

Наприклад, 80 напівсестер за батьком ремонтного бугая Витязя 31 переважають своїх ровесниць на 200 кг молока. Мати цього бугая оцінена за продуктивність трьох лактацій. Різниця між її продуктивністю і середнім надоем корів стада, в якому одержали плідника, складає +500 кг молока. Успадковуваність надою в популяції була 0,25, повторюваність – 0,4.

Якщо підставити значення цих параметрів у формулу 10 та зробити відповідні розрахунки, то можна встановити, що індекс племінної цінності бугая Витязя буде таким:

$$A = \frac{0,5 \times 3 \times 0,25}{1 + (3 - 1) \times 0,4} \times 500 + \frac{80 \times 0,25 \times 0,25}{1 + (80 - 1) \times 0,25 \times 0,25} \times 200 =$$

$$0,21 \times 500 + 0,84 \times 200 = 105 + 168 = 273 \text{ кг молока.}$$

Якщо генетичну перевагу бугая обчислити у відносному вимірюванні, наприклад, за відношенням до середнього надою породи (3500 кг), то індекс племінної цінності становитиме:

$$A = \frac{3500 + 273}{3500} \times 100 = 107,8.$$

Вірогідність оцінки генотипу плідників визначають коефіцієнтом множинної кореляції (R_A) між його племінною цінністю і компонентами індексу. Якщо індекс племінної цінності плідника визначають за даними матері та батька, то його вірогідність обчислюють за формулою:

$$R_A = \sqrt{0,5 \times h_m^2 + 0,25v}, \quad (11)$$

де h_m^2 , σ – регресія племінної цінності плідника на племінну цінність матері та батька відповідно.

У наведеному прикладі регресія племінної цінності плідника на племінну цінність матері становить 0,42 і на племінну цінність батька – 0,84. Підставивши ці значення у формулу 11, одержимо вірогідність індексу племінної цінності:

$$R_A = \sqrt{0,5 \times 0,42 + 0,25 \times 0,84} = 0,65.$$

Отже, навіть при таких даних вірогідність племінної цінності бугая за інформацією батька та матері невелика. Тому добір ремонт-них плідників повинен бути спрямований на одержання їх від батьків з найвищим генетичним потенціалом та вірогідною оцінкою племінної цінності.

Оцінка за боковими родичами. У селекції багатоплідних тварин (птиця, свині, хутрові звірі) велике значення має оцінка і добір племінних тварин за боковими родичами – сибсами (брати і сестри) та напівсибсами (напівбрати, напівсестри). Впровадження у практику методу трансплантації і клонування дає можливість вести оцінку та добір за боковими родичами і в малоплідному тваринництві (велика рогата худоба, вівці). Оцінка за боковими родичами значно скорочує строк для оцінки племінних якостей тварин, тому що немає необ-хідності чекати інформацію про потомків.

Ймовірність оцінки племінної цінності за сибсами аналогічна ймовірності оцінки за потомством. Формула оцінки племінної цінності аналогічна формулі 6.

$$A = 2\sigma \times (P-P).$$

Вірогідність оцінки племінної цінності за фенотипом напівсибсів в 2 рази менша, ніж при оцінці за потомством чи оцінці за сибсами, тому що генетична кореляція між напівсибсами складає: $h = 0,25$, а між сибсами – в 2 рази більше ($h = 0,5$). Племінна цінність тварин за фено-типом напівсибсів оцінюється за формулою:

$$A = \sigma \times (P-P). \quad (12)$$

Тому для вірогідної оцінки племінної цінності тварин за напівсибсами необхідно враховувати в 2 рази більше тварин, ніж потомків чи сибсів.

Оцінка племінної цінності тварин за комплексом джерел інформації. Якщо визначають індекс племінної цінності тварин за даними різних джерел інформації (за власним фенотипом, фенотипом батька, матері та ін.), то використовують такий індекс:

$$I_a = k_1 (X_1 - X_1) + k_2 (X_2 - X_2) + \dots k_n (X_n - X_n), \quad (13)$$

де $k_1, k_2, \dots k_n$ – вагові коефіцієнти (часткові коефіцієнти регресії) відповідних джерел інформації (тварина, її батьки, потомки, бокові родичі); n – кількість джерел інформації, за якими визначається індекс племінної цінності; $X_1, X_2, \dots X_n$ – фенотип кожного джерела інформації за однією селекційною ознакою; $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots \bar{X}_n$ – середнє значення фенотипу ровесників (ровесниць) кожного джерела інформації.

При визначенні вагових коефіцієнтів використовують успадко-вуваність і повторюваність селекційної ознаки, генетичні кореляції між джерелами інформації (родичами) та генотипом тварини, а також кількість вимірювань ознаки (кількість потомків, кількість лактацій корів, кількість опоросів та потомків у свиноматок та ін.). Якщо визначається племінна цінність тварини за комплексом ознак і комплексом джерел інформації, то формули 5 і 13 об'єднують в єдину склад-ну генетико-математичну модель. Виконується ця робота на ЕОМ з використанням спеціальних машинних програм в інформа-ційно-обчислювальних центрах із селекції тварин.

ВПЛИВ РІЗНОМАНІТНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ

ОЦІНКИ ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ

Вірогідність оцінки племінної цінності тварин залежить від таких факторів: точності племінного і зоотехнічного обліку, умов середовища (рівень і тип годівлі, технологія утримання) для виявлення генетичної різниці між тваринами, кількості вимірів селекційних ознак (кількість лактацій у корів,

кількість опоросів у свиноматок, кількість потомків плідників і т.д.), впливу генетичних факторів (порода, породність, генетична група селекціонованих тварин). Точність визначення племінної цінності тварин залежить від того, як враховуються всі ці фактори при визначенні племінної цінності.

Оцінка племінної цінності з врахуванням впливу факторів середовища. Згідно з законом генетики про неоднакову реакцію генотипу на різні умови середовища, від дочок, наприклад, одного й того ж бугая, у стадах з різним рівнем годівлі та повноцінності раціону надають від 2000 до 8000 кг молока і більше. Тому неможливо провести правильну оцінку і визначити ранг племінної цінності бугаїв, якщо їх дочка лактують в різних умовах середовища.

Для правильної оцінки племінної цінності тварин необхідно виключити вплив середовища. Для цього оцінюваним тваринам необхідно створювати оптимальні умови утримання та годівлі, спрямовані на максимальну реалізацію їхніх генетичних можливостей. Крім того, умови середовища для всіх селекціонованих тварин повинні бути стандартизованими.

Лише в однакових і оптимальних умовах середовища можна правильно визначити ранг тварин за рівнем їх племінної цінності.

Для стандартизації умов вирощування та оцінки ремонтних плідників створюють спеціальні контрольно-випробні станції, так звані елевери, у скотарстві, свинарстві та вівчарстві. Якщо ж ремонтних плідників вирощують у різноманітних умовах племінних господарств, то це ускладнює ефективний їх добір за племінними якостями, внаслідок чого знижується генетичний прогрес у породі.

Аналогічні вимоги до умов середовища ставляться і при оцінці плідників за потомством. У молочному тваринництві у стадах, виді-лених для оцінки бугаїв за потомством, створюють контрольні ферми, на яких дочка перевірюваних бугаїв перебувають в однакових умовах годівлі та утримання. У м'ясному скотарстві та свинарстві для оцінки генетичних властивостей плідників за відгодівельними і м'ясними якостями вирощування та відгодівлю потомства проводять на спеціальних контрольно-випробних станціях. У птахівництві стандартизацію умов середовища для ремонтних плідників та їх потомків узгоджують з технологією племптахо заводів і товарних птахофабрик. Якщо технологія утримання (на підлозі або кліткове) та годівлі (спецраціони) птиці в товарних стадах буде значно відрізнятися від технології племінних заводів, то генетичні можливості кросів не будуть повністю реалізовані на товарних птахофабриках.

Для порівняльної оцінки генетичних можливостей різних ліній та кросів, виведених у різних племптахо заводах, організовують конкурсні випробування птиці в стандартизованих оптимальних умовах середовища на спеціальних зональних, або міжзональних станціях. Таким чином, стандартизація умов годівлі та утримання при оцінці і доборі тварин за власними показниками і за потомством дає змогу усунути вплив середовища і цим самим правильно оцінити їх племінні якості. Впровадження цього методу в широку практику дає змогу значно підвищити ефективність племінної роботи.

Але умови середовища для оцінюваних тварин не повинні значно відрізнятися від умов середовища, що створюються для їх потомків, тому що при цьому може змінитися напрям відбору. У першу чергу це стосується плідників, якими комплектують племпід-приємства штучного осіменіння. Наприклад, якщо бугаї-плідники будуть оцінюватись у племзаводах на високому рівні годівлі і утримання, а їх потомки будуть використовуватись в товарних господарствах у зовсім інших умовах середовища, то це призведе до значного зниження продуктивних і експлуатаційних можливостей тварин. Під впливом природного відбору такі тварини передчасно вибувають із стада.

Найвищий рівень продуктивності спостерігається у тих тварин, які найбільш пристосовані до конкретних умов середовища: раціон годівлі, технологія утримання, клімат і мікроклімат в приміщеннях тощо.

Найважливіші фактори середовища, до яких належать рівень годівлі та технологія утримання, можна не враховувати, якщо під-контрольним тваринам створити стандартні умови на контрольно-випробних станціях або фермах. Однак, вирівняти, наприклад, дочок бугаїв на контрольних фермах за їх віком, сезоном отелення, тривалістю лактації та іншими випадковими факторами неможливо, а без усунення впливу зазначених факторів оцінка племінної цінності бугаїв за продуктивністю дочок буде дещо неточною.

Так, різниця між надоями корів-первісток, тривалість лактацій у яких 240 і 305 днів, при високому рівні продуктивності становить 988 кг молока, середньому – 752 і низькому – 618 кг молока. Регресія надоя на один день лактаційного періоду коливається від 9,73 кг до 13,80 кг молока ($p \leq 0,001$).

Тривалість лактаційного періоду залежить від тривалості сервіс- та сухостійного періодів.

Враховуючи те, що ці параметри більш як на 90% залежать від господарських, тобто, факторів середовища, для правильної оцінки генотипу корів слід усунути вплив тривалості лактаційного періоду. Цей фактор впливає на оцінку не тільки корів, а й бугаїв-плідників за потомством. Порівняльна оцінка бугаїв-плідників чорно-рябої породи за надоем їх дочок, скоригованим і нескоригованим на тривалість лактаційного періоду, показала, що із 34 бугаїв в 9-ти різко змінилася оцінка. Наприклад, 27 дочок чорно-рябого бугая № 157 мали середню тривалість лактаційного періоду 295 днів, а їх ровесниці – 280. Надій дочок становив 3419 кг молока, що вище, ніж у ровесниць, на 91 кг. Після внесення корекції надою на тривалість лактації (регресія надою на один день лактації становила 8 кг молока) виявилось, що надій дочок цього бугая нижчий, ніж ровесниць, на 29 кг молока (табл.38).

На фенотип тварин впливає також сезон отелення (табл.39). Згідно з господарсько-кліматичними умовами для одержання високих надоїв найсприятливішими є осінньо-зимові отелення, гіршими є весняно-літні (травень–серпень). Різниця між сприятливими та несприятливими місяцями отелення залежно від рівня продуктивності корів у стадах досягає 306–501 кг молока, що становить 9,5–11,4% до середньої продуктивності за лактацію (Басовський М.З., 1983). Аналогічні дані подає А.П.Баніс (1988) в результаті досліджень, проведених на коровах червоної литовської породи. Різниця між надоем корів зимового та літнього отелень становить 470 кг, або 13,9% на користь перших. Оцінка бугаїв з урахуванням та без урахування цього фактора також дає різні результати.

Таблиця 38 – Порівняльні дані оцінки бугаїв за надоем їх дочок,

скориговані і нескориговані на тривалість їх лактації

Інв. № бугая	Кількість дочок	Середня тривалість лакт., дн.	Без корекції на тривалість лактації, кг			З корекцією на тривалість лактації, кг		
			надій дочок	надій ровесниць	різниця між надоем дочок і ровесниць	надій дочок	надій ровесниць	різниця між надоем дочок і ровесниць
23	46	263	3222	3253	-31	3634	3572	+62
157	27	295	3419	3328	+91	3515	3544	-29
197	30	276	3305	3227	+78	3587	3594	-7
399	79	282	3622	3486	+136	3847	3813	+34
1801	14	266	3341	3381	-40	3719	3671	+48

Значно впливає на надій корів-первісток вік їх отелення, що проявляється збільшенням надою від 176 до 273 кг молока, або від 5,6 до 8,1% від середнього надою за 305 днів лактації. При середньому та низькому рівні продуктивності стад чорно-рябої породи найвищий надій одержали від корів, які отелилися у віці 33–42 міс., при високому у 27–32 міс. Регресія надою на збільшення віку першого отелення на 1 міс. (від 24 до 42 міс.) при низькому рівні продуктивності становить 7,2 кг, середньому –18,8 і високому – 24,8 кг молока ($p \leq 0,001$). Оцінка 25 бугаїв за продуктивністю їх дочок з урахуванням і без урахування віку їх першого отелення показала, що результати її змінилися більш як у половини плідників. Наприклад, після коригування даних на цей фактор бугай, інвентарний номер якого 626, з

погіршувача пере-творився в нейтрального, а бугай № 37132 з нейтрального – у по-ліпшувача, у бугая № 826 оцінка не змінилася.

Таким чином, для правильної оцінки генотипу тварин молочної худоби необхідно враховувати вплив випадкових факторів середовища (тривалості лактаційного періоду, сезону та віку першого отелення та ін.), а також взаємодію між ними.

Аналогічні фактори середовища враховуються при визначенні племінної цінності інших видів тварин: у вівчарстві – тип народження (одинці, двійні), вік і стать ягнят; у свинарстві – вік і жива маса тварин; у птахівництві – спосіб утримання (напільне, у клітках), дата виведення молодняку тощо.

Оцінка племінної цінності з урахуванням генетичних факторів. Ефективність селекції тварин значною мірою залежить від того, чи враховується при оцінці племінної цінності тварин вплив не тільки факторів середовища, а й генетичних факторів. До них відносять: генетичну групу плідників (молоді перевірювані плідники, відбрані поліпшувачі за якістю потомства), плідники поліпшуючої і поліпшу-вальної порід при схрещуванні, кровність помісних тварин, взаємодія між генотипом і середовищем та ін.

Таблиця 39 – Значення коригуючих факторів для надою корів-первісток

	Фактори	Значення градацій факторів і поправок				
		1	2	3	4	5
Вік першого отелення	Градації фактора,					
	число місяців	24–26	27–29	30–32	33–35	36–38
	Поправка, кг					
	молока	-96	-84	+41	+80	+59
Сезон отелення	Градації фактора,					
	№ місяці	1–4	5–8	9–12	-	-
	Поправка, кг					
	молока	+69	-123	+63	-	-
Сервіс-період	Градації фактора,					
	число днів	20–79	80–139	140–199	200 і >	-
	Поправка, кг					
	молока	-290	+40	+112	+92	-

Одним із важливих елементів методики оцінки плідників за потомством є корекція племінної цінності на вплив генетичного тренду. Під генетичним трендом слід розуміти динаміку рівня генетичного потенціалу популяцій. Для прикладу наведемо дані про бугаїв-плідників чорно-рябої породи Ленінградської області (Басовський М.З., 1983). В 70-х роках у цій популяції широко використовували трьох плідників: Кеймпе 37132, Атхо 15 і Гуланта 76. Дані таблиці 40 і рисунка 28 показують, що в результаті постійного росту генетичного потенціалу популяцій (в середньому за рік на 20 кг молока) генетична перевага цих бугаїв знижувалася при зберіганні їх рангів. Якщо у бугая Кеймпе 37132 після дев'яти років використання ще збереглася генетична перевага над породою (+146 кг молока), то у

плідників Атхо 15 та Гуланта 76 вона знизилася відповідно до +20 і –12 кг молока, і подальше їх використання стало неефективним. Причиною зниження генетичної переваги плідників у популяціях є те, що при постійному підвищенні генетичного потенціалу корів за рахунок введення у стадо молодих продуктивніших тварин, генетичні властивості плідників у часі не змінюються.

Рис.28

Таблиця 40 – **Зміна племінної цінності бугаїв за надоем під впливом генетичного тренду**

Кличка та інв.№ бугая	Перший рік оцінки		П'ятий рік оцінки		Дев'ятий рік оцінки	
	кількість дочок	ПЦ за надоем	кількість дочок	ПЦ за надоем	кількість дочок	ПЦ за надоем
Кеймпе 37132	226	+460	692	+202	1123	+146
Атхо 15	254	+376	92	+80	35	+20
Гуланта 76	130	+266	856	+23	165	-12

Аналогічна закономірність встановлена і на інших популяціях. На основі одержаних матеріалів можна зробити такі висновки:

- осіменіння маток спермою перевірюваних бугаїв потрібно провести так, щоб у короткий строк (1–2 роки) на великому поголів'ї дочок (не менше 100) і в достатньо великій кількості стад одержати вірогідні дані про їх племінну цінність;

- після оцінки за потомством сперму бугаїв-поліпшувачів слід використовувати для осіменіння корів протягом 1–2 років, тому що під впливом генетичного тренду з кожним роком його генетична перевага в породі знижується;

- при доборі батьків бугаїв і батьків корів необхідно використовувати певну інформацію про їх племінну цінність, одержану в різних стадах *активної частини популяції* (племінні заводи, племінні та товарні стада, виділені для оцінки бугаїв за потомством).

Корекція племінної цінності тварин на вплив генетичного тренду має надзвичайно велике значення при складанні плану замовного парування для одержання ремонтних бугайців.

Наприклад, у популяції, де середньорічний генетичний тренд становить +30 кг молока, у групу матерів бугаїв відібрана корова із середнім надоем 7000 кг молока за перші три лактації, що переважає середню продуктивність стада на 1000 кг. Коефіцієнт успадкованості надою за 3 лактації становить $h^2 = 0,4$. Отже, племінна цінність корови дорівнює: $1000 \text{ кг} \times 0,4 = 400 \text{ кг}$ молока. Корову осіменили спермою бугая-поліпшувача з племінною цінністю +150 кг молока. Від цього підбору народився бугаєць, який в 7-річному віці після оцінки за потомством виявився нейтральним. Відповісти на запитання, чому від видатних батьків одержали поганого потомка, допоможуть такі розрахунки. Очікуваний індекс племінної цінності бугая на основі племінної цінності його батьків становить $0,5 (400 + 150) = +275 \text{ кг}$ молока. Проте, з моменту утворення зиготи (майбутнього бугайця) до одержання результатів оцінки бугая за потомством пройшло близько восьми років (9 міс. – ембріональний і 7 років – постембріональний періоди). За цей час генетичний потенціал популяції підвищився на $(30 \text{ кг} \times 8) = 240 \text{ кг}$ молока, а генотип бугая залишився незмінним. Отже, генетична перевага плідника в породі знизилася до $(275 - 240) = 35 \text{ кг}$ молока.

Рис. 29

Таким чином, *племінна цінність конкретної тварини не являє собою якусь постійну величину, вона весь час змінюється, і якщо у стаді чи популяції ведеться прогресивна селекція, то вона щороку*

знижується. Корекція племінної цінності батьків на вплив генетичного тренду дає змогу точніше прогнозувати результати добору та підбору і тим самим підвищувати їх ефективність. Генетичний тренд впливає також на результати використання бугаїв-плідників (батьків корів), виділених для одержання від них ремонтних телиць.

Другим генетичним фактором, який впливає на точність оцінки племінної цінності є породність тварин при міжпородному схрещуванні. Наприклад, у молочному тваринництві України вся молочна худоба схрещується з бугаями зарубіжної селекції, у першу чергу з голштинськими плідниками. Для правильної оцінки голштинських бугаїв використовується методика порівняння продуктивності однокласових дочок і ровесниць (Басовський М.З., Рудик І.А., Буркат В.П., 1992).

Оцінку племінної цінності бугаїв при міжпородному схрещуванні проводять за такою формулою:

$$G = \frac{2\sigma \sum [W_{ijk} (D_{ijk} - P_{ijk})]}{\sum W_{ijk}}, \quad (14)$$

де σ – регресія племінної цінності бугая на кількість його дочок;

$$\sigma = \frac{W}{W-K}, \quad (15)$$

де W - ефективна кількість дочок, яку визначають за формулою:

$$W = \frac{n_{ijk} \times n'_{ijk}}{n_{ijk} + n'_{ijk}}, \quad (16)$$

де n – кількість дочок i -го генотипу в j -му році k -му стаді; n' – кількість ровесниць відповідного генотипу, року і стада.

$$K = \frac{4 - h^2}{h^2}, \quad (17)$$

де h^2 – коефіцієнт успадкованості ознаки; D_{ijk} – продуктивність дочок i -го генотипу, j -го року k -го стада; P_{ijk} – продуктивність однокласових (i) ровесниць того ж j -го року в k -ому стаді.

Для визначення σ -коефіцієнта можна користуватися даними таблиці 41.

Для прикладу наводимо дані по стаду колгоспу “40 років Жовтня” Київської області, де проводилось схрещування чорно-рябих корів з голштинськими бугаями. У цьому стаді поголів'я корів-пер-вісток розділено таким чином: 302 чистопородні корови чорно-рябої породи з надоем 3488 кг, 160 голів 1/2-кровності за голштинською породою з надоем 3837 кг, 27 голів 3/4-кровності з надоем 3626 кг, 14 голів 5/8-кровності з надоем 3785 кг, 182 голови 1/4-кровності з надоем 3487 кг і 39 голів 1/8-кровності з надоем 3560 кг молока. Середній надій 422 помісних корів становив 3560 кг молока.

Таблиця 41– Коефіцієнти регресії індексу племінної цінності плідника на його генотип залежно від кількості потомків

Кількість потомків	Коефіцієнт регресії при h^2		Кількість потомків	Коефіцієнт регресії при h^2	
	0,25	0,50		0,25	0,50

15–19	0,58	0,68	90–99	0,88	0,92
20–24	0,64	0,74	100–119	0,89	0,93
25–29	0,70	0,78	120–139	0,90	0,94
30–34	0,73	0,81	140–159	0,91	0,95
35–39	0,75	0,83	160–179	0,92	0,96
40–44	0,77	0,85	180–199	0,93	0,97
45–49	0,79	0,87	200–299	0,95	0,98
50–59	0,81	0,88	300–399	0,96	0,98
60–69	0,83	0,89	400–499	0,97	0,99
70–79	0,85	0,90	500 і >	0,98	0,99
80–89	0,87	0,91			

Помісні корови є дочками кількох голштинських бугаїв. Для прикладу наводимо розрахунки племінної цінності плідника Вазона 52. Середній надій дочок бугая становив 3547 кг, в т.ч. 3459 кг у 18 напівкровних за голштинською породою дочок, 3634 – у 14 дочок 3/4-кровності, 3738 кг у 2 дочок 5/8-кровності. Якщо підбирати ровесниць без урахування їх генотипу, то до них будуть віднесені і чистопородні чорно-рябі первістки, а також помісі всіх генотипів, які є у стаді. Середня продуктивність таких ровесниць становить 3587 кг. Племінна цінність плідника Вазона 52 без урахування цього фактора становить:

$$G = 2 \times 0,64 \times (3547 - 3507) = +51,2 \text{ кг.}$$

Оцінка Вазона 52 шляхом порівняння продуктивності його дочок з однокласниками ровесницями за вищевикладеною методикою показала протилежні результати і цей бугай фактично виявився погіршувачем з племінною цінністю –174 кг (табл.42).

Таблиця 42 – Вихідні дані для оцінки племінної цінності бугая Вазона 52

Генотип дочок	Дочки		Ровесниці		W _i	(D _i -P _i)	W _i (D _i -P _i)
	%	надій, кг	%	надій, кг			
1/2ЧР + 1/2Г	18	3459	142	3660	16,0	-201	-3216,0
1/4ЧР + 3/4Г	14	3634	13	3636	6,7	-2	-13,4
3/8ЧР + 5/8Г	2	3738	12	3792	1,7	-54	-91,8

$$G = \frac{2 \sum [W_{ijk} (D_{ijk} - P_{ijk})]}{\sum W_{ijk}} = \frac{-3321,2}{24,4} = 2 \times 0,64 \frac{-131,1}{24,4} = 2 \times 0,64 (-131,1) = -174 \text{ кг.}$$

Аналогічна закономірність встановлена при оцінці бугаїв-плідників у інших стадах.

В останні роки, у зв'язку з широким впровадженням у племінну роботу ЕОМ, для оцінки племінної цінності тварин, з урахуванням численних генетичних факторів і факторів середовища, використовують метод *BLUP* (Best Linear Unbiased Prediction – найкращий лінійний незміщений прогноз). Він був розроблений і впроваджений у США в 70-х роках (Henderson С., 1974). З теоретичної точки зору цей метод вважається найбільш обґрунтованим.

Метод *BLUP* дуже широко застосовується при оцінці племінної цінності бугаїв-плідників за потомством, для чого використовується така математична модель:

$$Y_{ijklm} = M + G_i + S_{ij} + (HYS)_k + e A_{ijklm} + e_{ijklm}, \quad (18)$$

де Y_{ijklm} – фактичне значення продуктивності дочок оцінюваного бугая, кг молока; M – середнє значення продуктивності ровесниць; G_i – ефект i -ї генетичної групи плідників (бугаїв групують, наприклад, за роком народження: $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$); S_{ij} – випадковий ефект i -го бугая в середині j -ї генетичної групи ($j = 1, 2, \dots$); (HYS) – ефект k -го стаду - року - сезону; A_{ijklm} – фіксований ефект віку першого отелення, який

розглядають як неперервну перемінну; b – коефіцієнт регресії надою на вік першого отелення; e_{ijklm} – ефект неврахованих факторів.

За допомогою цієї моделі на ЕОМ обчислюють скориговане на фактори значення продуктивності дочок і ровесниць перевірюваних бугаїв. А далі, згідно з загальноприйнятою методикою, на основі різниці між продуктивністю дочок і ровесниць визначають племінну цінність перевірюваних бугаїв за формулою 6.

Наведена модель BLUP може бути значно розширена за рахунок включення в неї додаткових факторів, які підвищують вірогідність оцінки племінної цінності тварин.

ОЦІНКА ГЕНЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТВАРИН

Правильна оцінка генетичних можливостей тварин і визначення умов середовища, необхідних для їх реалізації, а також розробка методів підвищення генетичного потенціалу мають важливе значення для теорії і практики селекції сільськогосподарських тварин.

Під генетичним потенціалом слід розуміти здатність тварин показати максимальний рівень продуктивності в оптимальних умовах середовища, спрямованих на максимальне проявлення генотипу.

Слід розмежовувати генетичний потенціал на: 1) видовий; 2) по-родний; 3) популяційний; 4) груповий (стадо, лінія, родина, споріднена група); 5) особистісний. Наприклад, середній надій молочних і молочно-м'ясних порід худоби у кращих стадах світу, який становить біля 6000 кг молока, характеризує видовий рівень молочної продуктивності. Генетичний потенціал чорно-рябої породи світу складає біля 7000 кг молока, а американської популяції голштинської худоби – 8500 кг, кращі голштинські стада мають надій більше 10000 кг молока. Індивідуальний рекорд за надоєм, який належить голштинській корові Бічер Арліна Еллен, складає за 3 лактацію 25247 кг молока.

Оцінити генетичний потенціал можна на основі проведення спеціальних експериментів щодо породовипробування на контрольно-випробних станціях і популяційно-генетичних розрахунків.

На основі сучасних досягнень популяційної генетики генетичний потенціал стада (популяції) тварин за однією селекційною ознакою можна оцінити при міжпородному схрещуванні за такою формулою:

$$A = B - 2 F_1 + G_A, \quad (19)$$

де A – генетичний потенціал поліпшуваної породи за селекційною ознакою; B – генетичний потенціал поліпшувальної породи; F_1 – генетична перевага помісей першого покоління над ровесницями поліпшуваної породи; G_A – ефект гетерозису.

Ця формула виводиться на основі закону адитивного типу успадкування продуктивності тварин в першому поколінні при міжпородному схрещуванні:

$$F_1 = 0,5 (B - A) + G_A, \quad (20)$$

де 0,5 – ступінь передачі генетичної інформації потомкам від одного із батьків.

Популяційно-генетичні методи оцінки генетичного потенціалу наведемо на прикладі молочної продуктивності худоби.

Вітчизняний та зарубіжний досвід показує, що відхилення від адитивного характеру успадкування молочної продуктивності худоби незначні і в практичній селекції їх неможливо правильно оцінити. Тому при міжпородному схрещуванні гетерозис за молочною продуктивністю не спостерігається. У зв'язку з цим, вводити в формулу (19) фактор гетерозису (G_A) недоцільно. У птахівництві та свинарстві ефект гетерозису спостерігається при схрещуванні спеціалізованих порід і ліній, а тому в формулі ефект гетерозису враховується.

За допомогою формули (12) можна оцінити генетичний потенціал за надоєм чистопородних стад поліпшуваних порід при схрещуванні молочної та молочно-м'ясної худоби. Якщо у стаді не застосовують схрещування, то генетичний потенціал чистопородних тварин можна оцінити, як уже зазначалося, на контрольно-випробній станції, де створюють оптимальні умови годівлі і утримання, які сприяють максимальній реалізації генотипу тварин.

Для правильної оцінки генетичного потенціалу молочних порід худоби необхідно використати дані, одержані у стадах, де створюють умови для максимальної реалізації генетичних можливостей. У племінних стадах створюють умови близькі до оптимальних.

Голштинська порода північноамериканської селекції є кращою спеціалізованою молочною породою у світі. Її широко викори-стовують у нас та в багатьох інших країнах як поліпшувальну, і вона є своєрідним мірилом оцінки генетичного потенціалу (Oldenbroc, 1974; Cunningham, 1974; Krychowski, 1976; Захарієв та ін., 1977; Konbik, Novac, 1978; Powell, Norman, Dickinson, 1982; Kliwer, 1982; Прохоренко П.Н, Логінов Ж.Г., 1985). Зарубіжні вчені вважають, що в кінці 70-х і на початку 80-х років генетичний потенціал за надоем голштинської худоби становив близько 8000 кг молока. В США поставлено завдання до 2000 року підвищити потенціал тварин цієї породи до 9000 кг молока. Враховуючи, що за останні 10 років серед-ньорічний темп генетичного поліпшення худоби становить 50 кг молока, можна чекати, що за період з 1980 по 2000 рр. генетичний потенціал породи збільшиться на 1000 кг ($20 \times 50 = 1000$ кг) і досягне рівня 9000 кг молока.

У племінних стадах України голштинські помісі (в середньому за всі відомі лактації) мали найбільшу перевагу над ровесницями чорно-рябої породи в середньому на 1000 кг молока, червоної породи – на 1200–1300, симентальської – на 1500–1800 кг.

На основі цих матеріалів і відповідно до формули 19 можна визначити генетичний потенціал вітчизняних порід худоби. Так, у племінних стадах генетичний потенціал чорно-рябої породи становить: $B = 8000 - (2 \times 1000) = 6000$ кг.

Генетична різниця за надоем між стадами господарств різних категорій (держплемзаводи, племінні та товарні) становить в середньому близько 500 кг молока (Басовський М.З., 1986). Отже, генетичний потенціал товарних стад нижчий на 500 кг молока і у чорно-рябої породи він становить близько 5500 кг молока. Анало-гічним способом встановлено, що генетичний потенціал червоної породи 5500 кг, а симентальської породи – 5000 кг молока.

Таким чином, можна вважати, що генетичний потенціал основних порід молочної худоби (чорно-рябої, палево-рябої, червоної і бурої) досягає 5000–5500 кг молока. Однак, на практиці він реалізується лише на 50%.

Для оцінки генетичного потенціалу (A) окремих чистопородних тварин рекомендується використовувати таку модель:

$$A = A_{\text{п}} + 0,5 (A_{\text{б}} + A_{\text{м}}), \quad (21)$$

де $A_{\text{п}}$ – генетичний потенціал породи; 0,5 – ступінь передачі генетичної інформації потомкам від одного із батьків; $A_{\text{б}}$ і $A_{\text{м}}$ – відповідно, племінна цінність батька і матері.

Для прикладу візьмемо дані в племінних стадах чорно-рябої худоби: генетичний потенціал породи становить 6000 кг молока, племінна цінність батька +300 кг, племінна цінність матері +400 кг молока. На основі цих даних генетичний потенціал потомків, одержаних від цих батьків, буде становити:

$$A = 6000 + 0,5 \times (300 + 400) = 6350 \text{ кг.}$$

Генетичний потенціал помісей першого покоління, одержаних при міжпорідному схрещуванні (A_{F1}), можна оцінити за формулою:

$$A_{\text{F1}} = A + 0,5 (B - A) + \epsilon A_{\text{б}}, \quad (22)$$

де 0,5 – ступінь передачі генетичної інформації потомкам від одного із батьків; A і B – генетичний потенціал тварин, відповідно, поліпшуваної і поліпшувальної порід; ϵ – коефіцієнт повторюваності племінної цінності бугаїв, оцінених в різних стадах (популяціях); $A_{\text{б}}$ – племінна цінність батька тварини – плідника поліпшу-вальної породи.

Генетичний потенціал тварин другого, третього і подальших поколінь можна оцінити за формулою:

$$A_{\text{Fi}} = A_{\text{Fi-1}} + 0,5 (A_{\text{Fi}} - A_{\text{Fi-1}}) + \epsilon \times A_{\text{б}}, \quad (23)$$

де A_{Fi} – генетичний потенціал тварин i-го покоління; $A_{\text{Fi-1}}$ – генетичний потенціал тварин попереднього покоління.

Наприклад, сперму червоно-рябого голштинського бугая Імпрувера 333471, завезеного із Канади, використовували в племін-ному заводі “Шамрайвський” Київської області. 58 його дочок мали надій за першу лактацію 3917 кг молока і переважали симентальських ровесниць на 1291 кг молока. При

порівнянні надою напівкровних його дочок з однокласичними ровесницями (дочками інших дев'яти голштинських бугаїв) племінна цінність цього плідника становила +456 кг молока. Використання його сперми в племінному заводі “Шамраївський” відповідно до формули 5 забезпечило одержання у F_1 із таким генетичним потенціалом за надоєм: $A_{F1} = 5000 + 0,5 \times (8000 - 5000) + 0,6 \times 456 = 6773$ кг молока, де 5000 – генетичний потенціал симентальської худоби; 8000 – генетичний потенціал голштинської худоби; 0,6 – коефіцієнт повторюваності племінної цінності бугаїв. У товарних стадах генетичний потенціал дочок бугая Імпровера буде нижчим, як уже зазначалося, на 500 кг і становитиме 6273 кг молока. Якщо напівкровним тваринам за голштинською породою створити такі умови годівлі і утримання, яких потребує їх генотип, то від них можна було б одержати близько 6200–6700 кг молока. Однак, на практиці, високий потенціал цих тварин був реалізований лише на 50–60%.

Сперма плідника Імпровера 333471 використовувалася і в інших регіонах. За даними Б.А.Багрія і М.Г.Співака (1989), у держплемзаводі ім.Леніна Тамбовської області 57 дочок цього бугая мали надій за першу лактацію 4473 кг і переважали симентальських ровесниць на 990 кг молока. Порівняння надою дочок бугая Імпровера з надоєм однокласичних ровесниць (напівкровних дочок інших п'яти голштинських бугаїв) показало, що різниця “дочки-ровесниці” становить +347 кг молока.

Якщо провести оцінку генетичного потенціалу напівкровних корів-дочок бугая Імпровера за формулою 22, то виявляється, що різниця між даними племзаводів ім.Леніна і “Шамраївський” становить лише 65 кг молока, чим можна знехтувати.

К о н т р о л ь н і п и т а н н я

1. Дати визначення генотипу, фенотипу, середовищу і племінній цінності.
2. Принципи оцінки тварин за якісними ознаками.
3. Принципи оцінки тварин за кількісними ознаками.
4. Методи визначення племінної цінності за кількісними ознаками.
5. Оцінка племінної цінності за власним фенотипом по одній ознаці і комплексу ознак, по одному джерелу інформації та комплексу джерел інформації.
6. Оцінка племінної цінності за фенотипом потомства.
7. Оцінка племінної цінності за фенотипом предків.
8. Оцінка племінної цінності за фенотипом бокових родичів.
9. Вірогідність оцінки племінної цінності.
10. Вплив генетичних факторів, факторів середовища на точність оцінки племінної цінності. Принципи коригування племінної цінності на вплив факторів.
11. Що таке генетичний тренд і як він впливає на племінну цінність?
12. Генетичний потенціал і методи його визначення.

Р о з д і л 7

В І Д Б І Р

С У Т Ь В І Д Б О Р У

Поліпшення стад і порід сільськогосподарських тварин, а також перетворення їх спадковості в бажаному напрямі досягається в основному шляхом відбору і підбору. Щоб відбулося генетичне поліпшення тварин окремого стада, або породи в цілому, необхідно на протязі декількох поколінь отримувати потомство від кращих за господарсько-корисними ознаками особин і вилучати з розведення тварин з небажаними якостями. Внаслідок цілеспрямованого відбору тварин на протязі декількох поколінь в генотипі особин відбувається накопичення генів, які контролюють високий рівень продуктивності.

Отже, *відбір – це цілеспрямований метод генетичного поліпшення тварин шляхом одержання потомства від найбільш цінних у господарському відношенні особин.*

Наприклад, в популяціях молочних порід худоби чисельністю 100 тис. корів, щорічно народжується біля 50 тис.бугайців, а в розмноженні популяції бере участь з них лише 20–30 найбільш цінних плідників-поліпшувачів якості потомства.

Відбір здійснюється в такій послідовності: 1) визначення походження тварин на основі родовідних батьків; 2) оцінка фенотипічних властивостей тварин (екстер'єр, конституція, розвиток, продуктивність, здоров'я, відтворна функція і т.д.); 3) оцінка племінної цінності за основними селекційними ознаками; 4) визначення стан-дартів відбору за селекційними ознаками; 5) комплектування селекційних груп кращими тваринами за рівнем їхньої продуктивності і племінною цінністю.

Відтворення окремого стада і породи в цілому відбувається на основі штучного та природного відбору.

Штучний відбір здійснюється людиною і направлений на одержання тварин з бажаними якостями. З точки зору генетики штучний відбір спрямований на збільшення у стаді (популяції) концентрації генів, які сприяють одержанню тварин з бажаними якостями.

Природний відбір – це складний процес, що проявляється у виживанні у стаді особин, найбільш пристосованих до умов середовища, які забезпечує людина. Причому, менш життєздатні особини вилучаються з відтворення стада: вони або гинуть у молодому віці, або їх вибраковує селекціонер або вони мають низьку відтворну здатність. Отже, селекціонер відбирає на плем'я найбільш продуктивних особин, а природний відбір вилучає з розведення тих із них, які не пристосовані до даних умов середовища. Тому на практиці дуже часто природний і штучний відбір діють у протилежних напрямках.

Історія теорії відбору. Основоположником вчення про відбір є англійський вчений Ч. Дарвін (1809–1889). В основі його еволюційної теорії лежить відбір як головна рушійна сила, що перетворює тваринний та рослинний світ. Основне в дарвінізмі як науковій системі – природний відбір. Однак, Ч. Дарвін глибоко розглянув і обґрунтував також теорію штучного відбору. Він не тільки визначив суть штучного відбору, але й диференціював його на методичний і несвідомий. Ним було встановлено, що мінливість надає матеріал для відбору. Ймовірність появи бажаних змін у спадковості тварин зростає із збільшенням кількості особин у популяції.

Ч. Дарвін підкреслював, що відбір здійснювався людьми ще в найдавніші часи, але без намірів створити якусь породу. Людина прагнула зберегти, або отримати по можливості кращу, більш корисну тварину, збільшуючи у стаді кількість потомків від таких особин. Такий відбір Ч. Дарвін назвав несвідомим.

Процес удосконалення існуючих порід і створення нових в умовах культурного ведення тваринництва відбувається під дією методичного відбору. Характерними особливостями його є: цілеспрямованість в одержанні намічених результатів, генетична оцінка ознак і властивостей тварин та виділення у стаді селекційних груп.

Вчення Ч. Дарвіна про відбір і еволюцію було використано на практиці, що дало змогу на цій основі піти далеко вперед по шляху створення і поліпшення порід у тваринництві і сортів у рослинництві.

Основним у дарвінській теорії відбору і еволюції є *індивідуальна мінливість* особин у популяції за морфологічними, фізіологічними та іншими ознаками. Кількість і різноманітність спадкових змін у тварин, як незначних, так і дуже важливих, нескінченні. Неможливо знайти двох повністю однакових за всіма ознаками особин. Індивідуальна мінливість випадкова і спрямована. Індивідуальні зміни успадковуються. Основною рушійною силою еволюції є відбір.

Дарвінська концепція еволюції перевірена в експериментах і підтверджена великою кількістю фактичних даних. Однак, ще при житті Ч.Дарвіна вона піддавалась сумнівам. Противники дарвінського вчення обстоювали уявлення про зливу спадковості, яка пояснювала, що “внесок” батьків у спадковість потомства має проміжний характер, тобто, змішується. Тому вони відкидали спадкову мінливість.

Теорія дискретної спадковості, розроблена Г. Менделем (1824–1884) підтвердила справедливність дарвінського вчення. Кожний з батьків передає своєму потомкові однакову кількість генів, проте вони дискретні, тобто, не змішуються, не здатні змінити інформацію, записану в них, і передаються наступному поколінню в тій же формі, в якій були одержані від попереднього покоління. Гени здатні мутувати, домінувати або модифікувати дію інших генів.

Однак синтез дарвінізму і генетики відбувся тільки на початку XX століття, коли зародилася популяційна генетика як біологічна основа відбору тварин. Вирішальну роль у цьому відіграли видатний російський генетик С.С.Четвериков (1880–1959), а також англійські вчені Р. Фішер і С. Райт.

За С.С. Четвериковим у популяціях (ізолювано розмножуваній сукупності особин одного виду, породи, стада, або групи тварин) адекватна (відповідна) умовам середовища спадкова мінливість є результатом тривалого відбору генотипів, які певним чином реагують на конкретні паратипічні (зовнішні) дії. Більшість нових спадкових змін в результаті відбору відбувається не відразу (одним імпульсом), а поступово. Популяції ніби гумка вбирають у себе нові зміни (мутації), залишаючись зовнішньо однотипними. Чим старіші ізолювані популяції, тим частіше виявляються у них рецесивні

мутації в гомо-зиготному стані. У великих популяціях мутації виникають частіше. Перетворення популяції, перехід її від одного стану до іншого триває до тих пір, поки не перестане діяти відбір. Швидкість перетворення знаходиться у прямій залежності від інтенсивності відбору.

С.С. Четвериков вважав, що відбір активно втручається в ево-люційний процес і спрямовує мінливість популяції в певне русло. При цьому, вважав він, кожен ген діє не ізольовано, а проявляє себе в генотипі, і в зв'язку з ним. Тому, відбираючи певні генотипи, відбір веде до посилення селекційної ознаки і, отже, не пасивно, а активно бере участь в еволюційному процесі.

В подальшому, розвиток популяційної генетики сільсько-господарських тварин зв'язаний з роботами Я.Л. Лаша, І.М. Лернера, Л.Н. Хейзеля, Д.С. Фальконера, О.В. Гаркаві, О.С. Серебровського та ін. Завдяки роботам цих та інших вчених розроблена сучасна теорія і практика відбору сільськогосподарських тварин.

МЕТОДИ ШТУЧНОГО ВІДБОРУ

Штучний відбір ділиться на технологічний та селекційний. **Тех-нологічний відбір** (термін вперше запропонував А.І. Овсянников в 1976 р.) – це відбір тварин, найкраще пристосованих до експлуатації у конкретних умовах середовища. До них належить: придатність корів до цілорічного стійлового утримання і машинного доїння, придатність курей до кліткового утримання і монокорму, стійкість свиней до стресів у промислових комплексах.

Рис.29

Як правило, технологічний відбір включає в себе елементи природного відбору. Тварини, які не пристосовані до умов середовища частіше інших хворіють, і їх вибраковують. Оскільки, технологія експлуатації тварин постійно удосконалюється, то змінюються стандартні вимоги технологічного відбору. Технологічний відбір направлений на комплектування виробничих груп у товарних господарствах, тому він не впливає на зміну спадковості тварин за цими властивостями. Якщо ж у селекційну групу відбирають особин з урахуванням пристосованості їх до технології утримання, то такий відбір змінює генетичні властивості тварин за цими ознаками. До технологічного відбору можна віднести також комплектування виробничих груп тварин за віком, рівнем продуктивності, фізіо-логічним станом тощо.

Селекційний відбір спрямований на одержання ремонтного молодняку наступної генерації від кращих особин. Селекційний відбір може бути груповим і індивідуальним. Прикладом *групового* відбору є відбір за родинами, коли на основі середнього значення ознаки родину залишають у стаді для розведення або вибраковують. При селекції, наприклад, на стійкість до лейкозу родини з високою частотою захворюваності повністю вибраковують.

Коли для комплектування селекційної групи порівнюються показники продуктивності кожної особини з середньою продуктивністю групи, то такий відбір називають *індивідуальним*. Індивідуальний відбір може проводитися в окремій родині, стаді і в масштабах всієї породи. Відбір у родині здійснюють на основі відхилення показників їхньої продуктивності від середнього значення за родиною. Такий метод відбору застосовується в багатоплідному тваринництві. Його ефективність залежить від того, наскільки фактори зовнішнього середовища мають однаковий вплив на всіх членів родини. Наприклад, жива маса поросят перед відлучкою залежить в основному від молочності свиноматок, тому відхилення окремих особин від середньої маси родини зумовлюється їх генотипом.

Якщо у стаді відбираються кращі особини для одержання від них ремонтного молодняку, то такий відбір називається *внутрішньо-стадним*. При високому коефіцієнті розмноження потомків від окремих тварин, наприклад, одержання десятків і сотень тисяч потомків від одного бугая при штучному осіменінні, відбір плідників ведеться в масштабах всієї породи. Такий відбір називають *внутрішньопородним*.

Індивідуальний відбір проводиться за *фенотипом*, коли враховуються тільки абсолютні показники продуктивності (власні, батьків, потомків, бокових родичів) і за *генотипом*, тобто, на основі племінної цінності вказаних вище джерел інформації. Як уже відмічалось в попередньому розділі, генетичні властивості тварин найбільш правильно можна встановити тільки на основі їх племінної цінності. Тому, щоб змінити генетичні якості і властивості тварин, необхідно їх відбирати на основі племінної цінності, оскільки фенотип відображає не тільки генетичні властивості тварин, але й реакцію їх генотипу на умови середовища. Відбір за фенотипом значно повільніше сприяє генетичному поліпшенню тварин, тому що більшість господарсько-корисних ознак тварин мають низький ступінь успадкованості.

Отже, найбільш ефективним методом генетичного поліпшення тварин є відбір за племінною цінністю, тобто, за генотипом.

Залежно від кількості селекційних ознак, за якими ведеться відбір, а також методів визначення племінної цінності, розрізняють такі методи індивідуального відбору: відбір за власними показниками; за показниками продуктивності предків, потомків, побічних родичів; за комплексом джерел інформації; відбір послідовний, за незалежними рівнями, селекційними індексами і за бонітувальними класами. Характеристика цих методів наводиться в розділі “Відбір племінних тварин”.

ГОСПОДАРСЬКО-КОРИСНІ ОЗНАКИ, ЗА ЯКИМИ ВЕДЕТЬСЯ ВІДБІР ТВАРИН

Господарсько-корисні ознаки – це показники, які мають пряму, або побічну економічну цінність у виробництві продуктів тваринництва. До ознак, що мають пряму економічну цінність, належать молочна, м'ясна, вовнова, яєчна та робоча продуктивність. Побічну економічну цінність мають показники відтворної здатності, ознаки екстер'єру, конституції і інтер'єру, скороспілості, довголіття, пристосованість до умов середовища, здоров'я, придатність до експлуатації в умовах промислової технології та ін. Деякі ознаки відбору, як наприклад масть, за винятком звірів, у худоби не мають економічного значення, але вони характеризують типовість породи.

Ознаки, що мають економічну цінність називаються *основними*, а ознаки з побічною цінністю – *другорядними*. Всі ознаки відбору, особливо головні, мають складну природу і багато простих ознак. Наприклад, основна ознака відбору молочної худоби – молочна продуктивність корів – визначається такими показниками: надій (за 305 днів лактації, за рік, за декілька лактацій, довічний, кращий добовий), вміст жиру і білка в молоці, сумарна кількість жиру і білка в молоці за відповідні періоди лактації корів. Приклад другорядної ознаки – екстер'єрно-конституціональний тип тварин – визначається декількома промірами і оцінкою статей тіла, екстер'єрними індексами, типом конституції, екстер'єрним профілем тощо.

Для того щоб відбір був ефективним, необхідно правильно визначити напрям відбору, встановити основні і другорядні ознаки відбору, витрати часу та засобів, що необхідні на їх контроль і вірогідний облік, визначити можливості генетичного поліпшення ознак. Якщо на контроль ознаки і відбір тварин за нею необхідні великі витрати часу та засобів, і ці затрати не компенсуються прибутком за рахунок генетичного поліпшення ознаки, то такий відбір буде неефективним. Неефективним буде відбір і в тому випадку, коли умови середовища не забезпечують реалізацію зростлого генетичного потенціалу тварин.

Ознаки відбору у молочному скотарстві. Основними ознаками відбору молочної худоби є показники молочної та м'ясної продуктивності. Оскільки на Україні недостатньо розвинене спеціалізоване м'ясне скотарство (за даними Міністерства статистики за останніх 20 років виробництво яловичини на 99% забезпечується молочними породами худоби), то селекція молочних порід худоби ведеться за двома основними ознаками – молочною та м'ясною продуктивністю. За цими ознаками ведеться відбір ремонтного молодняку, дорослих племінних корів і бугаїв-плідників. Ремонтний молодняк відбирають за продуктивністю і племінною цінністю батьків (надій, % жиру і білка в молоці, тип екстер'єру, жива маса), а також за власними показниками (жива маса, енергія росту, оцінка типу екстер'єру, у ремонтних бугайців – додатково відгодівельні показники та відтворна здатність). Корів відбирають за власними показниками надою, % жиру і білка в молоці, живою масою, екстер'єром, відтворною здатністю тощо. Дорослих бугаїв-плідників відбирають за племінною цінністю потомства, а також за власними показниками екстер'єру і конституції, відтворною здатністю та ін. Племінну цінність бугаїв за молочною продуктивністю перевіряють на дочках, а м'ясну продуктивність – на синах.

Ознаки відбору м'ясної худоби. Велика рогата худоба м'ясного напрямку продуктивності представлена спеціалізованими породами (українська м'ясна, шароле, абердін-ангус, герефорд та ін.). Основними ознаками відбору у м'ясної худоби є: прижиттєва оцінка відгодівельних і м'ясних показників (середньодобовий приріст, вік досягнення контрольної живої маси, витрати корму на 1 кг приросту, товщина м'язової тканини) і оцінка ознак м'ясної продуктивності на основі контрольного забою потомства (забійна маса, забійний вихід, співвідношення м'язової тканини до жирової і кісткової тканини, смакові якості м'яса та ін.). Ремонтний молодняк відбирають за показниками батьків та за власними показниками на основі контрольного вирощування, а дорослих тварин – за показниками контрольного забою потомства. Крім того, ремонтний молодняк і племінних тварин відбирають також за показниками екстер'єру, конституції, інтер'єру, відтворної здатності тощо.

Ознаки відбору свиней. У свинарстві основними ознаками відбору є відгодівельні і м'ясні якості. Ремонтний молодняк відби-рають за показниками інтенсивності росту на основі контрольного вирощування на спеціальних станціях (середньодобовий приріст, витрати корму на 1 кг приросту, вік досягнення 100 кг живої маси, товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців). Дорослих тварин відбирають за відгодівельними і м'ясними показниками потомства, сибсів і напівсисів. За результатами контрольного забою у свиней визначають такі показники м'ясної продуктивності: забійна маса туші, забійний вихід, товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, довжина туші та ін.

Ремонтний молодняк і дорослих тварин оцінюють також за екстер'єром та конституцією. У дорослих тварин додатковими озна-ками відбору є: у свиноматок – плодючість, крупноплідність приплоду, молочність, виживаність поросят; у кнурів – статевий темпе-рамент, кількість і якість сперми, її запліднювальна здатність.

Ознаки відбору у вівчарстві. Ознаки відбору у вівчарстві диференціюються залежно від напрямку продуктивності порід: в тонкорунному вівчарстві основними ознаками відбору є настриг чистої (митої) вовни, а також якість руна (товщина і довжина вовнових волокон, їх міцність, пружність, еластичність тощо.); у напів-тонкорунному вівчарстві – поєднання високої вовнової і м'ясної продуктивності; в шубному вівчарстві – розмір і якість шубної овчи-ни; в смушковому вівчарстві – якість смушку і плодючість маток; в м'ясо-сальному вівчарстві – розмір і форма курдюка, жива маса і міцність конституції; в м'ясо-вовно-молочному вівчарстві – показники вовнової, м'ясної та молочної продуктивності.

Ознаки відбору у птахівництві. Залежно від напрямку продуктивності порід, ліній і кросів, основними ознаками відбору у птахівництві є : в яєчному курівництві – несучість, маса яйця, відтворні якості, жива маса, статева зрілість; в м'ясному курівництві – жива маса курчат в 6–7 тижневого віці, витрата корму на 1 кг приросту, несучість, відтворні якості, збереженість молодняку, маса яйця; в качківництві - жива маса в 7-тижневого віці, несучість, м'ясні форми будови тіла, відтворні якості, збереженість молодняку; в індиківництві – жива маса в 12 і 17 тижнів, несучість, ширина грудей і м'ясні форми, відтворні якості, збереженість молодняку; в гусівництві – жива маса гусенят у віці 8 тижнів, несучість, відтворні якості, жива маса, статева зрілість, збереженість молодняку.

ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ ВІДБОРУ

Теоретичною основою селекції сільськогосподарських тварин є популяційна генетика. Вона вивчає закономірності спадковості і мінливості у складних великих системах особин, якими є популяції тварин. Під *популяцією* розуміють сукупність особин одного виду, яка характеризується певними властивостями, місцем проживання і пристосованістю до певних умов середовища. Сукупності особин диких тварин, які вільно розмножуються, є ідеальною моделлю попу-ляції. Породи сільськогосподарських тварин, їх зональні типи, відріддя, або окремі стада є прототипами ідеальної моделі популяції.

У молочному скотарстві, де самці знаходяться на станціях штучного осіменіння, а спермою одного бугая осіменяють десятки, а іноді і сотні тисяч самок, окремі стада не можна назвати популяцією. Тепер худобу однієї породи, що налічує декілька десятків або сотень тисяч голів, розміщену у стадах зони діяльності станцій штучного осіменіння, можна розглядати як окрему популяцію. У багатоплідному тваринництві (птахи, свині) великі племінні стада, в яких одночасно утримуються самці і самки, що мають певну генетичну структуру, також належать до популяцій.

Популяційна генетика сільськогосподарських тварин вивчає причини, що зумовлюють відмінності між тваринами і вплив різних систем відбору, підбору і методів розведення на генетичну структуру популяцій. При вирішенні цих завдань популяційна генетика корис-тується математико-статистичними методами, які мають важливе значення для теорії і практики селекції сільськогосподарських тварин.

Показники продуктивності тварин є результатом сукупного впливу численних спадкових факторів і факторів середовища. Тому варіювання особин у популяції за однією або комплексом ознак має ймовірний характер. Під ймовірністю розуміють можливу частоту зустрічальності особин з тими або іншими властивостями чи ознаками. Методи варіаційної статистики, які базуються на теорії ймовірності, дають змогу обійти надто складне (а здебільшого практично неможливе) вивчення окремого явища, зумовлене великою кількістю факторів, звернутися безпосередньо до законів випадкових явищ. Використання цих законів дає змогу не тільки здійснювати науковий прогноз в області випадкових

явищ, але й у ряді випадків допомагає цілеспрямовано впливати на їх хід, контролювати, або обмежувати сферу дії випадковості, звужувати її вплив на результат селекції.

Математичні методи з теорії ймовірності дають змогу оцінити реальні статистичні закони мінливості особин у популяціях сільсько-господарських тварин. За допомогою таких параметрів як коефіцієнти мінливості, кореляції, регресії та ін., які належать до методів математичної статистики, можна з достатньою точністю розкрити закономірності фенотипічної і генетичної мінливості селекційних ознак у популяції, оцінити прогноз результатів відбору, правильно визначити племінну цінність тварин тощо. При тому, окремі особини одержують відповідну характеристику шляхом порівняння їхніх показ-ників з популяційними середніми.

Типи мінливості ознак відбору

Фенотипічна мінливість – характеризує величину відхилення особин за ознаками відбору у бік збільшення і зменшення від середнього по вибірці. Це відхилення зумовлено впливом числених факторів середовища і спадковості тварин. Мінливість тварин визначається на основі відхилень кожної особини від середньої величини ознаки у стаді популяції породи. Показником мінливості є *середнє квадратичне відхилення*, яке позначається символом σ і визна-чається за формулою:

$$\sigma = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n - 1}, \quad (1)$$

де $\sum x^2$ – сума підведених до квадрата показників за всіма піддослідними тваринами; $(\sum x)^2$ – квадрат суми за всіма піддослідними тваринами; n - кількість тварин, включених у статистичний аналіз.

Наприклад, у стаді молочних корів, що складається з 168 корів, середній вміст білка в молоці становив 3,4%; $\sum x^2 = 572,57$, $(\sum x)^2 = 1963,47$.

За допомогою формули одержимо стандартне відхилення за вмістом білка в молоці:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1963,47 - (572,57)/168}{168 - 1}} = 0,27.$$

Таким чином, стандартне відхилення вмісту білка в молоці корів у стаді становить 0,27%. Відхилення від середнього значення ознаки підводять до квадрата для того, щоб виміряти ступінь мінливості. Оскільки величина додатних (більше середнього) і від'ємних (менше середнього) відхилень від середнього по стаду рівна нулю, то підве-дення до квадрата дає змогу одержати всю суму відхилень незалежно від знака. Позитивним у квадратичному відхиленні є те, що воно може бути розкладено в дисперсійному аналізі на різні компоненти, або фактори мінливості. Знаючи ступінь впливу окремих факторів на мінливість селекційних ознак, можна правильно здійснити оцінку і відбір племінних тварин.

Стандартне відхилення – величина іменована, виражається в кілограмах надосного молока, у грамах середньодобового приросту, у штуках знесених яєць тощо. Для оцінки відносного ступеня мінливості використовується *коефіцієнт мінливості* (C_v), який виражає відхи-лення ознаки від середньої величини (X) у процентах:

$$C_v = \frac{\delta}{X} \times 100. \quad (1)$$

Так, в наведеному прикладі коефіцієнт мінливості білка в молоці становить:

$$C_v = \frac{0,27}{3,40} \times 100 = 7,9\%.$$

Фенотипічна мінливість тварин за кількісними ознаками у сільськогосподарських тварин зумовлена впливом спадковості і умовами середовища, а також спільними діями обох факторів. Оцінка ступеня фенотипічної мінливості господарсько-корисних ознак, зумовлена факторами середовища, має велике значення як при виведенні високопродуктивних тварин, так і при створенні умов середовища для реалізації їх генетичного потенціалу.

Фенотипічна мінливість тварин, зумовлена факторами середовища, не передається по спадковості від батьків потомству. Вона включає в себе мінливість, зумовлену як середовищем, так і спадковістю, а тому утруднює оцінку племінної цінності тварин. Тому виключення варіанси, зумовленої факторами середовища, дає можливість правильно оцінити генетичну мінливість ознаки, що дуже важливо для селекції.

За величиною фенотипічної мінливості господарсько-корисні ознаки поділяються на високо-середньо- та низькомінливі. До *високомінливих* ознак, коефіцієнт мінливості яких знаходиться в межах 20–30%, належать показники, що виражають загальний вихід продукції: плодючість, кількість надоеного молока, кількість знесених яєць, вихід м'ясної продукції, настриг вовни тощо. Ці ознаки мають складну генетичну природу і формуються під впливом багатьох середовищних і генетичних факторів і факторів середовища.

До *низькомінливих* ознак належать показники, які відображають якість продукції: вміст у молоці жиру і білка, показники якості м'яса і яєць, довжина і тонкість вовни, концентрація спермій в еякуляті та ін. Коефіцієнт мінливості цих показників коливається в середньому у межах 5–7%.

Середній ступінь мінливості (8–15%) мають ті ознаки, які займають проміжне положення між високо- і низькомінливими ознаками. Це ті господарсько-корисні ознаки, за якими ведеться стабілізуючий відбір і які мають побічне значення у визначенні виходу тваринницької продукції. До них належать основні проміри тіла, жива маса тощо. Залежно від ступеня мінливості ознак диференціюються методи оцінки, відбору і підбору тварин.

Генетична мінливість. Генотип особини формується при зачатті і залишається константним протягом всього життя тварини. Господарсько-корисні ознаки особини зумовлені генами, які вона отримує від обох батьків. Основним фактором генетичної мінливості тварин у стаді (популяції) є генетичний потенціал порід, породних груп, ліній, кросів, родин і батьків окремих тварин, методи відбору і підбору, характер реакції різних генотипів на умови середовища та ін. Більшість кількісних господарсько-корисних ознак знаходяться під контролем в основному адитивних генів. При адитивному характері успадкування ознак споріднені тварини подібні між собою, тому що вони мають більше загальних генів, ніж неспоріднені тварини. Для визначення ступеня подібності між різними спорідненими тваринами розроблені різні генетико-статистичні методи, які відображають кореляцію між генотипом і фенотипом особин. За допомогою цих методів встановлюється ефективність відбору племінних тварин за кожною селекційною ознакою.

Одним з широко використовуваних в селекційній практиці методів є *коефіцієнт успадкованості* (h^2), що показує, яка частина загальної фенотипічної мінливості зумовлена спадковістю тварин. Коефіцієнт успадкованості ознак коливається від 0 до 1. Нульове значення коефіцієнта свідчить про відсутність успадкування ознаки, а при $h^2 = 1$ ознаки успадковуються від батьків до потомків на 100%.

Коефіцієнт успадкованості – це статистичний параметр, який показує частку фенотипічного стандартного відхилення (σ) у стаді, зумовленого спадковістю тварин. Якщо успадковуваність вмісту жиру в молоці становить 0,5, а середня його величина у стаді рівна 3,8%, то це не означає, що одна половина вмісту жиру зумовлена спадковістю (1,9%), а друга (1,9%) – середовищем. У тваринництві немає ні одної господарсько-корисної ознаки, яка б зовсім не передавалася потомству, або яка б успадковувалася на всі 100%.

Низький ступінь успадкованості ознаки говорить про те, що між генотипом і фенотипом кореляція низька, і якщо на плем'я відбирати кращих особин за цим показником, то їх потомство не буде мати такої переваги, як за ознакою з високим ступенем успадкованості. Ефективність відбору за низькоуспадковуваними ознаками досягається за рахунок інтенсивності відбору, а також за рахунок відбору не за власним фенотипом, а за фенотипом потомства. Крім того, ефективність відбору тварин за низькоуспадковуваною ознакою можна збільшити за рахунок неадитивної мінливості, яка проявляється при схрещуванні порід і ліній.

За ступенем успадкованості господарсько-корисні ознаки поділяються на високо-, середньо- та низькоуспадковувані, відповідно: $h^2 = 0,6–0,7$; $h^2 = 0,4–0,5$ і $h^2 = 0,3–0,05$. До *високоуспадковуваних* належать господарсько-корисні ознаки, які мають середній і низький ступінь фенотипічної мінливості. *Середній ступінь успадкованості* мають ознаки з середньою і низькою фенотипічною мінливістю. Складні господарсько-корисні ознаки, які відображають загальний вихід тваринницької продукції (плодючість, вихід молока, м'яса, вовни, яєць) і мають високу фенотипічну мінливість, як правило, мають *низький ступінь успадкованості*. Але це не означає, що за даними показниками буде низький ефект відбору; навпаки – більш високий. Досягається це за рахунок високого ступеня фенотипічної

мінливості. Наприклад, якщо ефект відбору (ЕВ) виразити через стандартне відхилення, помножене на коефіцієнт успадкованості ($EV = \delta \times h^2$), то можна встановити, що ефект відбору за надоєм набагато вищий, ніж за вмістом жиру в молоці.

Наприклад, у стаді при середньому надої 5000 кг молока і середньому вмісті жиру в молоці 3,8%, δ за надоєм становить 850 кг молока, а за жиром $\delta = 0,15\%$, коефіцієнт успадкованості надою становить $h^2 = 0,25$, а вмісту жиру в молоці $h^2 = 0,5$. Відповідно, ефект відбору за надоєм становитиме: $EV = 850 \times 0,25 = 212,5$ кг молока, а за вмістом жиру: $EV = 0,15 \times 0,15 = 0,075\%$. Тобто, дочірнє потомство кращих корів стада, відібране в племінне ядро, збільшить генетичний потенціал за надоєм на 212,5 кг молока, або на 4,2% до середнього (5000), а кращі корови, відібрані тільки за вмістом жиру в молоці, дадуть потомство, генетичний потенціал якого за вмістом жиру в молоці збільшиться на 0,075% жиру або на 1,9% до середнього по стаду. Значить відбір за надоєм вдвічі ефективніший, ніж за жирністю (відповідно 4,2% і 1,9%).

Крім того, якщо оцінити ефективність відбору за кількістю молочного жиру, який відображає загальний вихід молочної продукції, то в першому варіанті відбору він буде становити $212,5 \times 3,8\% = 8,075$ кг, а в другому $5000 \times 0,075\% = 3,75$ кг молочного жиру.

В таблиці 43, наводяться коефіцієнти успадкованості основних господарсько-корисних ознак різних видів сільськогосподарських тварин.

Таблиця 43 – Коефіцієнти успадкованості основних господарсько-корисних ознак тварин

Господарсько-корисні ознаки	Межі коливання коеф. успадкованості
<i>Молочна худоба</i>	
Надій	0,2–0,3
Вміст жиру в молоці	0,4–0,5
Форма вим'я	0,1–0,2
Проміри тіла	0,2–0,6
Плодючість корів	0,05–0,15
<i>М'ясна худоба</i>	
Жива маса в 12-місячному віці	0,4–0,7
Середньодобовий приріст	0,3–0,7
Забійний вихід	0,6–0,7
Оплата корму	0,2–0,7
<i>Свині</i>	
Плодючість	0,1–0,2
Молочність	0,2–0,4
Скороспілість	0,1
Забійний вихід	0,3–0,4
Середньодобовий приріст	0,2–0,7
<i>Вівці</i>	
Маса чистої вовни у тонкорунних овець	0,2–0,6
Густота вовняного покриву	0,4–0,6
Тонкість вовни	0,2–0,5
Довжина вовни	0,2–0,7
Складчасість шкіри	0,3–0,5
<i>Кури</i>	
Несучість за 1-й рік яйцекладки	0,2–0,3
Маса яєць	0,4–0,8
Виводимість	0,1–0,2
Жива маса бройлерів в 8-тижневого віці	0,2–0,5

Методи оцінки успадкованості (h^2), основані на подібності між батьками і потомками, визначаються за формулами:

$$h^2 = 2r_{п/б} \quad \text{або} \quad h^2 = 2R_{п/б} \quad (2)$$

де r – кореляція між показником батьків і потомків (між батьками і синами, матерями і дочками); R – регресія потомків на батьків.

Оцінку успадкованості можна також встановити на основі подібності повних братів, або повних сестер (сибсів), напівбратів і напівсестер (напівсибсів). Якщо коефіцієнт успадкованості оцінюється на основі різниці між потомками, одержаними від різних батьків, то використовуються формули: для напівсибсів – $h^2 = 4r$, для сибсів – $h^2 = 2r$ (3), де r – внутрішньокласова кореляція, що визначається при дис-персійному аналізі за формулою:

$$r = \frac{\delta^2 A}{\delta^2 A + \delta^2 C + \delta^2 E} \quad (4)$$

Найбільш вірогідно оцінює ступінь успадкованості селекційних ознак метод $h^2 = 4r$, який дає можливість виключити вплив різних факторів середовища, а тому більш точно оцінити ступінь генетичної мінливості у стаді або популяції. Парна кореляція між батьками і потомками допускає вплив факторів середовища на цей взаємозв'язок, тому дуже часто величина цієї кореляції або завищена, або набуває від'ємного значення. У результаті, коефіцієнти успадкованості набувають абсурдних значень (коефіцієнт успадкованості більший 1, або має від'ємний знак).

В таблиці 43 наводяться узагальнені, досить великі межі коливання коефіцієнтів успадкованості, які є результатом вико-ристання деякими авторами недосконалих методів оцінки h^2 , малих і не оптимальних за структурою вибірок з популяцій для оцінки генетичної мінливості тощо.

Міжгрупова генетична мінливість. На результати відбору впливає не тільки загальнопопуляційний ступінь успадкованості ознак (h^2), але й міжгрупова генетична мінливість цих ознак (h^2_{β}). Так, у молочному тваринництві, при великомасштабній селекції відбір і підбір племінних тварин ведеться з різних стад, які знаходяться не лише в неоднакових умовах середовища, але і мають різну племінну цінність. Тому для правильного прогнозування результатів відбору і особливо для оцінки бугаїв за потомством необхідно враховувати міжстадну генетичну мінливість. Наприклад, у популяції чорно-рябої худоби Ленінградської області (95 стад) міжстадна різниця становить: фенотипічна – за надоем 41%, вмістом жиру в молоці 26% і за кількістю молочного жиру 43%; генетична – відповідно 20%, 34%, 21%. Якщо фенотипічні відмінності характеризують різний рівень годівлі і утримання тварин в окремих стадах, то генетична різниця вказує на диференційоване використання плідників з різним рівнем племінної цінності. Тому для підвищення ефективності оцінки та відбору бугаїв за потомством враховують вплив міжстадної генетичної мінливості селекційної ознаки.

За численними даними, в багатьох країнах світу ступінь міжстадної генетичної мінливості за надоем становить 10–20%, або $h^2_{\beta} = 0,1-0,2$. Якщо в породі тривалий час застосовується чистопородне розведення, то рівень h^2_{β} становить біля 0,1. У породах, в яких постійно використовуються плідники з інших популяцій, цей параметр вищий і становить $h^2_{\beta} = 0,2-0,3$.

У птахівництві і свинарстві, де селекція спрямована на створення гетерогенних ліній в породах з метою схрещування їх для одержання кросів з гетерозисним ефектом, міжгрупова генетична мінливість є основою сучасних методів племінної роботи. Чим більший ступінь генетичної різниці між лініями, або породами, яких схрещують, тим більший ефект гетерозису, при якому потомки більш продуктивні, ніж їх батьки. Збільшення ступеня генетичної різниці між лініями досягається за рахунок спорідненого лінійного розведення та цілеспрямованого відбору і підбору на протязі 3–4 поколінь з метою створення спеціалізованих інбредних ліній.

Кореляційна мінливість. Організм розвивається як єдине ціле під впливом спадковості і умов середовища. Тому всі функції організму взаємозв'язані між собою. Зміна функцій одних органів і тканин веде до зміни функцій інших органів і тканин.

Явище, при якому із зміною одних ознак змінюються інші, називається кореляційною мінливістю.

Кореляція (взаємозв'язок) між господарсько-корисними ознаками буває фенотипічною і генетичною. Фенотипічна кореляція показує ступінь відносної мінливості фенотипів. *Генетична*

кореляція показує, як змінюється одна ознака у потомків, якщо вести відбір батьків за другою ознакою, взаємозв'язаною з першою. Фенотипічні кореляції між ознаками відбору оцінюються за допомогою парної кореляції за формулою:

$$r = \frac{\Sigma_{xy} - (\Sigma_x \times \Sigma_y) : n}{\sqrt{\Sigma_x^2 - (\Sigma_x)^2 : n \times \Sigma_y^2 - (\Sigma_y)^2 : n}}, \quad (5)$$

де x і y – корелюючі ознаки, наприклад, надій корів і вміст жиру в молоці; n – число спостережень; Σ – знак суми.

Генетична кореляція між ознаками відбору визначається за формулою:

$$r_G = 1/2 (r_{xy} + r_{yx}) / \sqrt{r_{xx} \times r_{yy}}, \quad (6)$$

де r_{xy} – кореляція, наприклад, між надоем дочок і вмістом жиру в молоці матерів; r_{yx} – кореляція між вмістом жиру в молоці дочок і надоем матерів; r_{xx} – кореляція між надоем дочок і матерів; r_{yy} – кореляція між вмістом жиру в молоці дочок і матерів.

Наявність генетичної кореляції говорить про те, що одна і та ж група генів є відповідальною за успадкування двох або декількох господарсько-корисних ознак.

Взаємозв'язок між ознаками буває позитивний (додатний) і негативний (від'ємний), а за величиною – високий, середній і низький. Вимірюється кореляція десятковим дробом від 0 до $\pm 1,0$.

При високій генетичній кореляції між двома ознаками відбір тварин за однією з них приведе до генетичної зміни обох ознак. Прикладом цього може бути висока від'ємна кореляція ($r = -0,60$) між швидкістю росту і ефективністю використання корму у свиней. Накопичено досить даних, які вказують на те, що відбір свиней протягом декількох поколінь на збільшення швидкості росту одночасно приводить до зниження витрат корму на 1 кг приросту. Це означає, що як фізіологічно, так і генетично ці дві ознаки корелюють між собою і для їх поліпшення досить вести селекцію за однією з них. На практиці значно простіше вести відбір тварин за середньодобовим приростом.

Якщо між ознаками існує досить висока позитивна кореляція, то немає необхідності вести одночасний відбір за кожною з них і витрачати кошти на контроль обох ознак. Якщо між ознаками відсутня кореляція (близька до нуля), то для їх генетичного поліпшення ведеться незалежний відбір. При наявності небажаної від'ємної кореляції між ознаками, наприклад, між надоем і вмістом жиру в молоці, відбір ведеться з урахуванням обох ознак, тому що незалежний відбір за однією з них призводить до генетичного погіршення іншої.

У таблиці 44 наведені показники генетичних кореляцій між основними господарсько-корисними ознаками тварин. Як показують дані таблиці 44, у відгодівельних тварин всіх видів збільшення енергії росту знижує витрати корму на одиницю приросту маси тіла, збільшує вихід жиру в туші і знижує вихід м'яса.

Таблиця 44 – Генетичні кореляції між основними господарсько-корисними ознаками

Корелюючі ознаки	Генетична кореляція
<i>Молочна худоба</i>	
Надій × вміст жиру в молоці	–0,40
Надій × вміст білка в молоці	–0,45
Надій × жива маса	+0,30
Тип будови тіла × надій	+0,20
<i>М'ясна худоба</i>	
Маса при народженні × маса при відлучці	+0,46
Маса при народженні × середньодобовий приріст	після
відлучки	
Маса при відлучці × середньодобовий приріст	+0,10
після відлучення	+0,46
Маса при відлучці × площа м'язового вічка	+0,74
Площа м'язового вічка × товщина жиру	–0,30
Корелюючі ознаки	Генетична кореляція
Товщина жиру × процент різних відрубів	–0,95

<i>Свині</i>	
Середньодобовий приріст × витрати корму на одиницю приросту	–0,60
Середньодобовий приріст × товщина сала на спині	+0,25
Середньодобовий приріст × площа м'язового вічка	–0,25
<i>Вівці</i>	
Маса при народженні × маса у 120 днів	+0,33
Маса перед відлучкою × настриг митої вовни	+0,06
Середньодобовий приріст × кількість корму, витраченого на одиницю приросту маси	–0,73
Середньодобовий приріст × довжина вовни	–0,20
Товщина підшкірного жиру × середньодобовий приріст	–0,19
<i>Кури</i>	
Жива маса у 8 тижнів × жива маса дорослої птиці	+0,50
Жива маса × маса яєць	+0,40
Несучість × середня маса яйця	–0,04
Несучість × товщина шкаралупи	–0,26
Несучість × індекс білка	–0,38
Виводимість × несучість	+0,23
Виводимість × запліднюваність	+0,36

У молочному скотарстві і птахівництві збільшення продукції знижує її якість. Так, у молочній худоби збільшення надою призводить до зниження концентрації жиру і білка в молоці. У птахівництві збільшення несучості знижує якість яєць (маса, товщина шкаралупи, індекс білка). Тобто, інтенсивний відбір курей протягом декількох поколінь на підвищення несучості скорочує час, який витрачається птицею на формування яйця, а це, в свою чергу, призводить до зменшення маси яйця, зниження міцності шкаралупи тощо. Однак, відбір курей за несучістю з урахуванням цих обох ознак дає змогу змінити небажаний характер кореляційної мінливості і створити лінії та кроси з високою несучістю та високою якістю яєць.

У свинарстві в результаті інтенсивного відбору на зниження жирності туші виникла проблема спадкової хвороби – синдрому PSE. Тварини з цим синдромом мають бліде за кольором м'ясо, воно м'яке, водянисте і має погані смакові якості. Частіше цей синдром виникає при великій скупченості тварин у відгодівельних господарствах, при транспортуванні тощо. Тварини, які мають цей спадковий дефект, в таких умовах середовища опиняються у шоківому стані (синдром).

Комбінаційна мінливість виникає при паруванні особин з різними спадковими властивостями. Частіше всього комбінаційна мінливість досягається при міжвидовій гібридизації і при схрещуванні контрастних між собою ліній і порід. Комбінаційна мінливість має велике практичне значення у птахівництві і свинарстві, де створюють кроси і міжпородні гібриди на основі схрещування спеціалізованих порід, або ліній. Щоб добитися максимального рівня продуктивності у гібридів, проводять відбір і підбір на поєднуваність. Наприклад, в яєчному птахівництві, міжпородний гібрид поєднує в собі кращі якості вихідних порід (ліній) – несучість, маса яєць, виживаність.

Повторюваність ознак відбору

Для прогнозування результатів відбору велике значення має такий популяційно-генетичний параметр як повторюваність.

Повторюваність показує ступінь співпадання в часі, або просторі вимірюваної ознаки у тварин стада, популяції, або породи. Наприклад, повторюваність маси телят м'ясної худоби при відлучці в 7-місячному віці становить 0,4. Це значить, що коли у первістки маса теляти при відлучці переважає масу телят від інших первісток стада на 35 кг, то можна передбачити цю перевагу в наступних отеленнях з

точністю до 40%. Тобто, телята, отримані від цієї корови за 2, 3 і подальші отелення, будуть мати середню масу при відлучці на 14 кг більшу ($35 \times 0,4 = 14$), ніж телята від інших корів-ровесниць.

Оцінка коефіцієнта повторюваності різних ознак може бути використана як показник ефективності відбору тварин у ранньому їх віці (1-а лактація корів, перший опорос свиноматок тощо.). Наприклад, якщо розподілити тварин за першим періодом експлуатації на кращих, середніх та гірших, і якщо повторюваність ознаки висока, то рангове розподілення тварин зберігається і в наступних періодах їх експлуатації.

За допомогою коефіцієнта повторюваності можна встановити також вік і число вимірювань ознаки у тварин, необхідних для правильної оцінки їх племінної цінності. Наприклад, для вірогідної оцінки загальної спермопродукції бугаїв-плідників у молодому віці провели оцінку цього показника в 12, 15, 18 і 21-місячному віці за 10, 20, 30 і 40 еякулятами і порівняли оцінку цього показника у дорослих бугаїв за декілька років експлуатації. При цьому, встановили найвищий коефіцієнт повторюваності тоді, коли бугаїв оцінювали в 18–20-місячному віці на основі середніх даних за 30-ма еякулятами. Це означає, що відбирати молодих бугайців за спермопродукцією слід у віці 18–20 місяців на основі середніх даних за 30-ма еякулятами.

Коефіцієнт повторюваності сприяє також виявленню, при яких умовах середовища найбільш повно проявляється генетичний потенціал тварин. Наприклад, оцінка повторюваності племінної цінності плідників за потомством певного генотипу у стадах з різним рівнем годівлі і утримання покаже оптимальний рівень середовища, при якому співпадають ці оцінки. За допомогою коефіцієнта повторюваності можна також виявити мінімальну і оптимальну кількість потомків, необхідних для вірогідної оцінки плідників за потомством.

Оцінювати повторюваність ознак можна не тільки в часі, але й у просторі. Наприклад, співпадання розмірів дійок правих і лівих четвертей вим'я у корів, співпадання настригу вовни з однакової площі правого і лівого боку у овець та ін.

Таким чином, коефіцієнт повторюваності має різнобічне застосування в селекційній практиці. Особливо велике значення він має для відбору тварин у молодому віці. Коефіцієнт повторюваності визначається на основі парної кореляції між показниками ознаки у одних і тих же тварин, отриманими в різний час і в різному просторі.

Повторюваність можна визначити також на основі дисперсійного аналізу, коли визначається величина факторіальної варіанси (ступінь мінливості між тваринами) у стаді на дочірньому і батьківському поголів'ї, а також на одному поголів'ї тварин у різному їх віці.

Взаємодія між генотипом і середовищем

На ефективність відбору впливає і таке явище, як взаємодія між генотипом і середовищем. Всі види сільськогосподарських тварин вирощуються і експлуатуються в найрізноманітніших умовах середовища. Як уже відмічалось, при штучному осіменінні від одних і тих же плідників отримують численне потомство в різних регіонах і умовах середовища. Тому для товарного тваринництва дуже важливо знати, як взаємодіє генотип тварин з різноманітними умовами середовища. Численні дані практики розведення тварин свідчать про те, що одні і ті ж генотипи по-різному реагують на різні умови середовища і водночас різні генотипи по-різному реагують на однакові умови середовища, тобто відбувається взаємодія між генотипом і умовами середовища.

Під взаємодією між спадковістю і середовищем слід розуміти властивість тварин певного генотипу, показати більш високий рівень продуктивності в одних умовах середовища, ніж у інших. Тобто, одне середовище краще відповідає вимогам конкретного генотипу і сприяє кращому проявленню генетичних ознак породи, або лінії, тоді як в інших умовах середовища це не відбувається.

Найбільшою мірою взаємодія "генотип $\times$ середовище", проявляється за низькоуспадкованими ознаками, які найбільше піддаються впливу середовища. Це надій молока у корів, несучість у курей, плодючість, середньодобовий приріст, вік досягнення статевої і фізіологічної зрілості тощо. Як правило, ця взаємодія проявляється у контрастних умовах середовища.

С.І. Боголюбський (1991), наводить цікаві дані про взаємодію "генотип $\times$ середовище" в яєчному птахівництві. Так, при оцінці півнів-плідників на дочках, які експлуатувалися у клітках і на підлозі, отримано взаємодію "генотип $\times$ середовище" за несучістю, яка дорівнює 0,35, а за масою яєць тільки 0,10. Тобто, різниця між потомками одних і тих же півнів в різних умовах середовища становила за несучістю 35%, а за масою яєць 10%, тому що маса яєць менше піддається впливу середовища, ніж несучість.

Другий приклад: в колишньому СРСР в період 1980–1990 рр. було оцінено велику кількість чорно-рябих плідників худоби різних генотипів у стадах з різним рівнем годівлі і утримання. Для аналізу були відібрані дані про 2262 кращих плідників, які мали вірогідну оцінку за потомством. Аналіз даних показав чітку залежність як середнього надою дочок, так і племінної цінності бугаїв від генотипу і рівня продуктивності стад, де вони оцінювалися. Дочки місцевих чорно-рябих бугаїв у стадах з надоєм до 3000 кг молока переважали ровесниць в середньому на 154 кг молока, тоді як голштинські бугаї в цих умовах мали племінну цінність у два рази нижчу, +76 кг молока. На високому рівні надою (більше 4000 кг молока), який забезпечується кращими умовами годівлі і утримання, голштинські бугаї, навпаки, мали майже в 3 рази вищий рівень племінної цінності, ніж місцеві чорно-рябі бугаї, відповідно 242 кг і 28 кг молока (табл.45).

Таблиця 45 – Племінна цінність за надоєм чорно-рябих бугаїв різних генотипів, оцінених у стадах з різним рівнем надою

Рівень надою у стадах, де оцінювались бугаї, кг	Кількість бугаїв	Середня перевага дочок над ровесницями, кг молока
Бугаї чорно-рябої породи		
до 3000	714	154
3001–4000	715	40
більше 4000	341	28
Всього	1770	83
Чистопородні і помісні бугаї голштинської породи		
до 3000	201	76
3001–4000	213	165
більше 4000	78	242
Всього	492	140

Більш наочно характеризує цю тенденцію графічне зображення (рис.30). Взаємодія генотипу чорно-рябої худоби різного походження з умовами середовища проявляється і за іншими ознаками: за відтворною здатністю, строками експлуатації корів, станом здоров'я. Наприклад, у колгоспі ім. Бузницького Київської області, чорно-рябі помісні корови, які мають 25% частки крові за голштинською породою, експлуатувалися на протязі 4-х лактацій, тоді як корови з кровністю 50% – 3 лактації і з кровністю 75% і більше за голштинською породою – біля 2-х лактацій.

Рис.30

Таким чином, для реалізації високого генетичного потенціалу голштинської породи необхідно створювати високий рівень повноцінної годівлі і відповідну технологію утримання, тобто, ті умови середовища, при яких ця порода була створена в США і Канаді. У стадах, у яких рівень годівлі забезпечує отримання 2500-3000 кг молока, доцільно використовувати ті генотипи чорно-рябої худоби, які більше пристосовані до місцевих умов годівлі і утримання.

Світова селекційна практика має багато прикладів взаємодії генотипу з середовищем. Відомо, що помісі між європейськими породами худоби і зебу добре пристосовані до умов тропіків і напівпустельних районів, тому що вони набувають від зебу імунітет до паразитарних інфекцій і стійкість до спеки та сухого клімату. Однак, в зонах з більш помірним кліматом, де ці хвороби і спека не створюють серйозної проблеми, зебувидні помісі не мають таких показників продуктивності як європейська худоба.

Часто обговорюються питання: що важливіше для одержання високого рівня продуктивності тварин – спадковість чи середовище. Така дискусія безпідставна, тому що обидва фактори мають дуже велике значення. Найбільш високоцінні тварини не покажуть високого рівня продуктивності, якщо їм не будуть створені відповідні умови годівлі і утримання, які б забезпечували реалізацію їх генетичного потенціалу.

Напівголодні голштинізовані корови в товарних стадах, які мають генетичний потенціал біля 6–7 тис. кг молока, викликають гріке розчарування як за зовнішнім виглядом, так і за рівнем продуктивності. Водночас, якщо тварини не мають необхідних спадкових задатків, то ніякі найкомфортніші умови не забезпечать високого рівня продуктивності. Так, навіть в найкращих умовах середовища корова

м'ясної породи, наприклад, шароле ніколи не буде рекор-дисткою за надоем, і навпаки – голштинська корова не може конку-рувати з нею за виходом м'ясної продукції.

СИСТЕМА ВІДБОРУ ПЛЕМІННИХ ТВАРИН

Прогрес, якого тваринники сподіваються досягти при розведенні і селекції, залежить від їх вміння відібрати таких тварин, у яких потомство відрізняється високим рівнем продуктивності, доброю плодючістю і пристосованістю до умов годівлі та утримання. *Відбір племінних тварин здійснюється на основі їх переваги над іншими тва-ринами за власними показниками продуктивності, за продуктивністю батьків, потомків та побічних родичів.*

На протязі життя фенотип особини варіює в результаті дії факторів середовища, а генотип з моменту утворення зиготи залишається постійним. Методику оцінки племінної цінності тварин наведено в розділі 6. У цьому ж розділі даються методи відбору племінних тварин на основі їх племінної цінності.

Відбір за власними показниками продуктивності. Відбір на осно-ві індивідуальних показників продуктивності означає, що тварин залишають у стаді на плем'я або вибраковують на основі їх фенотипу. Успіх при такому відборі залежить від того, наскільки тісно корелює генотип з фенотипом. Іноді ця кореляція висока, але в багатьох випадках вона може бути і низькою.

Відбір тварин за якісними ознаками (масть, комолість та ін.) успішно здійснюється на основі власного фенотипу, тому що ці ознаки контролюються однією парою генів. Кількісні ознаки, до яких належать основні показники продуктивності, контролюються багать-ма парами генів, і на них великий вплив чинить середовище. Тому між особинами певної групи тварин немає чіткої різниці за фенотипом, як це спостерігається за якісними ознаками (наприклад, тварина рогата або комола).

При відборі за кількісними ознаками селекціонер визначає генотип особини за фенотипом. Якщо б ознака мала 100-процентну успадковуваність, то фенотип і генотип особини за цією ознакою повинен би співпадати. Однак, кількісних ознак із 100-процентною успадковуваністю немає, тому що на фенотип цих ознак певною мірою завжди впливає середовище.

Фенотипічні якості тварин за найважливішими господарсько-корисними ознаками визначають шляхом порівняння їх фенотипу із середньою величиною фенотипу всіх особин тієї групи, в якій проводять відбір. При правильно організованому відборі порівняння повинні проводитися з урахуванням умов середовища, в одновікових групах і в один і той же час. Вимагаються також точні дані зоотех-нічного і племінного обліку. Показники конкретної особини не мають значення, якщо невідомо, який ранг вона займає у групі особин в аналогічних умовах середовища.

Відбір на основі родовідних. Родовідна – це облік предків особини, зв'язаних з нею через батьків. Родовідні племінних тварин записують в індивідуальні картки. У них записують дані про предків 3–4-х поко-лінь: батько, мати, баби, діди, прадіди, прабабки і т.д. На кожного предка родовідної записується кличка, номер (інвентарний, ДПК та ін.), порода, породність, продуктивність, племінна цінність тощо. Існують різні *методи складання родовідних.*

1. Найбільш розповсюдженою формою запису родовідних на окремих племінних тварин є решітка (див.табл.46), яка розміщена на лицевому боці індивідуальної картки. Наприклад, в молочному скотарстві індивідуальні картки на племінних тварин, ведуться окремо на корів (форма 2–МОЛ) і на бугаїв-плідників (форма 1–МОЛ).

2. В ДПК, каталогах і племсвідоцтвах родовідна записується у формі стовпчика. Наприклад, у каталозі бугаїв, оцінених за потомством, родовідна червоного степового плідника Голуба 7049 ХСН-1670, має такий вигляд:

М Глава 6858 ХСН-8450

ел.р. 1/2 ЧС*

0–305–56–3, 82–231

ММ Гарна 2701

ел. ЧС

5–305–5130–3, 70–190

БМ Сигнал 20029 ХСН-1259

ел.р. АН**

17–1–3836–4, 45–163

Б Трубач 20196 МН-13

ел.р. АН, А₃ Б₃

МБ Надія 2058614

ел.р. АН

0–300–5785–6, 68–386

ББ Монарх 18965

ел.р. АН

39–1–4210–4, 86–205

ДП*** + 1386 + 0,45 + 65
А₁Б₁

ДР**** + 654 + 0,21 + 40
А₁Б₁

Примітка: *ЧС– червона степова порода; **АН – англєрська порода; ***ДП – порівняння дочок з стандартом за породою; ****ДР – порівняння дочок з ровесницями.

3. Для аналізу походження окремих тварин застосовується форма запису родовідної в ланцюжок:

М Бравада 1728 – ММ Барикада 1201
Баскет 2934 <
Б Брус 1983 – МБ Бабочка 1281

4. При складанні родовідних на лінії, родини та інші споріднені групи застосовуються різні форми структурних родовідних (рис.31, 32).

Рис.31, 32

Використання родовідних при відборі за якісними ознаками. При наявності повної інформації про фенотип і генотип предків, родовідні можуть бути досить корисними у виявленні носіїв рецесивних генів. Це в першу чергу стосується відбору племінних тварин, вільних від спадкових дефектів.

Наприклад, ще в 1920 р. в Фінляндію з США був завезений бугай айрширської породи, який виявився носієм гена летального захворювання природженої водянки. До 1937 р. у нього було 189 зареєстрованих онуків, 82 з яких походили від синів, про яких було відомо, що вони несуть цей ген. Незважаючи на те, що при штучному осіменінні є великі можливості виявлення і вилучення з розведення бугаїв-носіїв летальних генів, ген водянки досі існує в США (Schmidt, Van Vleck, 1980).

У таблиці 47 наводиться перелік деяких спадкових дефектів великої рогатої худоби, свиней і овець, яких можна контролювати за допомогою родовідних.

Таблиця 47 – Перелік деяких генетичних дефектів (аномалій)

Дефект	Коротка характеристика дефекту
<i>Велика рогата худоба</i>	
Ахондроплазмія	Уражені телята мають вкорочений хребет, пахову грижу, закруглений і випуклий лоб, розщеплене піднебіння, короткі кінцівки та інші дефекти. Ця хвороба зустрічається у джерсейської, айрширської, чорно-рябої порід
Природжена відсутність кінцівок	Передні кінцівки недорозвинуті і не мають плечових кісток, а задні – іноді є, а іноді недорозвинуті. Зустрічається у шведської чорно-рябої породи
Природжені летальні спазми	Уражені телята мають безперервні періодичні спазматичні рухи голови і шиї частіше у вертикальній площині. Зустрічається у деяких порід великої рогатої худоби
Безшерстість	Дефект проявляється у частковій і повній відсутності волосяного покриву. Зустрічається у декількох порід великої рогатої худоби
Збільшення строку тільності	В уражених цим дефектом корів тільність збільшується до 310–315 днів, а маса телят при народженні становить від 50 до 76 кг
Карликовість телят-хрипунів	Телята з цією аномалією частіше народжуються товстими та компактними і їх відмінності від нормальних більш помітні з віком. Телята мають утруднене дихання, звідси їхня назва – “хрипуни”. Зустрічається у шортгорнської, герефордської і ангуської порід м'ясного напрямку продуктивності
Пупкова грижа	Грижа проявляється у віці 8–20 днів і зберігається до 7 міс. віку; дефект частіше уражає бичків. Зустрічається у сучасної голштинської худоби
<i>Свині</i>	
Атрезія ануса	Відсутність у поросят анального отвору. Кнурці гинуть через 2–3 дні після народження, свинки іноді виживають і дають потомство. Дефект спостерігається у декількох порід
Гідроцефалія	Уражені поросята народжуються мертвими, або гинуть протягом 1–2 діб після народження

Синдактилія	Дефект кінцівок, при якому ратички зростаються, як у мула
Параліч	Ураження задніх кінцівок, і поросята повзають тільки за допомогою передніх кінцівок, які уражені менше; гинуть протягом декількох днів після народження
<i>Вівці</i>	
Відсутність кінцівок	Відсутність задніх кінцівок від плесна до скакального суглоба
Карликовість	Вівці-карлики мають морду, яка нагадує дзьоб папуги
Летальне сіре забарвлення	Уражені ягнята гинуть або в ембріональний період, або в ранній період постнатального життя
М'язова контрактура	Ягнята при народженні залякли в різноманітних позах, що утруднює окіт

Якщо один із предків в родовідній тварини мав якийсь спадковий дефект, або він проявився при оцінці тварини за потомством, то така тварина до племінного використання не допускається.

Більшість спадкових дефектів (аномалій) проявляються при інбридингу, тобто, коли гени, які контролюють проявлення цих дефектів, знаходяться в гомозиготному стані. Тому селекціонер, який застосовує близький інбридинг, ризикує підвищити частоту генетичних дефектів у стаді. Більшість цих дефектних генів в гетерозиготному стані не проявляються, тому фенотип гетерозиготних тварин не відрізняється від нормальних.

Відбір племінних тварин за родовідними, особливо плідників, від яких за допомогою штучного осіменіння одержують велику кількість потомків, дає змогу очищати породи від спадкових дефектів. Таким шляхом успішно очищають, наприклад, м'ясні породи великої рогатої худоби від "племінної забрудненості" гена карликовості, а голштинську молочну худобу – від пупкової грижі.

Однак, при цьому в родовідній повинна бути точна інформація про наявність рецесивного гена. У протилежному випадку із розведення може бути виключена цінна лінія тварин, помилково віднесена до носіїв спадкового дефекту. З іншого боку, низька частота рецесивного гена, який зустрічається в лінії чи родині, або неповні записи можуть спровокувати помилкове віднесення родовідної тварини до "чистої" від спадкових дефектів, що буде сприяти подальшому забрудненню породи цими дефектами.

Так, за даними Шмідта і Ван Флека (1980), в 60-х роках східний кооператив штучного осіменіння США широко використовував високоцінного бугая-поліпшувача голштинської породи Бурка Гре-дусейта, від якого було одержано біля 50 тис. нащадків. Пізніше, стало відомо, що він виявився носієм такої аномалії, як зрощення пальців, яку він успадкував від батька. Кооператив негайно припинив використовувати сперму цього бугая, незважаючи на заперечення деяких тваринників про високу племінну його цінність за молочною продуктивністю. З метою перевірки бугая Бурка Гредусейта, його спермою були запліднені корови-дочки бугаїв відомих носіїв цього гена. Із 27 телят, одержаних від цього парування, ні одне не мало зрощення пальців, (97% шансу виявлення). Тому його спермою продовжували осіменяти корів до тих пір, поки одне теля не народилося із зрощеними пальцями. Причиною невиявлення носія є низька частота гена.

На Україні, як і в інших країнах СНД, селекціонери взагалі не проводять контроль наявності в породах спадкових дефектів, особливо при завезенні племінних тварин із-за кордону. В останні роки у нашу країну завезено велику кількість імпортової худоби без будь-якого контролю на наявність шкідливих генів. Водночас, у Німеччині, наприклад, за період 1970–1980 рр. із 3000 голштинських бугаїв, завезених із США та Канади, було вибракувано 250 плідників-носіїв гена пупкової грижі, виявленої при оцінці бугаїв за потомством. Крім того, голштинізація збільшувала частість важких отелень корів, деяких дефектів сім'яників у плідників. Тварини з цими вадами у ФРН виключались із програми розведення чорно-рябої худоби.

Використання родовідних при відборі за кількісними ознаками. Відбір племінних тварин за продуктивністю предків має певне значення для підвищення точності ймовірної племінної цінності тварин. Цінність показників продуктивності предків залежить від таких факторів: 1) як далеко від пробанда знаходиться предок (відповідно до рис., особина має ступінь спорідненості з батьками 0,5; предками 2 покоління – 0,25; 3-го – 0,125 і т.д.; 2) який ступінь успадкування селекційної ознаки; 3) наскільки схожі умови середовища, у яких знаходились предки і оцінювана особина; 4) повнота даних про племінні якості предків.

Теорія і практика показують, що коли батьки (батько і матір) мають вірогідну оцінку племінної цінності, то залучати для відбору особин інформацію про предків другого і тим більше третього ряду родовідної недоцільно, тому що гени цих предків передаються особинам через їх батьків. Однак, в окремих випадках це слід робити.

Наприклад, кореляція між племінною цінністю бугая і племінною цінністю його матері нижча, ніж між племінною цінністю батька матері. Пояснюється це тим, що індекс племінної цінності корови за 1–3 лактації менш вірогідно характеризує її генотип, ніж племінна цінність її батька, оціненого за великою кількістю дочок. Так, за даними М.З.Басовського (1983), регресія генотипу пробанда на племінну цінність батька матері, оціненого за 100 дочками за ознаками з успадкованістю $h^2 = 0,3$, складає 0,16–0,17, а на племінну цінність матері – 0,12 (табл.48).

Таблиця 48 – Регресія племінної цінності пробанда на племінну цінність предків першого і другого ряду родовідної за ознаками з успадкованістю $h = 0,3$

Число потомків чоловічих предків	Мати	Батько	Батько матері	Батько батька
5	0,14	0,13	0,05	0,05
10	0,14	0,21	0,08	0,06
20	0,13	0,29	0,11	0,06
50	0,13	0,38	0,15	0,05
100	0,12	0,43	0,16	0,03
200	0,12	0,46	0,17	0,02

Ще менш інформативні дані про батька батька (діда за батьківською стороною). Регресія генотипу пробанда на генотип батька батька коливається в межах 0,01–0,06.

Найбільш ефективним є відбір особин за племінною цінністю бать-ків, особливо якщо вони оцінені за великим числом дочок. Теоретично можлива кореляція між генотипом особини і її батьком дорівнює $h = 0,5$. На практиці вона майже зрівнюється з теоретично можливою і за ознаками успадковуваністю 0,3 складає 0,46, а за ознаками з успадковуваністю 0,5 дорівнює 0,48. Тому в програмах селекції тих видів тварин, у яких широко використовується штучне осіменіння, інформація про племінну цінність батьків має велике значення.

В таблиці 49 наведені дані значень показників власної продуктивності і показників предків у родовідній при визначенні племінної цінності особини; вони підтверджують, що для визначення племінної цінності особини за ознаками з різним ступенем успадкованості показники про власну продуктивність більш інформативні, ніж показники будь-якого предка родовідної.

Таблиця 49 – Коефіцієнт кореляції між генотипом особини і племінною цінністю різних джерел інформації

Джерело інформації	Коефіцієнт успадкованості ознаки				
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Власні показники особини	0,100	0,300	0,500	0,700	0,900
Показники батьків	0,050	0,150	0,250	0,350	0,450
Показники предків другого покоління	0,025	0,075	0,125	0,175	0,225
Показники предків третього покоління	0,012	0,038	0,062	0,088	0,112

Родовідні мають ту перевагу, що їх використання в системі відбору тварин обходиться недорого, вони можуть бути дуже корисними при проведенні відбору за ознаками, які не проявляються в ранні періоди життя тварин, або за ознаками, обмеженими статтю, (молочна продуктивність корів, яєчна продуктивність курей). У сучасних автоматизованих інформаційних системах селекції родовідні на племінних тварин формуються і зберігаються в технічних носіях інформації, а доступ до них здійснюється на ЕОМ з малими витратами часу і коштів.

Відбір тварин на основі оцінки їх за потомством. Відбір за по-томством означає, що селекціонер залишає у стаді тварин, або вибирає-ковує їх на основі порівняння середньої якості потомства з середніми показниками потомства інших тварин того ж віку. Оцінка за потомством є основним

методом відбору плідників, особливо для тих видів тварин, у яких головним методом розмноження є штучне осіменіння. Оцінка за потомством може бути використана при селекції як за якісними, так і за кількісними ознаками.

При оцінці і відборі особин за *якісними ознаками* застосовуються різні методи аналізованого схрещування. У малоплідному тваринництві, яким є велика рогата худоба, коні і вівці, генотип порід формується головним чином за рахунок плідників. Тому, для вилучення з розмноження плідників – носіїв спадкових дефектів, застосовується метод парування перевірюваних плідників з дочками іншого плідника, про якого відомо, що він є гетерозиготним носієм спадкового дефекту. Якщо від такого парування з'являються дефектні потомки, то перевірюваний плідник є носієм шкідливих генів. Такий тип відбору поєднується з програмою оцінки плідників за продуктивністю потомства, коли спермою перевірюваного бугая осіменяють велику кількість самок. При використанні методу штучного осіменіння, від плідників одержують велику кількість потомства (декілька десятків тисяч), тому вже у молодому віці є можливість виключити з розмноження дефектних плідників. Якщо серед 64 потомків бугая-плідника виявлено хоча б одну тварину з спадковою хворобою, то можна вважати, що цей плідник є носієм рецесивного летального гена з 95%-ною ймовірністю. У багато-плідному тваринництві виявлення тварин з генетичним “вантажем” (шкідливими генами) відбувається набагато простіше, бо при цьому значно скорочується кількість контрольних парувальних перевірюваної особини.

Оцінка особин за *кількісними ознаками* потомства оснований на законі полігенного успадкування ознак, тому ймовірність одержання хоча б двома потомками однакового набору генів від одного батька дуже низька. Отже, щоб одержати вірогідну оцінку генотипу особини, необхідно від неї одержати велику кількість потомків. Чим більше потомків одержано від перевірюваної особини, тим точніша буде оцінка набору генів, якими володіє ця особина, на основі середньої оцінки потомків.

Крім того, між окремими потомками буде не тільки генетична, але й фенотипічна різниця, тому що на полігенні ознаки великий вплив справляє середовище. Серед потомків перевірюваних плідників дуже мала ймовірність того, що навіть дві особини будуть знаходитися в однакових умовах середовища. Наприклад, серед дочок перевірюваних бугаїв, які знаходяться на контрольній фермі в стандартизованих умовах годівлі і утримання, неможливо знайти хоча б 2-х особин з однаковим віком 1-го отелу, сезоном отелу, сервіс-періодом, тривалістю лактаційного періоду тощо. Необхідно відмітити, що для оцінки плідника беруться дочки з різних контрольних ферм, де різний рівень годівлі і утримання.

Для вірогідної оцінки плідників за потомством необхідно дотримуватись таких умов:

1. Маток, яких осіменяють спермою перевірюваних плідників слід відбирати рендомізовано (за принципом випадковості). Якщо до окремих плідників будуть підібрані кращі або гірші матки, то їх племінна цінність буде відповідно завищена, або занижена.

2. Потомкам перевірюваних плідників необхідно створювати стандартизовані умови годівлі, утримання і експлуатації. Годівлю тварин необхідно проводити, використовуючи для цього однакові раціони за одним і тим же способом. Згодовування потомкам різних плідників кормів неоднакових раціонів з неоднаковою кількістю окремих кормів, або ж випасання однієї групи на пасовищі і годівлі іншої на відгодівельному майданчику, спотворює результати оцінки плідників за потомством.

3. Технологія утримання і експлуатації потомків перевірюваних плідників повинна бути однаковою. Однакові станки, однаковий розпорядок дня, однаковий режим освітлення, годівля, моціон тощо.

4. Потомки перевірюваних плідників повинні знаходитися в подібних умовах клімату і мікроклімату.

5. При оцінці племінної цінності перевірюваних плідників необхідно зрівнювати між собою їхнє потомство, що народилось в один рік і в один і той же сезон.

6. У групу потомства перевірюваних плідників необхідно включити всіх тварин (крім хворих). Відбір тільки кращих або тільки гірших потомків буде спотворювати племінну цінність плідників.

7. Чим більше потомків від перевірюваного плідника, тим точніше буде встановлена його племінна цінність. Це відбувається тому, що окремі потомки отримують від батька різну комбінацію генів, отже одержати повну характеристику генів перевірюваного плідника можна тільки на великому поголів'ї потомків. Крім того, на великому поголів'ї потомків відбувається усереднення впливу середовищних (паратипічних) факторів.

В таблиці 50 наведені дані про залежність точності оцінки племінної цінності плідників від кількості потомків і коефіцієнта успадкованості селекційної ознаки, які ілюструють, що залежно від ступеня успадкованості ознаки для вірогідної оцінки вимагається різна кількість потомків. Так, при високому ступені вірогідності оцінки племінної цінності, що дорівнює 0,8, для оцінки, наприклад, бугая за надоем ($h^2 = 0,25$) вимагається 40–45 дочок, а для оцінки його за жирністю ($h^2 = 0,5$) – тільки 15

дочок. Особливо велику кількість потомків необхідно залучати при оцінці плідників за ознаками з низьким коефіцієнтом успадковуваності ($h^2 = 0,1-0,2$).

Таблиця 50 – Точність оцінки тварин за потомством залежно від кількості потомків і успадковуваності ознак

Кількість потомків	Точність відбору залежно від рівня успадковуваності				
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
1	0,15	0,22	0,27	0,35	0,42
5	0,34	0,45	0,54	0,64	0,72
10	0,45	0,59	0,65	0,75	0,81
15	0,53	0,66	0,74	0,83	0,87
20	0,58	0,71	0,79	0,86	0,90
25	0,62	0,75	0,82	0,88	0,92
30	0,66	0,78	0,84	0,90	0,93
40	0,73	0,84	0,88	0,93	0,95
75	0,81	0,89	0,92	0,96	0,97
100	0,85	0,92	0,94	0,97	0,98

Однак, збільшення кількості потомків перевірюваних плідників збільшує витрати на оцінку і знижує можливості інтенсивного використання плідників-поліпшувачів, відібраних після оцінки за потомством. Тому на практиці для кожного виду тварин, виходячи із можливостей окремих порід, встановлюється оптимальна кількість потомків перевірюваних плідників, що сприяє максимальному генетичному і економічному прогресу в популяції. Процес оптимізації кількості дочок бугаїв впливає на генетичний і економічний прогрес молочних порід худоби.

Випробування за потомством багатоплідних тварин відрізняється від випробування за потомством одноплідних тварин. Наприклад, для перевірки за потомством кнура-плідника можна відібрати з одного гнізда 8–10 поросят, у птахівництві ще більше. Потомки плідника з одного гнізда будуть споріднені між собою на 0,50, а потомки, одержані з різних гнізд (напівсисби) мають коефіцієнт споріднення 0,25. Хоча потомки одного гнізда більш подібні між собою, для вірогідної оцінки плідників за потомством використовують напівсисбів, тобто потомків, одержаних з різних гнізд. Цим досягається збільшення потомків на одного плідника і виключається материнський ефект. І те, і інше підвищує точність оцінки плідників за потомством. При цьому, в формулі 7 (розділ 6), коефіцієнт регресії (σ) набуває такого вигляду:

$$\sigma = \frac{m \times n \times h^2}{1 + n(m-1)h^2 - 2h^2}, \quad (7)$$

де h^2 – успадковуваність ознаки; m – кількість матерів потомків плідника; n – кількість потомків на одну матір (гніздо).

Наприклад, півень № 1 парувався з 20 курками-несучками. Від цього підбору одержано 100 дочок (по п'ять від однієї матері). У півня № 2 така ж кількість потомків (100 гол.), але вони одержані від 10 курей-несучок, тобто, по 10 голів від кожної матері. Різниця між несучістю дочок і ровесниць обох півнів була однаковою (+10 яєць). Коефіцієнт регресії у першому випадку становив 0,92, у другому – 0,88. Отже, генетична різниця між несучістю дочок і ровесниць, або племінна цінність півня № 1 становить σ ($X - \bar{X}$) = $0,92 \times 10 = 9,2$ яйця, а півня № 2 = $0,88 \times 10 = 8,8$ яйця.

При розведенні курей ліній яєчного напрямку продуктивності найбільш надійної оцінки племінної цінності півнів досягають за 75-100 дочками, одержаними від 10-15 курей-несучок (по 6–8 голів на одну матір), причому, коефіцієнт регресії племінної цінності півнів на їх генотип становить 0,8–0,9. Точнішої оцінки племінної цінності плідників можна досягти не за рахунок збільшення кількості дочок від одного гнізда, а за рахунок збільшення кількості гнізд при зменшенні кількості потомків від одного гнізда.

Пояснюється це тим, що при великій кількості курей, з якими парується перевірюваний півень, нівелюється вплив материнської спадковості на точність оцінки племінної цінності плідників. Ця проблема легко вирішується при штучному осіменінні племінної птиці.

Найбільш точної оцінки плідників за потомством в багато-плідному тваринництві досягають при використанні *діалельного схре-щування*. Його суть полягає в тому, що за одними матками закріплюється декілька перевірюваних плідників, які парується з ними по-чергово в різний час. Наприклад, припустимо, що 10 свиноматок, які мають номери від 1 до 10, необхідно осіменяти 2-ма кнурами (А, Б) з метою оцінки їх за потомством. Для цього весною осіменили маток № 1–5 кнуром А, маток № 6–10 – кнуром Б. Восени кнурів викорис-товують у зворотному порядку: маток № 6–10 осіменяють кнуром А, а маток № 1–5 – кнуром Б. За такою схемою кожний кнур буде спарований зі всіма 10 свиноматками протягом 1 року і відмінності між свиноматками, покритими одним і тим же кнуром, будуть виключені.

Діалельне схрещування застосовується для оцінки плідників у свинарстві і птахівництві. У скотарстві цей метод не застосовується, оскільки від однієї корови одержують в основному одне теля у рік, тому материнський ефект при оцінці бугаїв за потомством відсутній і, крім того, тривалий строк міжотельного періоду та вирощування молодняка робить такий підбір недоцільним.

Хоча оцінка за потомством є найбільш точним методом визначення племінних якостей плідників, вона набагато збільшує інтервал між поколіннями, що може стати причиною зниження темпів генетичного прогресу в породах. Це відбувається внаслідок того, що потомство повинно бути за віком достатньо зрілим, щоб визначити його фенотип за продуктивністю. Особливо це стосується оцінки бугаїв-плідників за молочною продуктивністю. Навіть при найчіткішій організації цієї роботи бугаїв можна оцінити за молочною продуктивністю дочок не раніше, ніж у віці 6–7 років. Крім того, на перевірку за потомством необхідно ставити втричі більше дорослих плідників, необхідних для осіменіння маток, тому що за законами популяційної генетики з перевірених за потомством тільки кожен третій плідник може бути поліпшувачем. Тому у тваринництві, особливо в багато-плідному, велику роль надають відбору плідників за бічними родичами.

Відбір на основі показників побічних родичів. До побічних родичів належать брати, сестри, двоюрідні брати і сестри, дядьки, тітки і т.д. Інформація про побічних родичів дає уявлення про генотип особини. Чим тісніше зв'язані вони з перевірюваною особою, тим більш цінну інформацію можуть дати для селекції.

Перевірка за сибсами, або напівсибсами – це не що інше як випро-бування за потомством. Однак, при цьому період очікування, необхідний для одержання потомства, не потрібний. Відбір за резуль-татами даних випробування за побічними родичами означає, що особину залишають для племінних цілей, або вибраковують на основі середнього фенотипу братів (сестер), напівбратів (напівсестер) тощо.

Принципи, які лежать в основі використання даних за сибсами, або напівсибсами з метою оцінки племінної цінності особини аналогічні, що і при оцінці за потомством. Точність відбору на основі фенотипу бічних родичів залежить від ступеня успадкованості ознаки, кореляцій між їх генотипом і селекціонованою особою (0,50 або 0,25) і кількості (n) цих родичів. Вірогідність оцінки племінної цінності за сибсами однакова як і за потомством (табл.50). Ефек-тивність відбору за напівсибсами в 2 рази менша (табл.51).

Таблиця 51 – Точність оцінки і відбору особин за напівсибсами залежно від їх кількості і ступеня успадкованості ознак

Кількість напівсибсів	Точність відбору при успадкованості				
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
1	0,07	0,11	0,13	0,17	0,41
5	0,17	0,22	0,27	0,32	0,36
10	0,22	0,29	0,33	0,38	0,41
15	0,26	0,33	0,37	0,41	0,43
20	0,29	0,36	0,39	0,43	0,45
25	0,31	0,37	0,41	0,44	0,46
30	0,33	0,39	0,42	0,45	0,46
45	0,36	0,41	0,44	0,46	0,47
75	0,40	0,44	0,46	0,48	0,48

100	0,42	0,46	0,47	0,48	0,49
-----	------	------	------	------	------

Порівнюючи таблиці 50 і 51, можна зробити висновок: якщо для мінімальної вірогідності оцінки особини (0,5) за низькоуспадко-вуваними ознаками необхідно мати біля 10–15 потомків або сибсів то напівсибсів потрібно більше 100 голів. Відбір за сибсами та напівсиб-сами широко використовується в селекційній практиці свинарства і птахівництва. Це дає змогу зменшити генераційний інтервал при відборі не тільки племінних плідників, але і маток, що сприяє збільшенню генетичного прогресу в популяціях.

Широке застосування на практиці поліовуляції і трансплантації ембріонів у розвинутих країнах дало можливість зробити племінних корів багатоплідними тваринами і тим самим впровадити в селекційну практику відбір бугаїв-плідників за сестрами.

Наприклад, в ФРН (Der Tierzüchter, № 10, 1989) впровадження цього методу при розведенні чорно-рябої худоби дало можливість скоротити генераційний інтервал для відбору бугаїв на племпід-приємства зі штучного осіменіння на 3 роки. У свою чергу, це дало можливість підвищити генетичний прогрес у породі і значно скоротити витрати на утримання бугаїв і спермобанку. Тобто, бугаїв-поліп-шувачів, відібраних за сестрами, стали використовувати для осіменіння корів у віці 4-х років, не чекаючи оцінки за потомством (6–7 років).

Відбір племінних тварин за комплексом селекційних ознак

У попередніх розділах обговорювались принципи відбору племінних тварин за однією селекційною ознакою. На практиці відбір тварин проводиться одночасно за декількома господарсько-корисними ознаками, причому, ці ознаки мають між собою різну кореляцію, різний ступінь успадковуваності і неоднакову економічну цінність. Теорія і практика селекції показує, що коли відбір проводиться одно-часно за декількома ознаками, то темпи генетичного вдосконалення у кожної з них менші, ніж при однобічному відборі. У випадку, коли ознаки незалежні одна від одної і успадковуваність їх однакова, ефективність відбору за однією з них при одночасній селекції за n ознаками складає $1 : \sqrt{n}$ разів порівняно з однобічним відбором. Так, при відборі за однією ознакою ефект селекції за нею складе 100%, за двома ознаками – 70%, трьома – 58%, чотирма – 50% і т.д.

Для відбору тварин за комплексом ознак може бути використано декілька методів.

Метод послідовного (тандемного) відбору передбачає поетапне генетичне поліпшення стада тварин спочатку за однією, потім за другою ознакою і т.д. Ефективність цього методу великою мірою залежить від генетичних кореляцій між селекційними ознаками. Якщо між ознаками відбору є позитивний зв'язок, то цей метод може бути ефективним. Якщо між ознаками кореляція від'ємна, то результати послідовного відбору зводяться до нуля.

Наприклад, у стаді молочної худоби на протязі декількох поколінь можна вести відбір кращих корів тільки за надоем. Коли досягнуто задовільне генетичне поліпшення стада за цією ознакою, селекційний тиск за нею послаблюється і зусилля направляють на поліпшення другої ознаки – вміст жиру в молоці; потім третьої ознаки – вміст білка у молоці тощо. Однак, ефективність такого відбору зводиться до нуля в результаті наявності від'ємної генетичної кореляції між надоем і якістю молока.

В таблиці 52 наведені дані однобічного відбору чорно-рябих корів у стаді племзаводу “Лесное” за надоем, % жиру і % білка в молоці, які показують, що вже вихідне поголів'я кращих корів, відібраних за надоем і кращих корів, відібраних за жиром і білком у молоці, відрізняється за середнім надоем, відповідно, на 961 і 973 кг молока. Отже, досягнення бажаного рівня генетичного потенціалу стада за надоем при однобічному відборі за цією ознакою на протязі декількох поколінь призведе до зниження якості молока, а однобічний відбір за вмістом жиру і білка у молоці потім поверне до вихідного рівня генетичний потенціал за надоем. Таким чином, затрачені зусилля протягом 20 років (4–5 поколінь) призведуть до нульових результатів. З цієї причини тандемний метод відбору не знайшов практичного застосування.

Таблиця 52 – Ефективність однобічного відбору чорно-рябих корів у стаді

племзаводу “Лесное”

Варіант відбору	надій, кг	% жиру	% білка
Середня продуктивність стада	6015	3,85	3,32
Продуктивність 50% кращих корів стада за:			
надоем	6743	3,80	3,25
% жиру	5782	4,02	3,37
% білка	5770	3,89	3,45

Метод незалежних рівнів відбору. При використанні цього методу в селекційну групу відбираються ті тварини, показники продуктивності яких відповідають стандартам породи або стада. Якщо за якоюсь однією ознакою тварина має показник нижче від стандарту, то вона не використовується для племінних цілей.

Наприклад, стандартні значення основних селекційних ознак для первісток червоної степової породи молочної худоби такі: надій первісток – 2900 кг, вміст жиру в молоці – 3,7%, вміст білка в молоці – 3,3%, висота в холці – 126 см, швидкість молоковіддачі – 1,2 кг/хв і жива маса – 450 кг. Корова № 1 мала надій 5000 кг молока, вміст жиру в молоці 3,5%, за рештою ознак показники були вищі стандартних вимог. Корова № 2 мала надій 3000 кг молока, вміст жиру в молоці 3,75%, а показники за іншими ознаками відповідали стандарту породи. Відповідно до методики відбору за незалежними рівнями корова № 2 буде використана для племінних цілей, а корова № 1 буде виключена з розведення, тому що за вмістом жиру в молоці вона не відповідає вимогам стандарту породи. Однак, з генетичної і економічної точки зору, перша корова більш цінна, ніж друга, бо кількість молочного жиру в першій корові складає – $5000 \times 3,50 = 175$, а в другій – $3000 \times 3,75 = 112,5$, або на 62,5 кг менше. Отже, і цей метод відбору має істотні недоліки.

Однак, цей метод широко використовується в системі велико-масштабної селекції, при якій в селекційне ядро породи відбирається обмежена кількість високоцінних племінних тварин. Наприклад, у системі великомасштабної селекції молочних порід худоби, при якій за рахунок штучного осіменіння використовується великий коефіцієнт розмноження потомків від одного бугая, у породі відбирається всього лише 5–10 найбільш цінних плідників для одержання від них ремонт-них бугайців і 20–30 бугаїв для одержання від них ремонтних телиць. Відбір такої незначної кількості племінних плідників дає можливість із сотні тисяч голів відібрати таких, які за всіма господарсько-корисними ознаками перевищують стандарт породи. При цьому відбір проходить двома етапами: 1) спочатку відбираються тварини, які відповідають стандартам породи за всіма селекційними ознаками; 2) потім з цих тварин відбирають кращих за основною селекційною ознакою. У молочному тваринництві основною ознакою є сумарна кількість молочного жиру і білка, у м'ясному скотарстві і свинарстві – вихід м'яса, в яєчному курівництві – несучість.

Теорія і практика селекції показує, що програма відбору за основною господарсько-корисною ознакою з урахуванням стандартів за другорядними ознаками дає максимальний генетичний і економічний прогрес у тваринництві (Van Vleck, 1969; Venge O., Kristensen, 1969; Басовський М.З., 1983). Найбільш показовими результатами такої програми селекції є створення в США і Канаді голштинської молочної худоби, яка має найвищий генетичний потенціал за надоем (біля 8500–9000 кг молока) з порівняно невисоким вмістом жиру в молоці (3,6%).

Метод незалежних рівнів застосовується також при відборі високоцінних тварин на виставки, в каталоги тощо.

Відбір за селекційними індексами. Найбільш ефективним методом поліпшення окремих груп тварин (ліній, родин, споріднених груп) є відбір за індексами, тому що він дає змогу одержати сумарну оцінку тварини за всіма господарсько-корисними ознаками. Для розведення відбирають тих тварин, які мають кращу сумарну оцінку за комплексом ознак. Складаються індекси на ЕОМ з використанням показників продуктивності кожної тварини і її ровесників, успадкованості ознак, генетичної кореляції між селекційними ознаками і відносної економічної ваги кожного показника (див. формулу 5 і 13, розділ 6). Якщо індекс складений правильно з урахуванням усіх факторів, то цей метод відбору дає найбільший селекційний ефект за певний період часу на одиницю витрачених коштів. Розробка селекційних індексів у тваринництві сприяла більш правильному визначенню мети селекції – досягнення певного рівня продуктивності тварин при найменших затратах праці і коштів.

Селекційні індекси використовуються у практиці розвинутих зарубіжних країн для відбору кращих особин у стаді і популяції, для групового відбору у птахівництві, свинарстві, при виведенні спеціалізованих ліній та кросів, при відборі бугаїв-плідників за комплексом ознак і комплексом джерел інформації (розділ 6, формула 13).

Наприклад, на станції контрольного вирощування і відгодівлі м'ясних бугайців у штаті Колорадо, в минулому використовувався такий індекс (Леслі Дж.Ф., 1982):

$$I = 0,58W + 18,64R - 0,73F - 5,87, \quad (8)$$

де W – маса при відлучці; R – середньодобовий приріст на відгодівельному майданчику; F – число днів, необхідне для доведення кожної тварини до стандартної кондиції і E – витрати корму на одиницю приросту.

Для прикладу візьмемо 2 бугайці, які мають такі показники: W – 400 фунтів і 400 фунтів (фунт = 454 г), $R = 2,5$ і 2,75 фунтів, $F = 200$ і 180 днів, $E = 7,5$ фунти і 6, 5 фунти. Підставивши значення ознак у вищенаведену формулу, одержимо: величина індексу для першого бугайця становить 88,57, а для другого 121,6. Тобто, другий бугаєць мав кращу сумарну оцінку за індексом, тому що при однаковій масі (400 фунтів, або 181,6 кг), середньодобові прирости у нього були вищі, вік досягнення цієї маси на 20 днів менший, і, відповідно, витрати корму на один фунт приросту нижчі ніж у першого бугайця.

Таким чином, відбір великої рогатої худоби за допомогою такого індексу дає змогу формувати стадо високопродуктивних і скороспілих тварин з порівняно невисокими витратами корму на одиницю приросту. Однак, ефективність відбору тварин за індексами залежить від того, наскільки правильно встановлена економічна вага ознак, включених в індекс. Якщо за основними ознаками (надій, вихід м'яса, настриг вовни, несучість та ін.) легко встановити абсолютну і відносну економічну вагу, то за ознаками, які мають побічний вплив на собівартість продукції (форма вимені, швидкість молоковіддачі, тип будови тіла тощо) це зробити важче.

Добір на основі бонітування тварин. На Україні і в державах СНД відбір тварин за комплексом ознак проводиться на основі бонітування.

Бонітування – це система оцінки за комплексом ознак з метою визначення тварин за призначенням. Слово бонітування походить від латинського *bonitas* – оцінка. Бонітують тварин за породністю, походженням, розвитком, конституцією і екстер'єром, продуктивністю, відтворними якість та за потомством. Для кожного виду і напрямку продуктивності тварин розроблені та в 1993 р. затверджені Міністерством агропромислового комплексу України спеціальні інструкції по бонітуванню, які диференціюються таким чином: у скотарстві – для молочної та м'ясної худоби, у свинарстві – для м'ясних, сальних і м'ясо-сальних тварин, у птахівництві – для яєчної та м'ясної птиці, у вівчарстві – для тонкорунного, напівтонкорунного, напівгрубо-вовнового і грубововнового напрямку продуктивності, а також для шубних та смушкових овець тощо.

В інструкціях по бонітуванню для кожної селекційної ознаки наводяться стандарти залежно від віку та породи тварин. При бонітуванні тварин показники їх продуктивності порівнюються з стандартами порід. Залежно від величини селекційної ознаки, оцінюваної тварині присвоюється бонітувальний клас, або бали. На основі оцінки за кожною ознакою визначається бонітувальний клас за комплексом ознак.

Наведемо приклад визначення бонітувального комплексного класу свиноматкам. Свиноматок бонітують у племзаводах, племгосподарствах, селекційно-гібридних центрах, племінних фермах, племрепродукторах і фермерських господарствах за такими ознаками: жива маса, довжина тулуба, бальна оцінка екстер'єру, багатоплідність (кількість народжених живих поросят); маса гнізда поросят при відлученні у віці 45 або 60 днів, показники оцінки потомків на основі контрольної відгодівлі (вік досягнення живої маси 100 кг, витрати корму на 1 кг приросту, товщина шпигу на рівні 6–7-го грудних хребців, довжина туші). У таблиці 53 наводиться приклад оцінки свиноматки української м'ясної породи у віці 17 місяців. Шляхом порівняння показників свиноматки з стандартами породи в цьому віці, їй присвоєні відповідні класи. Щоб визначити комплексний клас, необхідно згідно таблиці 54 перевести класи в бали і суму балів розділити на кількість бонітувальних ознак. Якщо провести всі ці арифметичні дії, то сума балів буде 27,5, а середній бал 3,4, клас по комплексу ознак 1.

Таблиця 53 – Визначення бонітувального класу для свиноматки української м'ясної породи у віці 17 місяців

Бонітувальні ознаки	Показ-ники	Породні стандарти для класів	Присвоєно
---------------------	------------	------------------------------	-----------

	сви- номатки					класи сви- номатці
			еліта	1	2	
Жива маса, кг	185	195	182	164	1	
Довжина тулуба, см	161	160	150	145	ел.	
Багатоплідність, гол. відлученні	12	11 і >	10	9	ел.	Маса гнізда при
у 45 днів, кг	115	120 і >	110	100	1	
Показник оцінки за по- потомством:						
вік досягнення маси 100 кг, днів	185	187 і >	188–197	198–207	ел.	
витрати корму на 1 кг при- росту, к.од.	3,8	3,8 і >	3,81–4,00	4,01–4,2	ел.	товщина шпику
на рівні 6–7						
грудних хребців, мм	33	28 і >	29–32	33–36	2	довжина
туші, см	93	94 і >	92–93	90–91	1	
Оцінка за комплексом ознак	х	х	х	х	1	

Таблиця 54 – Шкала для визначення сумарного класу (за середнім балом)

К л а с	Середній бал
Еліта-рекорд	4,0
Еліта	3,6–4,0
1	2,6–3,5
2	2,1–2,5
Позакласні	2,0 і <

Аналогічним чином визначається комплексний клас при бонітуванні інших видів тварин, за винятком того, що за кожним показником визначається не клас, а бал. Сума балів за всіма ознаками є основою для визначення комплексного класу за допомогою спеціальної шкали.

Згідно з інструкцією 1993 р. при бонітуванні молочної худоби комплексний клас не визначається, а добір кращих тварин у селекційну групу проводиться на основі індексів за кожним селекційним показником, які виражають рівень ознаки у відсотках до стандарту породи.

$$\text{ПЦ} = (\text{П} : \text{СП}) \times 100, \quad (9)$$

де ПЦ – племінна цінність; П – величина селекційної ознаки тварини, яку бонітують; СП – стандарт породи за відповідною ознакою.

Наприклад, кількість молочного жиру у корови-первістки чорно-рябої породи складає 120 кг, стандарт породи дорівнює 117 кг. Згідно з формулою, індекс племінної цінності корови за молочним жиром становить:

$$\text{ПЦ} = (120 : 117) \times 100 = 102,5.$$

Таким чином, визначаються індекси і для інших селекційних ознак. У господарствах всіх категорій відбирають корів у племінне ядро згідно з методом незалежних рівнів. Основною ознакою відбору є кількість молочного жиру, яка враховує два основних показники – надій і % жиру в молоці, а за іншими показниками вимоги близькі до стандарту для породи.

Перед бонітуванням у стаді проводиться комплекс заходів: інвентаризація тварин, зоотехнічний та племінний облік, визначення походження тварин, оцінка продуктивності і екстер'єру тварин, оцінка відтворної здатності та ін. На основі бонітування у стаді здійснюються такі заходи: 1) розподіл тварин на племінних, товарних і призначених на вибраковку; племінних тварин у свою чергу розподіляють на

відтворну групу, виставочну, для запису в держплемкниги, на продаж та ін.; 2) оцінка плідників за потомством; 3) оцінка результатів відбору і підбору; 4) уточнюється метод розведення тварин у стаді; 5) розробляється план селекційних заходів тощо.

Сучасні методи бонітування тварин мають істотний недолік: при визначенні класу не враховується вплив факторів середовища та генетичних факторів. При бонітуванні показники продуктивності порівнюються не з ровесниками, а зі стандартом породи, однак в кожному стаді різний рівень годівлі і утримання, завдяки чому маємо різний рівень продуктивності тварин однієї і тієї ж породи. Крім того, при визначенні комплексного класу не враховуються генетичні і економічні параметри, як це робиться при конструюванні селекційних індексів, а тому бонітувальний клас спотворює реальну племінну цінність тварин. Цей висновок підтверджує і селекційна практика – результати відбору тварин за бонітувальним класом і за племінною цінністю не співпадають.

Ефект відбору і фактори, які впливають на нього

Методи оцінки ефекту відбору. Ефективність відбору у стаді або породі визначається величиною генетичного прогресу за господарсько-корисною ознакою, досягнутого за покоління, або в розрахунку на 1 рік. Прогноз генетичного прогресу, або ефект селекції (G) вираховується за формулами:

$$\text{за покоління} - G = h^2 \times Sd \quad (9)$$

$$\text{за рік} - G = (h^2 \times Sd) : t \quad (10),$$

де h^2 – коефіцієнт успадковуваності; Sd – селекційний диференціал; t – генераційний інтервал.

Селекційний диференціал – це різниця між середньою продуктивністю тварин відібраної групи (P_s) і середньою по стаду ($\bar{P}$):

$$Sd = (P_s - \bar{P}) \quad (11)$$

Наприклад, на контрольній фермі надій 100 первісток складав 4000 кг молока ($\bar{P}$). Для комплектування племінного ядра з них відібрано 50 кращих корів, середній надій яких складає 4500 кг молока (P_s). Інтервал між поколіннями у стаді становить в середньому 5 років, успадковуваність надою $h^2 = 0,25$. Виходячи з цих даних, селекційний ефект з відібраних тварин склав: за покоління – $Sd = 0,25 \times (4500 - 4000) = 125$ кг; в розрахунку на один рік – $Sd = 125 : 5 = 25$ кг молока.

На рис.33, показано полігон розподілу за надоем материнського стада, у якому були відібрані кращі племінні корови і розподіл дочірного стада, одержаного від цих корів. На рисунку видно, що і матері, і їхні дочки піддаються нормальному розподілу за надоем. Однак, якщо у матерів середній надій склав 4000 кг, то в їхніх дочок він був вищий на 125 кг молока. Це і є темп генетичного прогресу стада за покоління. Отже, з покоління в покоління, відбір кращих корів за надоем сприяє накопиченню у тварин стада генів, які контролюють високий рівень надою, в результаті чого формується відповідний тип конституції, екстер'єру, і як результат, зростає генетичний потенціал за надоем.

Рис.33

Аналогічно відбувається зростання генетичного прогресу у стаді (популяції) внаслідок цілеспрямованого відбору і за іншими видами тваринницької продуктивності. Якщо розподіл тварин у стаді за показниками продуктивності має характер нормального розподілу (при нормальному розподілі більшість тварин у варіаційному ряді знаходяться навколо середнього класу, а перехід до крайніх класів від мінімального до максимального здійснюється поступово), то селекційний диференціал і генетичний прогрес можна визначити через фенотипічне стандартне відхилення (σ_p) і коефіцієнт інтенсивності відбору тварин (i) за такою формулою:

$$Sd = \sigma_p \times i. \quad (12)$$

В таблиці 55 подаються коефіцієнти інтенсивності відбору в частках стандартного відхилення (i) залежно від коефіцієнтів відбору тварин у селекційну групу (w), за допомогою яких вираховується селекційний диференціал. Наприклад, у стаді молочної худоби стандартне відхилення складає 700 кг молока, з 100 корів у племінне ядро відібрано 90 голів, тобто, $w = 0,9$, а згідно з таблицею 55 $i = 0,2$. Відповідно $Sd = 0,2 \times 700 = 140$ кг молока. Якщо ж, в племінне ядро відібрати 50% корів стада, то $w = 0,5$, $i = 0,8$, а $Sd = 0,8 \times 700 = 560$. Тобто, із збільшенням інтенсивності відбору збільшується і селекційний диференціал.

Таблиця 55 – Зміна селекційного диференціалу в одиницях стандартного відхилення при різній частці відбору тварин у стаді або популяції

Частка відібраних особин (w)	Інтенсивність відбору (i)	Частка відібраних особин (w)	Інтенсивність відбору (i)
0,90	0,20	0,30	1,16
0,80	0,35	0,20	1,40
0,70	0,50	0,15	1,55
0,60	0,64	0,10	1,76
0,50	0,80	0,05	2,05
0,40	0,97	0,01	2,64

У підручниках з біометрії наводяться більш детальні таблиці для визначення інтенсивності відбору тварин при різній частці відбору особин у стаді. Непрямий метод визначення селекційного диференціалу використовується при моделюванні на ЕОМ різних програм селекції тварин, а також в інших дослідженнях з селекції і популяційної генетики.

У формулах 9 і 10 наводиться спрощена методика оцінки прогнозу ефекту відбору. Генетичний прогрес за господарсько-корисною ознакою в окремому стаді здійснюється за рахунок відбору самців і самок. Тому генетичний прогрес у стаді вимірюється поло-виною суми ефекту відбору матерів і батьків, поділеною на їхній середній їх генераційний інтервал:

$$G = \frac{1/2 (h^2 \times Sd_m + h^2 \times Sd_b)}{t}, \quad (13)$$

де Sd_m – селекційний диференціал самок, відібраних у племінне ядро стада; Sd_b – селекційний диференціал племінних плідників.

При великомасштабній селекції генетичний прогрес у популяціях здійснюється не тільки за рахунок відбору самців і самок у межах окремих стад. Так, в породах молочної худоби генетичний прогрес за молочною продуктивністю відбувається за рахунок відбору і використання 4-х категорій племінних тварин: батьків бугаїв (ББ), матерів бугаїв (МБ), батьків корів (БК) і матерів корів (МК). Тобто, для одержання ремонтних бугаїв для племпідприємств штучного осіменіння в породі відбираються найбільш цінні корови у групу МБ, а серед дорослих плідників, оцінених за потомством, відбираються у групу ББ плідники-поліпшувачі з найбільш високим генетичним потенціалом. Потім МБ парують з ББ і одержують ремонтних бугаїв, яких вирощують і перевіряють за комплексом ознак. Після тривалої перевірки за власними показниками і за потомством, кращих бугаїв відбирають у групу батьків корів (БК), якими комплектують станції штучного осіменіння і спермою яких осіменяють корів породи. У межах окремих маточних стад ведеться відбір тільки однієї категорії племінних тварин – МК. Тобто, кращих корів стада виділяють у племінне ядро і осіменяють спермою БК. Таким чином, генетичний прогрес у породі обумовлюється сумарним ефектом відбору 4-х категорій племінних тварин. Щоб визначити генетичний прогрес у розрахунку на один рік, необхідно також визначити сумарний генераційний інтервал 4-х категорій племінних тварин. На основі вищевикладених принципів середньорічний генетичний прогрес у породі за надовом визначається сумою генетичної переваги 4-х категорій племінних тварин, поділеною на суму генераційних інтервалів цих тварин.

$$G = \frac{I_{ББ} + I_{МБ} + I_{БК} + I_{МК}}{L_{ББ} + L_{МБ} + L_{БК} + L_{МК}}, \quad (14)$$

де I – середня генетична перевага в породі за кожною категорією племінних тварин, яка вираховується за формулою $I = h^2 \times Sd$; L – середній генераційний інтервал для кожної категорії племінних тварин.

Популяційно-генетичні принципи оцінки прогнозу результатів відбору застосовуються і для інших видів тваринництва. Так, в яєчному курівництві генетичний прогрес за несучістю визначається інтенсивністю відбору молодих курей і півнів, перелярих курей і півнів, а також коефіцієнтом співвідношення в популяції між молодістю і перелярою птицею.

Вищевикладені принципи стосуються оцінки прогнозованого ефекту відбору в окремому стаді, або в популяції. Для аналізу результатів селекції оцінюється також *реалізований ефект відбору*. У птахівництві, наприклад, застосовується метод *контрольної популяції*, в якій не проводиться відбір і яка розмножується за рахунок вільного парування. Досягнутий рівень продуктивності в селекціонованій популяції порівнюється з рівнем продуктивності контрольної популяції. Обов'язковою умовою цього методу є однаковий рівень середовища в обох популяціях. Різниця між рівнем продуктивності одновікових тварин у селекціонованій і контрольній популяції характеризує результат відбору за даний період часу, а також в розрахунку на одне покоління, або за рік.

У молочному скотарстві для оцінки реалізованого ефекту відбору застосовується *метод повторної оцінки бугаїв за потомством на коровах різних поколінь*. Цей метод оснований на тому, що генетичні властивості тварин у часі не міняються, тому сперма бугая, яка знаходиться у сховищі в законсервованому вигляді, є носієм постійного генотипу. Зміна племінної цінності дочок-плідників, які народились в різний час, характеризує генетичні зміни в маточному стаді популяції, що відбулися за рахунок відбору та інших селекційних заходів. На графіку (рис.), показано, як знизилась племінна цінність 3-х бугаїв чорно-рябої породи під впливом росту генетичного потенціалу корів у популяції, з якими парувалися ці бугаї. За 9 років використання цих бугаїв генетичний потенціал у популяції корів збільшився на 350 кг молока, або в середньому за рік на 35 кг молока. Тобто, середньорічний реалізований генетичний прогрес у породі склав 35 кг молока. Оцінка прогнозованого та реалізованого генетичного прогресу за один і той же період часу дає можливість вносити корективи в методи та напрями відбору і тим самим підвищувати його ефективність.

Фактори, які впливають на величину ефекту відбору. На величину селекційного диференціала і відповідно на величину генетичного прогресу у стаді (популяції) впливають ряд факторів: інтенсивність відбору тварин, їх плодючість, точність обліку, величина генераційного інтервалу, розмір популяції та ін.

1. *Інтенсивність відбору.* Як показують дані таблиці 56, чим менша частка відібраних для селекції тварин, тим більший селекційний диференціал. Наприклад, у популяції чорно-рябої худоби Ленінградської області, в період 1969–1979 рр. використовувалось 720 бугаїв-плідників. Оцінені вони за потомством в 1975–1985 рр. Середня племінна цінність всіх плідників склала +7 кг молока. Середньорічний генетичний прогрес за цей період склав +24 кг молока. Моделювання на ЕОМ різних варіантів відбору бугаїв показало: якщо б використовувалася сперма тільки кращих 17 бугаїв (спермобанк такої кількості бугаїв давав змогу осіменяти всіх корів популяції), то їх племінна цінність склала б +597 кг, середньорічний генетичний прогрес збільшився б до +57 кг молока.

Як відомо, для відтворення стада плідників завжди необхідно набагато менше, ніж самок, тому селекційний диференціал для самців завжди вищий, ніж для самок. При розширеному відтворенні для ремонту стада необхідно більше маток, ніж при простому відтворенні, тому селекційний диференціал, як правило, нижчий.

У багатоплідних тварин відносний селекційний диференціал завжди вищий, ніж у одноплідних, тому що першим потрібна менша кількість особин для одержання від них ремонтного молодняку. В таблиці 56 наведені орієнтовні показники поголів'я стада, яке виділяють у племінне ядро для одержання від нього ремонтного молодняку при простому відтворенні (постійна чисельність поголів'я стада) у різних видів тварин.

Таблиця 56 – Необхідна кількість поголів'я, яка виділяється для репродукції стада при простому відтворенні різних видів тварин

Вид тварини	Чисельність поголів'я, яке виділяється для репродукції стада, %	
	самці	самки
М'ясна худоба	4–5	40–50
Молочна худоба	4–5	50–60
Коні	2–4	40–50
Вівці	2–3	40–50
Свині	1–2	10–15
Кури	1–2	10–15

2. *Неможливість точного виміру господарсько-корисної ознаки* негативно впливає на ефект відбору, тобто, в селекційну групу можуть бути відібрані не кращі тварини.

3. *Інтервал між поколіннями* впливає на величину ефекту відбору. Чим більший інтервал між поколіннями, тим нижчий ефект відбору, в розрахунку на один рік. Інтервал між поколіннями (генераційний інтервал) може бути визначений як середній вік батьків, при якому одержано від них потомство, або як відрізок часу між двома поколіннями, що знаходяться на однаковій стадії життєвого циклу.

У різних видів сільськогосподарських тварин тривалість інтервалу між поколіннями різна. Чим більша тварина, тим більший її генераційний інтервал (табл.57).

Таблиця 57 – Середній інтервал між поколіннями у різних видів сільськогосподарських тварин

Вид тварин	Середня тривалість генераційного інтервалу, років	
	самці	самки
Коні	8,0–12,0	8,0–12,0
М'ясна худоба	3,0–4,0	4,5–6,0
Молочна худоба	3,0–4,0	4,5–6,0
Вівці	2,0–3,0	4,0–4,5
Свині	1,5–2,0	1,5–2,0
Кури	1,0–1,5	1,0–1,5

Величина генераційного інтервалу залежить переважно від системи розведення, методів оцінки племінної цінності тварин і технології тваринництва. Генераційний інтервал для племінних тварин, особливо для плідників, штучно підвищується для того, щоб одержати вірогідні дані про їх племінну цінність за власними показниками і за потомством. Відбір тварин з високим і вірогідним рівнем племінної цінності підвищує селекційний диференціал, але водночас збільшує їх генераційний інтервал. Так, інтервал між поколіннями у свиней можна зменшити від 1,5–2 років до одного року, якщо поросят відбирати в ремонтну групу з перших приплодів і парувати свинок в 7–8-місячному віці кнурами такого ж віку. Якщо ж кнурів і свинок відбирати в племінну групу після їх оцінки за потомством, то генераційний інтервал збільшується з 1 до 2 і більше років.

У великої рогатої худоби інтервал між поколіннями може бути скорочений, якщо не проводити відбір бугаїв за потомством і відбір корів за власною продуктивністю. В таблиці 58 наведені складові елементи генераційного інтервалу для бугаїв-плідників. Так, якщо бугаїв відбирати для штучного осіменіння на основі оцінки батьків і за власними показниками (енергія росту, показники відтворної здатності), то вже за два роки можна одержати від них потомство, а середній генераційний інтервал для них можна зменшити до 2,5–3 років (залежно від строків використання сперми для осіменіння корів). Якщо ж бугаїв відбирати за потомством, то їх інтервал збільшиться до 7 і більше років. На довжину генераційного інтервалу маток впливають також умови середовища. Так, строк статевого і фізіологічного дозрівання, період між суміжними відтворювальними циклами (наприклад, між-отельний період у корів) і інші, зумовлені рівнем годівлі і технологією утримання тварин.

Збільшення інтервалу між поколіннями призводить до зниження ефекту відбору в розрахунку на один рік. Тому на практиці проводиться порівняльна оцінка ефективності різних систем селекції сільськогосподарських тварин і вибирається для впровадження той варіант, який найбільш економічно вигідний. Так, у свинарстві в останні роки встановлено, що відбір племінних свиней за потомством, незважаючи на те, що він забезпечує найбільшу точність оцінки племінної цінності, не є кращим методом селекції свиней. Досвід США, Швеції, Голландії, Великобританії, Франції та інших країн показує, що як з селекційної, так і з економічної точки зору найбільш ефективним є комбінований метод.

Таблиця 58 – Розрахунок генераційного інтервалу для бугаїв-плідників

Етапи оцінки, відбору і використання бугаїв	Вік бугаїв у місяцях
Перевірка за власними показниками	1–12
Відбір за швидкістю росту	12–13
Оцінка за спермопродукцією	13–15
Контрольне осіменіння корів	15–19

Народження дочок перевірюваних бугаїв	24–28
Контроль молочної продуктивності дочок	54–68
Оцінка і відбір за потомством	69
Осіменіння корів спермою, оцінених за потомством бугаїв	69–81
Народження потомства від оцінених бугаїв	78–90

Суть комбінованого методу полягає в тому, що на станцію контрольного вирощування та відгодівлі одночасно ставляться пере-вірювані кнури і їх одновікові сибси (брати і сестри). Тобто, племінні кнури відбираються за власними показниками і показниками сибсів. Це дає можливість в 2–3 рази зменшити генераційний інтервал, і тим самим підвищити генетичний прогрес за м'ясною продуктивністю (Рибалко В.П., 1990). Вірогідність оцінки племінної цінності плідників за сибсами аналогічна оцінці за потомством. Тому відбір кнурів за сибсами в поєднанні з перевіркою за власними показниками на одній і тій же контрольній станції забезпечує високу ефективність відбору ремонтних кнурів і маток. Аналогічний метод відбору застосовується у бройлерному птахівництві. Застосування методу поліовуляції і трансплантації ембріонів у молочному скотарстві дає можливість скоротити на 3 роки генераційний інтервал для бугаїв-плідників за рахунок оцінки та відбору їх за сестрами.

4. На ефективність відбору впливає також величина популяції, і чим більше тварин у групі, з якої відбираються племінні тварини, тим вищий селекційний диференціал і генетичний прогрес. Це наочно показано в розрахунках датських вчених при моделюванні на ЕОМ різних варіантів програми селекції для молочних порід худоби (табл.59).

Таблиця 59 – Вплив величини популяції на ефективність програми селекції для датських молочних порід худоби (Petersen P. et al, 1974)

Величина популяції, тис.корів	Банк спер-ми на од-ного бугая, тис.доз	Число плідників, які використовуються в популяції, гол.		Генетичний прогрес за молочним жиром, %	Відносна економічна оцінка програми селекції, %
		переві-рю-ваних	оцінених за потомством		
500	50	112	4	1,55	100,2
250	41	128	8	1,44	91,3
100	15	175	20	1,23	77,7
50	7	240	40	1,07	65,1

П.Петерсен і співавтори (1974) встановили: коли програма селекції буде централізовано здійснюватися на всій породі, то можна застосовувати найбільш інтенсивний відбір і використання бугаїв-поліпшувачів, що сприяє досягненню максимального генетичного і економічного прогресу в породі. Так, для здійснення цього варіанту програми селекції необхідно з 112 перевірюваних плідників відібрати для осіменіння корів всього лише 4 найбільш цінних бугаїв-поліпшувачів з банком сперми по 50 тис. на кожного з них, що забезпечить одержання в породі відносного генетичного прогресу за кількістю молочного жиру 1,55% (до середнього породи). Якщо ж племінна робота в породі буде проводитися ізольовано в десяти окремих популяціях, чисельністю по 50 тис. корів в кожній, то число перевірюваних і відібраних бугаїв для осіменіння корів після оцінки за потомством значно зростає, відповідно до 240 і 40 голів. Зниження інтенсивності відбору і використання плідників призведе до зниження генетичного прогресу за кількістю молочного жиру до 1,07%, а відносна економічна ефективність племінної роботи в породі знизиться до 65,1%.

Аналогічні дані одержані в дослідженнях Ренделя і Робертсона 1950), Скервольда (1965), Лінде (1968), Лангольца (1970), Ліндстрема (1971), Сирстада (1974), М.З. Басовського і В.М. Кузнецова (1977, 1982) та ін.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ ВІДБОРУ

Організація селекційного відбору складається з великого комплексу заходів. Перед відбором проводять мічення (інвентаризацію) тварин, зоотехнічний і племінний облік. На основі даних про походження, продуктивність і племінну цінність на різних вікових етапах в кожному окремому стаді формуються різні селекційні і виробничі групи.

У рамках окремих порід і популяцій формуються спеціалізовані селекційні стада, проводяться великомасштабні заходи, оцінки відбору і використання племінних тварин. Всі ці заходи для кожного окремого виду тварин мають як загальний характер, так і специфічні особливості.

Мічення. Фундаментом селекційної роботи є зоотехнічний і племінний облік, а основою обліку є ідентифікація тварин. Кожна тварина повинна мати індивідуальний номер (повторення номерів не допускається), а в окремих видах тварин і кличку. Кличка і номер племінній тварині надаються в молодому віці при переведенні її в селекційну групу і є постійними весь період їх експлуатації. В подальшому вони повторюються у потомків (дочірньому, внуковому, правнуковому поколіннях і т.д.). Існують різні способи мічення тварин: татуювання, вищипи на вухах, таврування, металічні або пластмасові бирки, кнопки, сережки тощо.

Один з найстаріших методів мічення – *татуювання*. Роблять його спеціальними щипцями із вставними цифровими печатками, які мають гострі голкові виступи, розміщені на контурах цифр. Потрібний номер таких цифр вставляють в щипці, стисканням яких наносять ранки на внутрішню поверхню вуха тварин, а потім втирають татуювальну фарбу або приготовлену в господарстві суміш, до якої входить спирт, туш і гліцерин. Для тварин, у яких внутрішня поверхня вуха має світле забарвлення, використовують фарбу чорного кольору, а якщо ця поверхня темна, то червону. Добре нанесена татуїровка зберігається на вусі тварини все її життя. Цей метод широко використовується у свинарстві.

У скотарстві найбільш поширений *метод вищипів на вухах*. За допомогою спеціальних щипців роблять трикутні вищипи на контурі, а також круглі на внутрішній поверхні вушних раковин. Кожний вищип залежно від місця його нанесення має певне числове значення. Підсумовуванням чисел, відповідних вищипам, визначається номер тварини.

У великої рогатої худоби і овець у вушну раковину за допомогою спеціальних щипців вставляють металічні або пластмасові бирки, кнопки, сережки з нанесеними на них номерами. У конярстві та м'ясному скотарстві застосовують випалювання на шкірі номерів і умовних знаків (тавро). У великої рогатої худоби і коней, які мають темний волосяний покрив, застосовують спосіб *мічення тварин холодом*. На місцях прикладання набірним номером металевого тавра, охолодженого в рідкому азоті, виростає світлий волос. Такі мітки добре читаються на відстані, що важливо при пасовищному утриманні тварин.

Для мічення птиці застосовують металеві кільця на ногах, криломітки (на крилі), прокол перетинок між пальцями у гусей і качок. Застосовуються й інші способи мічення. Вибір варіанта мічення визначається видом тварин і способом їх утримання. Для гарантії часто застосовуються одночасно два способи мічення. Наприклад, татуювання і вищипи, вищипи і бирки таврування тощо.

Клички. У скотарстві, конярстві і свинарстві крім інвентарного номера племінним тваринам присвоюються також клички. Кличка тварини разом з її номером записуються в усі форми племінного обліку. Присвоєння кличок дуже важливо при розведенні за лініями і родинами. Наприклад, у свинарстві чоловічим потомкам декількох поколінь, які належать до окремої лінії, присвоюється одна кличка, яку мав родоначальник лінії. Вимоги до кличок тварин: вони повинні бути простими, легкими для запам'ятовування і вимовлення, відповідати статі та виду тварин. Неприпустимо давати клички, які означають вади тварин, імена людей, національності, назви міст, держав тощо.

Зоотехнічний і племінний облік. Одним з важливих організаційних заходів у господарствах є ведення зоотехнічного і племінного обліку. Відбір тварин за комплексом ознак і всі заходи племінної роботи можна вести тільки при наявності в господарствах точної реєстрації даних про їх походження, продуктивності та відтворної здатності. Відомості про тварин реєструються в формах зоотехнічного і племінного обліку.

До зоотехнічного обліку належать форми актів первинних записів про народження тварин, зважування, вимірювання, показники продуктивності, осіменіння та ін. На основі первинних актів заповнюються журнали осіменіння, отелень, вирощування молодняку, обліку показників продуктивності, оцінки екстер'єру, конституції тощо.

До племінного обліку належать форми індивідуальних карток на племінних тварин, у які заносяться відомості про їх народження, породу і породність, родовідна, оцінка екстер'єру, конституції, дані продуктивності за кожний рік і дані про племінну оцінку за комплексом ознак.

Індивідуальні картки заповнюються на основі первинного зоотехнічного обліку тільки на племінних тварин, окремо на самців і самок в молодому віці в момент переведу їх у групу ремонтного молодняку. Картка на тварину ведеться весь період її експлуатації, а при вибутті тварини її передають в архів. Форми індивідуальних карток залежать від статі і виду тварин. Стандартні форми зоотехнічного і племінного обліку затверджені Міністерством агропромислового комплексу і статистики та пристосовані для обробки інформації на ЕОМ.

Комплектування груп тварин у стаді. У кожному окремому стаді у процесі відбору відбувається сортування тварин на окремі групи: за віком, роком народження, походженням, породністю, рівнем продуктивності, племінною цінністю, фізіологічним станом тощо. З точки зору селекції, групування тварин у стаді залежить від виду тварин і категорії господарства. Так, у *товарних стадах* одноплідних тварин (наприклад, молочна худоба) відбувається комплектування таких груп:

1. *Племінна група*, від якої відбирається молодняк для ремонту стада

2. *Товарна група*, від якої потомство не залишається на ремонт стада

3. *Брак* (тварини вилучаються з стада)

Молочне стадо товарного господарства

Племінна група формується в кожному товарному стаді, за винятком спецгоспів, які комплектуються за рахунок племре-продукторів. У ній відбирають кращих маток за породністю, продуктивністю, екстер'єрно-конституційними якостями з метою одержання від них молодняку для ремонту маточного поголів'я. Племінна група (або племінне ядро) формується з таким розрахунком, щоб кількість одержаного від неї молодняку дещо переважала кількість, необхідну для ремонту маточного стада: половину приплоду складають самці, певне число гірших самочок, яких необхідно буде вибракувати на всіх їх вікових етапах до дорослого стану.

У *товарну групу* входять матки, менш цінні за своїми господарськими і племінними якостями. Весь приплід від цих маток не використовується для племінних цілей. Тому цих маток можна осіменяти не найціннішими плідниками, або використовувати їх для промислового схрещування. У молочному скотарстві, наприклад, корів товарних груп схрещують з бугаями м'ясних порід, щоб збільшити у потомства показники м'ясної продуктивності. У групу *браку* відділяють хворих тварин, які мають різні екстер'єрні недоліки і вади, а також низькопродуктивних і безплідних особин.

Спеціалізовані племінні стада одноплідних тварин (племзаводи, племгоспи) діляться на такі групи:

1. Група найкращих маток, від яких відбирають як дочок, так і синів (ремонтні плідники)

1. Відбір потенційних матерів плідників

2. Відбір визнаних (затверджених) матерів-плідників

2. Основна племінна група, за допомогою якої ремонтується маточне поголів'я стада

3. Виробнича група (приплід від цих маток не використовується для ремонту стада, виранжировується)

4. Група маток, яких виводять зі стада

Маточне стадо племінного господарства

1. Виранжировані матки продаються в інші стада, або вибраковуються

У групу найкращих маток включають найбільш цінних тварин, які за рівнем племінної цінності являють інтерес для всієї породи. Як правило, ці матки, осіменяються найбільш цінними в породі

самцями для одержання ремонтних плідників, які надходять на племпід-приємства штучного осіменіння. Матки цієї групи використовуються також для поліовуляції і трансплантації ембріонів.

Матки *основної племінної групи* використовуються для одержання від них ремонтних самок для власного стада.

Виробнича група самок використовується тільки для одержання продукції. У племінних господарствах не тільки племінні, а й товарні тварини мають цінність для породи, тому більшість маток, яких відбирають із стада (за винятком хворих і старих тварин) не вибра-ковують, а виранжировують.

Виранжировування – це виокремлення з племінного стада тварин, племінна цінність яких не задовольняє вимог стада, з метою вико-ристання їх в інших господарствах, у т.ч. і в дочірніх стадах племінних господарств.

У *багатоплідному тваринництві* структура стад має свою спе-цифіку. Так, в племптахозаводі (ППЗ) структура стада дорослої птиці складається з селекційного стада і стада “розмножувач вихідних ліній”. В таблиці 60 подається структура ППЗ у процентах від загального поголів’я стада.

Таблиця 60 – Структура стада дорослої птиці в ППЗ

Поголів’я птиці в господарстві	Групи птиці %			
	селекційне стадо			стадо “розмножувач вихідних ліній”
	всього	в т.ч.		
		в селекційних гніздах	у випро-бувачі	
Яєчні кури (50 тис.)	64–66	8–9	56–57	36–34
М’ясні кури (50 тис.)	36–44	9–11	27–33	64–56
Качки (50 тис.)	14–20	4–6	10–14	86–80
Індики (15 тис.)	25–35	10–15	15–20	75–65
Гуси (10 тис.)	12–17	5–7	7–10	88–83

У свою чергу, “розмножувач вихідних ліній” розбивається на групи батьківської і материнської форм. Залежно від структури кросу, батьківська і материнська форми також розподіляються на батьківську і материнську лінії. Наприклад, “розмножувач вихідних ліній” 4-ліній-ного кросу м’ясної птиці має таку структуру стада (в % від усього поголів’я):

батьківська лінія (8–12%)	}	батьківська форма (32–33%)	}	Чотирилінійний крос (100%)
материнська лінія (20–25%)				
батьківська лінія (10–15%)	}	материнська форма (60–65%)	}	
материнська лінія (50–60%)				

Стада-розмножувачі, або репродуктори є і у свинарстві, також ведеться відбір груп тварин – потомків перевірюваних кнурів і маток на станції контрольного вирощування та відгодівлі.

Організація відбору племінних тварин у масштабі породи

У *малоплідному тваринництві* при використанні штучного осіменіння заходи з організації відбору племінних тварин мають великомасштабний характер і поширюються на всю породу. Так, у молочному тваринництві протягом 7–8 років здійснюються заходи, спрямовані на виведення, вирощування, оцінку і відбір племінних бугаїв-плідників. Відповідно до схеми, яка показана на рис.34, у масштабі породи, або окремої популяції здійснюються наступні заходи.

1. Відбір у групу матерів бугаїв (МБ) найбільш цінних корів, які належать племзаводам.
2. Відбір у групу батьків бугаїв (ББ) серед плідників-поліпшувачів, оцінених за потомством.

3. Складання плану заказного парування МБ спермою ББ з метою одержання ремонтних бугаїв.
4. Комплектування групи ремонтних бугайців у віці 1-2 місяців, на племпідприємствах штучного осіменіння худоби.
5. Вирощування, оцінка і відбір ремонтних бугаїв у віці від 2-х до 12-ти місяців за енергією росту, екстер'єром і конституцією.
6. Оцінка і відбір бугаїв у віці 15–18 місяців за ознаками відтворної здатності.
7. Створення банку сперми на кожного перевірюваного за потомством плідника в період від 2-х до 5-ти років.
8. Оцінка і відбір бугаїв за потомством у віці 7–8 років.
9. Регламентація використання сперми бугаїв залежно від їх племінної цінності.

Рис.34

Для функціонування цієї системи створюються: 1) селекційно-генетичні центри; 2) зональні виробничі селекцентри племінної роботи і штучного осіменіння; 3) племзаводи, в яких одержують ремонтних бугаїв; 4) племпідприємства, в яких вирощують і оцінюють ремонтних і дорослих плідників, створюють банк консервованої сперми плідників, проводять штучне осіменіння корів у зоні своєї діяльності.

Основне завдання великомасштабної системи розведення молочних порід худоби – генетичне поліпшення великих масивів тварин за рахунок інтенсивного використання сперми бугаїв-поліпшувачів, оцінених за потомством.

Система відбору в *багатоплідному тваринництві* спрямована на виведення у племзаводах спеціалізованих ліній (порід), отримання та розмноження в репродукторних стадах гетерозисних кросів на основі схрещування ліній (порід) і одержання продукції від гібридних тварин у товарних стадах. Наприклад, у птахівництві, в масштабах великого регіону одержання і відбір високопродуктивних гібридів та їх вико-ристання здійснюється за рахунок функціонування таких спеціалізованих господарств (рис.34):

1. Селекційно-генетичного центру і племптахозаводів, завданням яких є створення нових і вдосконалення існуючих ліній, оцінка їх на поєднаність та формування структури кросів.
 2. Репродуктори 1 порядку одержують від племінних заводів ви-хідні лінії кросу, розмножують їх і схрещують відповідно до схеми кросу, розробленої селекцентром.
 3. Батьківські лінії і форми, одержані в репродукторах 1 порядку, передаються господарствам-репродукторам 2 порядку, які схрещують батьківські лінії і форми, постачають гібридним інкубаційним яйцем, або молодняком промислові підприємства. Завдання племрепро-дукторів 2 порядку виконують також спеціалізовані господарства, або племінні ферми з батьківськими стадами на птахофабриках.
- Таким триступеневим шляхом забезпечується конвеєрність виробництва племінної птиці і перенесення генетичного прогресу з племінних у товарні стада. Аналогічна схема з урахуванням специфіки галузі застосовується у свинарстві, що також забезпечує велико-масштабний характер розмноження племінних і товарних тварин, а також генетичне їх поліпшення за рахунок гетерозисного ефекту.

К о н т р о л ь н і п и т а н н я

1. Суть штучного і природного відбору.
2. Дарвінівська концепція відбору і еволюції.
3. Методи штучного відбору.
4. Господарсько-корисні ознаки, за якими проводиться відбір тварин.
5. Що таке популяція і популяційна генетика?
6. Популяційно-генетичні основи відбору.
7. Типи мінливості ознак відбору.
8. Коефіцієнт успадковуваності, методи його визначення і вико-ристання при відборі тварин.
9. Взаємодія між генотипом і середовищем, її значення в системі відбору тварин.
10. Методи відбору племінних тварин за власними показниками на основі родовідних, за потомством і побічними родичами.

11. Ефективність відбору племінних тварин за родовідними за якісними і кількісними ознаками, типи родовідних.
12. Ефективність відбору тварин за племінною цінністю батьків.
13. Ефективність відбору тварин за потомством за якісними і кількісними ознаками.
14. Ефективність відбору племінних тварин за побічними родичами.
15. Методи відбору тварин за комплексом селекційних ознак і їх ефективність.
16. Методи оцінки ефекту відбору і фактори, які впливають на нього.
17. Генетичний прогрес і його залежність від інтенсивності відбору, генераційного інтервалу тварин, розміру стада (популяції), точності обліку та інших факторів.
18. Методи ідентифікації тварин, зоотехнічний і племінний облік.
19. Етапи селекційного відбору та комплектування спеціалізованих груп в окремому стаді і в породі в цілому (у племінному тваринництві різних видів).

Розділ 8

ПЛЕМІННИЙ ПІДБІР

ПОНЯТТЯ ПРО ПІДБІР

Племінний підбір поряд з відбором особин, що відповідають певним господарсько-корисним цілям, є вирішальною складовою методів розведення сільськогосподарських тварин. Якщо відбір в основному базується на оцінці наявних генотипів, то підбором можуть створюватися нові, більш високопродуктивні генотипи тварин (лінії, родини, батьківські форми при створенні кросів у птахівництві тощо). У цьому розумінні слід вважати, що відбір не створює нової спадковості, а діє на існуючі генотипи, залишаючи частину з них для розмноження. В умовах безстатевого розмноження ці генотипи могли б відтворюватися в ряді поколінь (до виникнення змін, обумовлених спонтанним, або індукованим мутагенезом). При статевому розмноженні у зв'язку з комбінаційною мінливістю, викликану поєднанням генотипів різних особин, підбір відіграє вирішальну роль в одержанні потомства бажаного типу.

Племінний підбір – це вибір родинних пар з метою отримання потомків бажаного типу і рівня продуктивності.

Тому відбір – це аналіз стада, а підбір – це синтез кращих генотипів, формування тварин бажаного типу. Тому вибір методів підбору відіграє вирішальну роль при створенні нових порід і ліній тварин, а також удосконаленні існуючих. Підбір закріплює досягнення селекціонерів у створенні цінних високопродуктивних тварин і консолідації їх спадковості в наступних поколіннях. Від правильної організації підбору тварин залежить успіх формування майбутніх стад племінного і товарного призначення. Підбір є завершальним етапом формування спадкового потенціалу тварини, який потім, після народження, реалізується в умовах взаємодії “генотип × середовище”.

Відбір і підбір тісно пов'язані між собою тому, що є послідовними етапами якісного удосконалення окремих груп тварин, а також використовуються для створення нових, більш цінних порід і гібридів. Відбір і підбір – це процеси, які являють собою мистецтво, залежать від хисту селекціонера, і тому є основою всієї племінної справи.

З генетичної точки зору *племінний підбір у тваринництві можна розглядати як комбінацію генів, або родинних гамет, в результаті чого створюються нові зиготи і нові генотипи.* Тому в племінній роботі підбір має фундаментальне значення, він є продовженням відбору і базується на збереженні та підсиленні тих особливостей, за якими ведеться відбір.

Відомо, що селекційний процес відбувається в період зміни поколінь, коли при єдності дії відбору і підбору наступне покоління має більш високі продуктивні якості. Залежно від інтенсивності селекційного процесу, на поліпшення стада потрібно, наприклад, у свинарстві 5–6 поколінь. Поєднання процесів відбору і підбору надає селекційній роботі творчий характер, оскільки сприяє створенню необхідних якостей у тварин та їх високого рівня продуктивності.

Підбір передбачає наявність відповідної мети і методів її досягнення. Якщо при відборі вирішується доля особини, визначається яка тварина залишиться на плем'я, то підбором передбачається якість і племінна цінність майбутнього потомства. Крім того, за характером впливу на стадо між природним і племінним підбором існує різниця. Наприклад, перший фактор діє більш або менш рівномірно на всю популяцію, тоді як основною метою підбору є намагання отримати високопродуктивне потомство – поступово сконцентрувати цінні ознаки спадкових особливостей, які існують в окремих тварин популяції, у генотипі кращих маток та плідників, і потім за рахунок прискореного розмноження витіснити із стада менш цінних тварин. Тому у практиці тваринництва підбирають для парування таких плідників, які переважають за якістю маток, що забезпечує одержання поколінь кращих, ніж попередні.

Використання підбору сільськогосподарських тварин і птиці переслідує наступні основні цілі.

1. Спадкове закріплення бажаних якостей, які є у батьків.
2. Поліпшення конституції і екстер'єру.
3. Підвищення продуктивності, скороспелості, живої маси, збільшення строку господарського використання.

Підбір підсилює ознаки, які мають незначний прояв у перших поколіннях і які таким чином закріплюються в популяції. За допомогою такого прийому виведені цінні породи хутрових звірів, кролів, каракульських овець, які відрізняються забарвленням хутра і вовни. Можна також посилити прояв окремих альтернативних ознак – карликовість і аутосексність (мічення за статтю) у птиці, а також стійкість до окремих захворювань.

Можливості підбору в сучасних умовах значно зросли у зв'язку з розвитком генної інженерії, трансплантації зигот (ембріогенетика), використання кріоконсервованої сперми високоцінних плідників –лідерів породи. Завдяки створенню спермобанків відкрилась широка можливість підбору найбільш цінних плідників у скотарстві. На черзі створення спермобанків у свинарстві і птахівництві.

Слід зазначити, що в науці про розведення сільськогосподарських тварин проблема підбору є найбільш складною і теоретично менш розробленою порівняно з добором. Але підбору належить провідна роль в удосконаленні сільськогосподарських тварин шляхом свідомого управління їх спадковістю.

Виконання підбору тварин вимагає певних знань закономірностей успадкування ознак, і, в основному, це визначає успіх в роботі по одержанню потомства бажаного типу. Наприклад, якщо ознака успадковується за адитивним (проміжним типом) принципом, то батьківські пари повинні бути контрастними за ознакою (молочна, м'ясна, яєчна) з більшим рівнем розвитку у плідників. А якщо успадкування ознаки відбувається по типу домінування, або над-домінування, то підбір родинних пар здійснюється з урахуванням їх поєднуваності. Тому, якщо цінні якості батьків не передаються потомству, то відбір і підбір проведено неефективно. Це доведено роботами М.М.Щепкіна, який встановив, що в конярстві окремі жеребці давали цінне потомство тільки з відповідними групами маток.

На результати підбору впливає рівень племінних якостей плідників і маток, рівень відселекціонованості стада, виявлення вдалих поєднань за минулі племінні сезони. Можна послатись на висловлення П.М. Кулешова, який писав: "Покращення стада підбором вимагає багато терпіння і знань, а також передбачає відповідну мету. Від випадку, або щастя неможливо очікувати поліпшення стада".

Отже, в селекційній роботі необхідно дотримуватись наступних основних принципів підбору: цілеспрямованість, перевага плідників над матками, послідовність в поколіннях, максимальне використання тварин, оцінених за якістю потомства і з високим рівнем генетичного потенціалу.

Підбір у тваринництві здійснюється різними методами і його принципи також різняться для багатоплідних та малоплідних видів сільськогосподарських тварин. Однак його слід перш за все розглядати як селекційний прийом для створення нових генотипів з потрібними якостями (вихідний матеріал для створення нових ліній, сімейств, порідних типів), спосіб консолідації досягнутих селекційних змін, тобто, закріплення високого генетичного потенціалу, а також для виявлення кращих поєднань батьківських пар (ліній, родинних форм) як при чистопородному розведенні, так і при гібридизації. У генетиці підбір має вирішальне значення для проведення аналізованих схрещувань – виявлення носіїв рецесивних, напівлетальних генів.

Останнім часом врахування якісних альтернативних ознак, особливо зв'язаних зі статтю, дозволяє створювати підбором так звані аутосексні кроси птиці, в яких добові пташенята відрізняються за кольором оперення або його швидкістю. Це дозволяє різко інтенсифікувати процес сортування за статтю. У шовківництві (в роботах академіка Струннікова В.О.) виявлена генетична можливість одержання греди шляхом підбору відповідної статі при елімінації іншої статі.

У генетичних дослідженнях, на відміну від селекційних, підбір проводиться на рівні ознак, а в поглиблених експериментах на рівні окремих генів. Так, у вівчарстві підбором гетерозиготних особин вдається ліквідувати летальну дію гена, що викликає сіре забарвлення вовни "шірази".

Останнім часом генетики використовують різні форми підбору для визначення локалізації генів в окремих хромосомах та їх фенотипічне проявлення в різному "генотипному середовищі" – мається на увазі прояв генів при схрещуванні і гібридизації.

МЕТОДИ, ФОРМИ І ПРИНЦИПИ ПІДБОРУ

Методи підбору. У селекції сільськогосподарських тварин існує багато форм і методів підбору. Як вважав М.А.Кравченко, їх існує до 40 варіантів (табл.61). Основні із них наступні.

Таблиця 61 – Основні форми підбору

Класифікаційні ознаки	Форми підбору	Мета підбору
За методами оцінки: генотипна фенотипічна	Індивідуальний	Для одержання племінних тварин у скотарстві, конярстві, свинарстві, вівчарстві
	Груповий, індивідуальний, індивідуально-груповий Поліпшуючий підбір	В товарних господарствах для всіх видів с.-г. тварин Одержання від самок кращого від них потомства шляхом парування з плідниками з високим генетичним потенціалом
	Зрівняльний підбір	Підбір схожих груп плідників і самок, або випробування молодих плідників за якістю

За ступенем генетичної подібності підібраних особин, груп	Однорідний (гомогенний)	потомства Підбір маток і плідників, близьких за племінною цінністю та феноти-пічними ознаками з метою зак-ріплення, консолідації продуктив-ності та створення нового селекцій-ного матеріалу (ліній, типів, порід)
	Різномірний (гетерогенний)	Парування маток з плідниками, що мають вірогідну різницю за основ-ними ознаками продуктивності. Ви-користовується переважно для одер-жання помісних тварин
Залежно від варіан-тів гетерогенного підбору	Гетероекологічний	Підбір тварин, які були вирощені в умовах різних екологічних зон. Протягом багатьох поколінь роз-ведення створились нові внутріпо-родні типи
	Гетерогенеалогічний	Підбір з врахуванням різниці в походженні (генеалогія тварин)
За ступенем спорідненості тварин і схожістю батьків з потомками	Родинне парування (інбридинг)	Підбір тварин, що мають спільних предків в родоводі з метою закріп-лення генотипних особливостей ро-доначальника, підвищення однорід-ності (гомозиготності)
	Неспоріднений підбір (аутбридинг)	Підбір неспоріднених між собою тварин з метою поєднання і одно-часного поліпшення декількох ознак продуктивності, підвищення гетеро-зиготності
З врахуванням віку тварин	Віковий підбір	Максимальна реалізація певного виду продуктивності шляхом під-бору тварин одного або різного віку
На підставі поход-ження породної на-лежності, кровності і схожості батьків з потомками	Розведення “в собі”	Підбір в межах однієї генеалогічної групи (долі кровності), або типу
	Внутрілінійний підбір	Підбір плідників і маток в межах однієї лінії (матки походять з цієї ж лінії)
	Чистопородний підбір	Підбір тварин, що належать до од-нієї породи
	Міжлінійний підбір (крос, ліній)	Підбір тварин, яких відносять до різних ліній з метою підвищення продуктивності
	Міжпородний підбір	Підбір тварин, яких відносять до різних порід для підвищення репро-дуктивних і відгодівельних якостей, життєздатності і резистентності
Одержання гібридних тварин	Підбір гібридиза-ційний	Парування тварин, що належить до різних видів, родів
	Підбір для одержання товарних гібридів	Парування тварин за відповідною схемою кросу, комплексом спеціа-лізованих поєднувальних бать-ківських та материнських ліній (ро-динних форм)

Природний і штучний підбір. У домашньому тваринництві одночасно діє не тільки добір, а й підбір. По аналогії з добором природний підбір передбачає, у першу чергу, дію природних чинників факторів зовнішнього середовища, а у другу – під впливом діяльності людини. Природний підбір найбільш чітко проявляється у так званих панміксичних популяціях (групах вільного парування). У гусей ця форма підбору утворюється шляхом формування у стаді декількох одностатевих і різностатевих груп. У групу стійких моногамних пар входять пари, які весь час знаходяться разом. При утриманні у стаді одночасно курей двох порід різного забарвлення спостерігається схильність самців паруватися з самками

переважно однієї породи. Якщо серед птиці знаходяться особини “свої” (для самця) породи, їй віддається перевага.

Штучний підбір здійснюється селекціонером і переважно складається як план парування (закріплення).

Форми і принципи підбору. За формою практичної реалізації підбір може бути *індивідуальним* і *груповим*. При *індивідуальному підборі* конкретно для кожної самки вирішується, з яким плідником вона буде спарована, або сперма якого плідника буде використана для штучного осіменіння. Тобто, для кожної матки підбирають конкретного плідника. Цей метод використовують переважно у племінних стадах і основна його мета – одержання високоцінного молодняку, головним чином плідників. Він дуже широко використовується при розведенні одноплідних тварин (велика рогата худоба, коні). При цьому всебічно враховують кількісні та якісні показники продуктивності матки, її конституціональні особливості, походження і інші ознаки, а також поєднуваність всіх цих особливостей з якістю плідника. Аналіз походження матки і плідника, а також знання результатів підбору минулих років дозволяє краще використовувати при підборі генеалогічну поєднуваність. Цей вид підбору забезпечує одержання найбільш високих показників продуктивності, але вимагає індивідуального обліку походження і продуктивності тварин, досить складних розрахунків, тому використовується він переважно у племінних господарствах, селекційно-генетичних центрах при створенні нових та удосконаленні існуючих порід та ліній. Проте це не виключає можливості його використання і на товарних фермах, зокрема при роботі з племінним ядром.

Індивідуальний підбір в основному використовують у племінних стадах у молочному скотарстві з метою отримання плідників для племпідприємств із штучного осіменіння, але потрібно уникати кросів основних ліній в породі, тому що використання в товарних стадах, одержаних таким чином плідників для лінійно-ротаційного підбору може призвести до стихійного родинного парування. Тому для отримання племінних плідників планують застосування внутрішньо-лінійного розведення.

Індивідуальний підбір у птахівництві використовують перш за все з метою перевірки самців і самок за якістю потомства. Слід вважати, що використання індивідуального підбору в умовах моноспермного осіменіння може призвести до зниження репродуктивних якостей самок.

Груповий підбір – найбільш розповсюджений у тваринництві, питома вага його, порівняно з індивідуальним, набагато більша. При груповій формі підбору для групи маток, подібних за загальними або окремими особливостями, відбирають одного або двох плідників відповідної племінної цінності (як правило на клас вище ніж маток) і походження. Так, у молочному скотарстві за одним товарним стадом закріплюється на 2–3 роки один або 2 плідники однієї лінії, а потім їх замінюють плідниками іншої лінії. Такий підбір називається лінійно-ротаційним. У табунному конярстві до косяка маток підбирають жеребця-плідника, де він знаходиться на протязі всього сезону парування. Аналогічним чином, у вівчарстві до маток певного боніту-вального класу підбирають барана-плідника. Такий підбір називається класним.

У племінних господарствах використовують і груповий підбір з урахуванням походження тварин з окремих ліній, родин, а також груп (сімей), схожих за комплексом ознак. Тобто, поєднується індивідуальний підбір з груповим. Так, у птахівництві в гніздо добираються кури, сестри і напівсестри за походженням, високого рівня продуктивності, але не споріднені з плідником, що закріплюється за ними з урахуванням принципу індивідуального підбору. Можна також підбирати до групи маток двох-трьох плідників, частіше всього братів, або напівбратів між собою (але не відносно до самок).

Для виявлення поєднуваності (комбінаційної здатності) мате-ринських ліній можна за ними закріпити групу плідників різних ліній (порід); походження потомства можна визначити від матерів і дати оцінку їх за якістю потомства. За допомогою імуногенетичного аналізу при використанні цього методу (полікросу) можна також визначити походження потомства за батьками. Це розширює можливості вибору кращих поєднань, оскільки враховуються неадитивні типи успадкування ознак. Залежно від подібності і різниці між парованими особинами розрізняють дві основні форми підбору, які базуються на порівнянні ряду продуктивних, екстер'єрно-конституційних (типологічних) особливостей пар, яких підбирають. Це підбір *гомогенний* (однорідний) і *гетерогенний* (різнорідний). *Однорідний* підбір є провідною формою підбору при чистопородному розведенні. Найбільш виразно ця форма підбору проявляється при паруванні особин, які є родичами між собою (родинне парування, інбридинг). Це максимальна форма використання гомогенного підбору. Він широко застосовується при закладці ліній. Ефект підбору залежить від особливостей генотипу батьків. При цій формі підбору поліпшення господарсько-корисних ознак відбувається переважно за рахунок адитивного (проміжного) успадкування. Тобто, чим кращі особини, або чим більш високого класу плідники, тим більше шансів на одержання високопродуктивного потомства. Гомогенний підбір використовують з метою створення, збереження і

підсилення вирівняності в потомстві цінних, найбільш бажаних спадкових якостей. При використанні цієї форми підбору створені найбільш цінні породи, ти-пи, лінії тварин і птиці. Існує дві думки стосовно остаточного результату використання цієї форми підбору. Так, П.М.Кулешов вважав, що при такому способі підбору не тільки зберігаються якості найкращих тварин, але є шанс навіть отримати потомство з більшою продуктивністю, ніж батьки, або потомство з більш високою заводською цінністю.

Але поряд з цим, слід мати на увазі, що за допомогою використання однорідного підбору неможливо створювати нові якості; навпаки, при такому підборі підвищується стійкість успадкування, яка гальмує виникнення інших якостей. Однорідність (схожість) парованих тварин може бути за однією, або декількома ознаками. При цьому, на думку П.М.Кулешова, слід зважати не на подібність підібраних тварин взагалі, а на вираження бажаних ознак кращої частини стада. Якщо тварини мають суттєві відмінності в розвитку тих або інших ознак (класичний приклад – високий надій при низькій жирності молока), виправити їх гомогенним підбором неможливо. Тим більше, що в таких випадках ці поєднання можуть частіше проявлятися у стаді. Вважають, що гомогенний підбір не сприяє швидкому підвищенню життєздатності, конституціональної міцності і плодючості.

Слід також зважати на те, що ця форма підбору зменшує фенотипічну і генотипну різноманітність в популяції, що з одного боку сприяє однорідності потомків за продуктивними якостями, але з іншого боку, обмежує можливості добору, гальмує селекційний прогрес.

Гетерогенний (різнорідний підбір) полягає в тому, що підбираються батьківські пари, які відрізняються за рівнем розвитку селекційних і екстер'єрно-конституціональних ознак. Це досить поширена форма підбору і вона включає різницю в походженні тварин (лінійній, породній належності) за розвитком однієї або декількох ознак, віком тощо. Для цієї форми підбору в сучасному тваринництві використовують спеціально відособлені спеціалізовані поєднувальні лінії, при схрещуванні яких отримують тварин з більш високими продуктивними якостями. Тому крайньою межею використання гетерогенного підбору є схрещування, внутрішньовидова гібридизація, які ведуть до підвищення продуктивності шляхом прояву так званого гетерозисного ефекту – перевищення продуктивності потомків над батьками. Різнорідний підбір використовують як перший етап при створенні порід і виведенні ліній з наступним переходом на одно-рідний підбір. Гетерогенна форма підбору лежить в основі всіх методів схрещування.

Розглядаючи конкретну форму підбору, як гомогенний або гетерогенний підбір, слід мати на увазі відносність цих понять. Однорідні за генами, що визначають одні ознаки, тварини можуть бути тією чи іншою мірою різнорідними за генами, які контролюють інші ознаки.

Ступінь генетичної подібності тварин можна визначити шляхом вивчення груп крові плідників і самок, типів поліморфних білків. За частотою алелів відповідних локусів груп крові і типів поліморфних білків визначається генетична схожість між парами, яких підбирають. Якщо необхідно оцінити генетичну подібність пари за кількісними ознаками, до яких належить більшість селекційних показників, то можна використати формулу:

$$U = \sum \frac{a}{\delta} / n,$$

де a – різниця між селекційними ознаками; δ – сигма відповідної ознаки; n – кількість ознак.

Генетична природа гетерогенного підбору полягає в підвищенні мінливості за рахунок взаємодії алельних і неалельних генів, причому ступінь мінливості потомства залежить не скільки від величини різниці між тваринами, яких підбирають, а стільки від того, як показники кожного батька відрізняються від середнього по стаду.

Гетерогенний підбір є також важливим прийомом виправлення недоліків, які властиві одному з батьків, для того щоб вони не повторювались у потомстві. Це так званий *коригувальний підбір*. Але це не означає, що ним можна виправляти діаметрально протилежні недоліки. Так, недоцільно до маток ніжної перерозвиненої конституції з впадою спиною підбирати плідника грубої конституції з коропо-подібною спиною; не призведе також до позитивного результату підбір бугаїв, що походять з високоудійних сімей, до корів з низьким надоем при високій жирності молока. Це класичні приклади неефективності гетерогенного підбору. Аналогічно, важко поєднати високу несучість і живу масу бройлерів. Це так звані негативно корелюючі ознаки, і їх одночасне поліпшення вимагає спеціальних селекційних програм, які включають створення ліній шляхом гомогенного підбору та подальше їх схрещування в певній послідовності (кросів, ліній), тобто, подальший гетерогенний підбір.

Не слід шукати протиріччя між гетерогенним і гомогенним підбором щодо їх ефективності у підвищенні продуктивності потомства. Гетерогенний підбір сприяє одержанню потомства кращої

якості, ніж їх матерів. Основою такого підбору є перевага плідників за племінною цінністю над закріпленими за ними матками, а також їх здатність стійко передавати свої ознаки потомству (генетичний потенціал).

Цінною особливістю гетерогенного підбору є підвищення в потомстві життєздатності, конституціональної міцності і плодючості. Це зумовлено спадковою несхожістю, різною якістю статевих клітин тварин, які паруються. Для порівняння наводимо дані, що характеризують особливості гомогенного і гетерогенного підбору (табл.62).

Таблиця 62 – Біологічні особливості форм підбору

Форми підбору	Генети-чна схо-жість батьків	Мінли-вість ознак у потом-стві	Тип дії підбору	Крайні форми	Успад-кування ознак	Пороки	Життє-здат-ність, плодю-чість
Гомоген-ний	висока	низька	поліпшу-ючий	родинне паруван. (інбридинг)	високе адитив. типу	підсилює	на досяг-нутому рівні
Гетеро-генний	незначна	висока	коригу-ючий, урівнова-жуючий	схрещу-вання, гібриди-зація	середнє (низьке) неади-тивного типу	виправ-ляє	підви-щується

При лінійно-груповому підборі за окремими групами маток або стадами закріплюють 1–2 плідників, що походять з однієї родинної групи (лінії). У птахівництві проводять ротацію плідників за мікролініями (табл.63), причому матки походять з іншої родинної групи. Різновидністю цього підбору є ротаційно-груповий, що переважно використовується в товарних господарствах. Для одержання наступних генерацій за потомками, отриманими від батьків першої і маток другої родинної групи (лінії), закріплюють плідників третьої лінії (групи).

Таблиця 63 – План підбору мікроліній у птахівництві

Генера-ція	Мікролінії							
1	мікролінії курей	1	2	3	4	5	6	7
	мікролінії півнів	2	3	4	5	6	7	1
2	мікролінії курей	12	23	34	45	56	67	71
	мікролінії півнів	34	45	56	67	71	12	23
3	мікролінії курей	1234	2345	3456	4567	5671	6712	7123
	мікролінії півнів	5	1	7	3	2	4	6

Така форма підбору підтримує високу гетерогенність популяції і дозволяє зберегти її генеалогічну структуру.

Використання розглянутих методів підбору впливає на зміну частоти генотипів потомства отримуваної генерації. Найбільш значні зміни в частоті генів, що обумовлюють кількісні і якісні ознаки

тварин, відбуваються при використанні форм підбору, які пов'язані з родинним паруванням і схрещуванням.

Споріднений підбір (інбридинг) передбачає парування особин, що мають спільних одного, або декількох предків в межах до 4–5 поколінь родоvodu. Якщо до інбридингу відносити підбір тварин, що мають спільного предка в більш віддалених генераціях, то це не зовсім точно, оскільки кожна особина практично в деяких поколіннях обов'язково буде мати спільних предків. Наприклад, відомо, що шортгорнська порода виведена від бугая Губбека 319 і його потомків Фаворита 352 та Комета 355. Чорно-ряба худоба остфризська походить в основному від Матадора 589 і Ельза11-34. Цікаво, що швейцарська худоба в США походить від 129 імпортованих тварин і 21 бугая. 45% ліній американської породи овець рамбульє походять з Німеччини. Порода санта-гертруда веде своє походження від одного бугая Манкі. З генетичних позицій використання спорідненого підбору слід також розглядати з врахуванням величини популяції. Це важливо перш за все для практики розведення. Якщо розмір популяції достатньо великий, то існує ймовірність уникнути стихійного родинного парування. Однак, при роботі з обмеженою кількістю тварин, що звичайно спостерігається при створенні нового селекційного матеріалу при завозі тварин з племінних господарств і наступним замкнутим розведенням “в собі” неможливо уникнути родинного парування.

Явище інбридингу науковці та практики тваринництва спостерігали досить давно. Було відомо, що родинне парування призводить до різних аномалій в розвитку тварин, зниження життє-здатності, виникнення так званої інбредної депресії (зниження плодючості, підвищення ембріональної смертності, поява калік).

У різні періоди історії ставлення до використання інбридингу з боку селекціонерів було досить невизначеним. З одного боку частина селекціонерів вірила в чудодійну силу родинного парування, проте більшість заперечували його позитивну роль. Але досвід відомих англійських селекціонерів минулого (Беквел Р., брати Коллінґи) і практика створення вітчизняних порід в Україні в “Асканії-Новій” (Іванов М.Ф.) вказує на значний ефект використання інбридингу для закріплення цінних, бажаних якостей у високоцінних родоначальників. За допомогою інбридингу досягається головна мета селекції – перетворити цінні індивідуальні особливості використання тварин у групові якості їх потомства (груповий генотип). Вміле використання родинного підбору дозволяє створити нові типи, лінії і породи, однак досвід розведення сільськогосподарських тварин вказує на можливість виникнення цілого комплексу негативних явищ, що призводять до зниження ефективності селекції і спаду виробництва продукції. Тому, як правило, родинне парування використовується обмежено і переважно в племінних господарствах під контролем досвідчених спеціалістів. У товарних господарствах інбридинг не використовують.

Явище стихійного (неконтрольованого) інбридингу звичайно відбувається в дикій природі, проте воно зовсім неприпустиме в товарних господарствах і виникає через безгосподарність і безконтрольність досить часто при розведенні “в собі” товарної частини стада без врахування походження тварин.

Генетичним механізмом родинного парування є підвищення ймовірності поєднання гамет, що несуть однакові алелі, тобто, значне зростання гомозиготності наступних поколінь. Ф.В.Ільєв (1980) вказує, що найбільшого підвищення гомозиготності (вирівняності) можна досягти стосовно тих кількісних ознак, які обумовлені в основному генотипом (адитивною дією генів) і меншою мірою залежать від впливу умов середовища. Це ознаки з високим рівнем успадковуваності (вміст жиру в молоці, маса яєць, довжина вовни). Але підвищити шляхом інбридингу однорідність популяції за ознаками з низьким рівнем успадковуваності (плодючість, життєздатність, резистентність) досить проблематично.

Зростання гомозиготності відбувається при постійному використанні інбридингу в ряді поколінь. При цьому, слід врахувати, що кінцевим результатом інбридингу буде перехід всіх алелів в гомозиготний стан, проте це можливо тільки при самоzapлiдненні, що властиве рослинам, у яких вже у першому поколінні вищеплюється 50% гомозигот. При наступному самоzapлiдненні доля гетерозигот знову зменшується вдвоє, тобто, гомозигот буде 75%. Як наслідок, до 5 покоління гомозиготність очікується на рівні 96,88%, тобто, створюється практично гомозиготна самоzapилена лінія. Такі лінії за пропозицією датського ботаніка Іогансена називаються чистими.

Інбридинг – досить складне явище, яке має загальнобіологічний характер. Уявлення, що інбридинг веде до консолідації, вирівняності, однорідності потомства, не є загальним правилом. Поряд з цим, інбридинг розділяє генотип загального предка на ряд гомозиготних комбінацій. Як призма розділяє білий сонячний промінь на всі кольори райдуги, так і інбридинг із наявної кількості алелів створює відповідну кількість чистих ліній. Наприклад, при наявності гетеро-зиготності за однією парою алелів виникають два типи гомозигот:

$$Aa \rightarrow AA \text{ і } aa.$$

Відомо, що рослини і тварини гетерозиготні за багатьма локусами. Тому, чим більше алелів, що знаходяться в гетерозиготному стані, тим більше можна одержати гомозиготних ліній. У загальному вигляді це можна виразити відношенням 2^n , де n - кількість пар алелів. Так, при п'яти парах можна отримати 32 гомозиготні лінії, причому, генетична подібність гомозиготного потомка з гетерозиготним предком не збільшується, а губиться. Ця роль інбридингу носить творчий характер, оскільки сприяє виникненню нових комбі-націй спадкового матеріалу (генотипів). На таку роль інбридингу вказував професор Д.А.Кисловський (1965).

Слід також врахувати цікаву особливість процесу інбридингу – він сприяє підвищенню гомозиготності при збереженні попередньої частоти алелів, яка склалась в популяції на початок використання інбридингу. Отже, при ньому ведеться перекомбінація алелів, головним чином, шляхом переходу їх в гомозиготний стан (табл.64).

Таблиця 64 – Збільшення числа гомозиготних пар при інбридингу

Покоління	Генотип (n)			% гомозиготних пар		Частота гена	Частота генотипів
	DD	Dd	dd				
0	1600			0	0,50	0	
1	400	800	400	50	0,50	0,25	
2	600	400	500	75	0,50	0,375	
3	700	200	700	87,5	0,50	0,473	
4	750	100	750	93,8	0,50	0,468	
5	775	50	775	96,9	0,50	0,484	

Процес нарощування гомозиготності відбувається при спорідненому розведенні “в собі” гетерозигот. Коли інбридинг проводиться на гетерозиготного батька (матір $AaBb$), гомозиготність потомства не підвищується і залишається на рівні 5%, але гомозиготність особин, що схожі з родоначальником поєднанням генів A і B , буде значно зростати і становити при повторному паруванні з батьком: в 1 поколінні – 25,0; в 2-ому – 39,0; 3-ому і 4-ому – 56,1%. Такий послідовний інбридинг на гетерозиготного предка дозволяє підвищити ступінь генетичної подібності потомства з родоначальником, причому не спостерігається таких шкідливих наслідків, що виникають при інбридингу, який супроводжується нарощуванням гомозиготності.

Враховуючи, що інбридинг розчленовує вихідну популяцію на складові гомозиготні генотипи, його можна використовувати для створення окремих диференційованих ліній (груп), які розрізняються між собою за продуктивними і якісними ознаками, але, з іншого боку, всі особини в межах цих груп будуть дуже схожі між собою. Створення таких ліній і наступне їх схрещування буде сприяти різкому підвищенню продуктивності їхнього потомства, яке буде мати достатньо високий рівень гетерозиготності. Ця властивість інбридингу є основою так званої міжлінійної гібридизації, яка широко використовується у промисловому тваринництві, перш за все в галузях свинарства і птахівництва, де одержання “гібридів” проводять спеціальні селекційні фірми (компанії). Враховуючи розглянуті особливості інбридингу, академік О.І.Овсянніков (1974) пропонував переглянути положення про те, що інбридинг призводить тільки до одноманітності потомства.

Вчені виділяють декілька гіпотез, що пояснюють дію інбридингу на живі організми. Ч. Дарвін першим дав наукове пояснення явища інбридингу, негативні наслідки якого зумовлюються великою схожістю статевих клітин споріднених тварин. При цьому збіднюється спадкова основа, звужуються пристосувальні можливості організму до зміни умов середовища. Недостатня різноякісність статевих клітин у споріднених особин і є основною причиною інбредної депресії.

Дослідження сучасної генетики підтверджують, що основний механізм несприятливої дії інбридингу полягає в нарощуванні гомозиготності у інбредних особин. Відомо, що при цьому різко зростає частота вищеплення рецесивних генів, до яких належить більшість летальних генів. Тому різке зростання гомозиготності, яке відбувається при інбридингу, збільшує ймовірність переходу рецесивних генів в гомозиготний стан, що супроводжується появою ано-малій у потомстві, а також загибеллю частин особин. Як правило, збільшення частоти рецесивних генів пов'язано із зниженням життє-здатності, проявом гомозиготних леталей. У великої рогатої худоби встановлено більше 40 таких леталей,

порушення каріотипу. За даними В.Ф.Красоти та ін. (1990), виявлено 23 спадкових дефектів, які впливають на відтворну функцію і плодючість корів. За даними авторів, рецесивні леталі можуть швидко розповсюджуватися при інтенсивному використанні інбредних плідників. Так, голштинський бугай Дольф був носієм гена безшерстості.

Слід також мати на увазі, що використання інбридингу призводить до втрати алелів, які сприяють високій життєздатності і резистентності тварин, а також реалізації їхнього генетичного потенціалу продуктивності. Відомим вченим в галузі племінного тваринництва Д.А.Кисловським була запропонована гіпотеза облігатної гетерозиготності, відповідно до якої більшість господарсько-корисних ознак отримують максимальний розвиток завдяки гетерозиготній обумовленості – $AA < Aa > aa$. Передбачається, що гетерозигота Aa завжди більш продуктивна домінантної і рецесивної гомозигот. Тому, якщо при інбридингу спостерігається перехід гетерозигот в гомозиготи, то це призводить до зниження не тільки продуктивності тварин, а й життєздатності їх.

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ІНБРИДИНГУ І ГЕНЕТИЧНОЇ ПОДІБНОСТІ

Для того, щоб раціонально використовувати споріднений підбір і не допускати стихійного виникнення та розповсюдження інбридингу, потрібно здійснювати контроль за родоходом парованих тварин, а при необхідності використання його з селекційною метою – визначити коефіцієнта інбридингу очікуваного потомства. Для оцінки родо-воду за ступенем використання спорідненого підбору проводять розрахунок коефіцієнта інбридингу або ведуть облік поколінь, у яких зустрічаються один або більше загальних предків.

Найбільш доступним і спрощеним методом визначення ступеня інбридингу є метод А.Шапоружа. За допомогою цього методу підраховують ряди родоходу, в яких зустрічається загальний предок, починаючи з першого ряду – батько і мати. Записи проводять римськими цифрами, починаючи з материнського боку родоходу. Цифри, які показують ряди загальних предків з одного боку, розділяють комою, зліва і справа – тире. Наприклад, в ступені II–III означає, що загальний предок знаходиться в родоході матері в II поколінні, а в родоході батька – в III.

Залежно від ряду предків, де зустрічається загальний предок, за класифікацією Пуша-Шапоружа розрізняють наступні види інбридингу (табл.65).

Таблиця 65 – Види інбридингу і рекомендації по їх застосуванню

Види інбридингу	Ряд родовідної, де зустрічається загальний предок	Рекомендації по використанню
Тісний (кровозмішування)	II–II, II–III(повні брат × сестра) II–II (напівбрат × напівсестра) I–II (мати × син) II–I (дочка × батько)	В наукових закладах і селекційно-генетичних центрах для одержання родоначальників лінії, створення вихідного для селекції матеріалу, виведення інбредних ліній лабораторних тварин для медичних і ветеринарних досліджень
Близький	I–III (бабка × онук) III–I (дід × онучка) II–III, III–III, III–II	Те ж саме
Помірний	III–IV, IV–III, YI–IV	Для консолідації ліній, підвищення їх комбінаційної здатності. Виведення спеціалізованих ліній для гібридизації у свинарстві і птахівництві
Віддалений	IV–Y, Y–Y, YI–Y, Y–YI, YI–YI	Розведення за лініями в усіх галузях тваринництва. Підтримання однорідності селекційного стада, консолідація досягнутого рівня продуктивності

Розглянемо визначення ступеня інбридингу на наступному прикладі (табл.66).

Таблиця 66 – Родовідна корови Білої

Ряд родооводу							
Білка				Добрий			
Богата		Богатир		Дочка		Богатир	
Білява	Фат	Білява	Скита- лець	Суни-ця	Артур	Білява	Скита- лець

У родовідній корови Білої є спільний предок бугай Богатир, який знаходиться у другому ряду родооводу з материнської і, відповідно, батьківської сторони. Інбридинг на Богатиря можна записати II–II.

Подальший аналіз показує, що спільним предком є також корова Білява, яка в той же час є матір'ю раніше виявленого загального предка Богатиря. Тому вона в розрахунок інбридингу не включається (враховується інбридинг на її сина). Але поряд з цим, вона зустрічається в обох сторонах родооводу як мати корови Богата і бугая Богатиря, тобто, тут відбувається інбридинг у ступені III–III. Загальний запис інбридингу за класифікацією Пуша в розглянутому прикладі можна позначити як II, III–III, III.

Цей метод аналізу родооводу для виявлення ступеня інбридингу досить наглядний і зручний у практичній роботі, тому широко використовується для порівняльної оцінки майбутнього ступеня спорідненості потомків підібраних пар батьків. Проте недоліком є те, що він не дає чисельної оцінки ступеня інбридингу. Але, якщо врахувати, що в сучасних селекційних програмах здійснюється автоматизоване ведення родооводу і на його підставі проводиться добір пар за заданим критерієм інбридингу, або за його мінімальними значеннями, то необхідно використовувати кількісні показники інбридингу. Тому поряд з розглянутим методом в селекційній роботі розраховують ступінь наростання гомозиготності (коефіцієнт інбридингу), а для виявлення генетичної подібності – коефіцієнт генетичної схожості. Вихідною передумовою цього методу розрахунку є те, що в результаті інбридингу велика кількість пар генів в популяції переходить у гомозиготний стан.

С. Райт (1921) розробив формулу для розрахунку коефіцієнта інбридингу:

$$F_x = \sum [(1/2)^{n_1+n_2+1} \times (1 + F_{\alpha})],$$

де F_x – коефіцієнт інбридингу особи; $\sum$ – знак суми всіх варіантів розрахунку інбридингу за різними поєднаннями спільних предків; величина $(1/2)$ в формулі розрахунку коефіцієнта інбридингу взята С.Райтом, виходячи з припущення, що кожна особина до використання інбридингу гетерозиготна за 50% генів; n_1, n_2 – ряди з боку материнської і батьківської частини родооводу, в яких зустрічається загальний предок (розрахунок рядів предків ведеться з дідівського ряду); F_{α} – коефіцієнт інбридингу для предка, якщо він в свою чергу отриманий при використанні інбридингу.

Д.О.Кисловський запропонував варіант формули С.Райта, стосовно якого рахування рядів предків здійснюють, починаючи з батьківських рядів родооводу, що зручніше у практичній роботі. Відповідно до цього формула має такий вигляд:

$$F_x = \sum [(1/2)^{n_1 + n_2 - 1} \times (1 + F_{\alpha})].$$

За наведеними формулами коефіцієнт інбридингу (його нарощування) виражають в частках одиниці (від 0 до 1), або у відсотках.

Розглянемо числовий приклад розрахунку коефіцієнта інбридингу родовідної кнура-плідника Лафета 15 (табл.67).

Таблиця 67 – Родовідна кнура Лафета 15

Тайга 1242		Лафет 1215	
Тайга 86	Лафет 1215	Тайга 14	Лафет 17

Тайга 92	Самсон 17	Тайга 14	Лафет 17	Тайга 12	Лафет 17	Герань 18	Лафет 11
----------	-----------	----------	----------	----------	----------	-----------	----------

Розрахунок проведено за формулою С.Райта, Д.О.Кисловського. Знаходимо $(1/2)^{n1+n2-1}$. Згідно з прикладом, загальний предок Ла-фет 1215 знаходиться в II і I ряді, відповідно, материнської і батьківської сторони родовідної. Для цього предка коефіцієнт інбридингу складає: $(1/2)^{2+1-1} = (1/2)^2 = 1/4 = 0,25$. Проте слід врахувати, що загальний предок Лафет 15 отриманий від парування батька Лафета 17 з дочкою Тайга 14, тому необхідно розрахувати і коефіцієнт інбридингу загального предка. Він також дорівнює $(1/2)^{2+1-1} = (1/2)^2 = 1/4 = 0,25$. Загальний розрахунок коефіцієнта інбридингу наступний:

$$F_1 = [\Sigma (1/2)^{2+1-1} \times \{1 + (1/2)^{2+1-1}\}] = 0,25 \times 1,25 = 0,3125, \text{ або } 31,25\%.$$

Слід зазначити, що останнім часом ведеться розробка прийомів автоматизованого розрахунку коефіцієнтів інбридингу для кожної особини і популяції в середньому з використанням ЕОМ. Доцільним є використання методики японського дослідника Кудо. І.А.Степаненко (1985) запропонував використання цієї методики у птахівництві. При підборі плідників до вже створених і консолідованих ліній мінімізація інбридингу є засобом збереження високої комбінаційної здатності і вихідної гетерозиготності. Розрахунок коефіцієнта інбридингу розглядається на прикладі родовідної особини № 50, що має інбредного загального предка № 42 (табл.68).

За даними цієї родовідної, ЕОМ буде таблицю, в горизонтальних рядах якої розміщена батьківська частина родовідної, а у вертикальних – материнська (табл.69).

Таблиця 68 – Родовідна півня № 50

31 М				42 Б			
15 ММ		42 БМ		33 МБ		39 ББ	
48 МММ	56 БММ	33 МБМ	39 ББМ	48 ММБ	54 БМБ	22 МББ	54 БББ

Таблиця 69 – Аналіз родовідної особини № 50

Ряди предків з материнської сторони			Ряди предків з батьківської сторони			
			0	42		
			1	33		39
			2	48	54	22 54
0	1	2		1	2	3 4
		39	1	42	42	42 42
31	42	33	2	42	42	42 42
		56	3			
	15	48	4	48		

Порівнюючи номери предків батьківської і материнської сторони, ЕОМ заповнює клітинки таблиці, що перекриваються однаковими номерами по вертикалі і горизонталі. У наведеному прикладі виявлені загальні предки № 42 і № 48. Доля, яку вносить кожен з них в інбредність потомка № 50, без врахування їх власного інбридингу, обчислюється діленням кількості клітинок, заповнених відповідним номером, на подвоєну кількість клітинок у таблиці.

$$\text{Знаходимо: } F_x 50/42 = 8/32 = 0,25, F_x 50/48 = 1/32 = 0,03125.$$

Для обчислення коефіцієнта інбридингу загальних предків, їх родовідні виділяють з родоводу потомства і аналізують аналогічним чином. У розглянутому прикладі коефіцієнт інбридингу загального предка № 42, що має в своїй родовідній загального діда № 54, буде дорівнювати: $F_x 42/54 = 1/8 = 0,125$.

Відповідно до формули С.Райта, сумарний внесок загального предка № 42 в інбредність особини № 50 буде дорівнювати: $F_x 50/42 \text{ сум.} = F_x 50/42 \times (1 + 42/54) = 0,28125$, а загальний коефіцієнт інбридингу вираховується як сума внесків всіх загальних предків: $F_x = 56/42 \text{ сум.} + F_x 50/48 = 0,3125$.

Використання цієї методики дозволяє вести підбір тварин на основі так званої коваріаційної матриці, де на перетині порядкового номера самців і самок вказується коефіцієнт інбридингу їх передбачуваних потомків. Потім ЕОМ підбирає варіанти парування, в яких очікуються мінімальні значення коефіцієнтів інбридингу одержуваного потомства.

Користуючись значеннями коефіцієнта інбридингу в селекційній роботі по добору і підбору тварин, слід мати на увазі, що цей коефіцієнт відображає не абсолютний ступінь гомозиготності, а лише його відносну зміну, порівняно з початковим станом популяції.

Наприклад, при значеннях $F_x = 0,125$ (12,5%) для конкретної особини можна вважати, що гомозиготність підвищилась на 12,5%, порівняно з тією величиною, яка була характерна для батьків до початку інбридингу. Це підвищення гомозиготності є наслідком підбору, і якщо родинний підбір проводити далі, то гомозиготність буде зростати.

Припустимо, що гомозиготність групи тварин до використання інбридингу була на рівні 80%, тоді лише 2,5% (12,5 від решти 20% гетерозиготних генів) спільних генів перейде в гомозиготний стан. Якщо ж ця група буде повністю гетерозиготна 100%, то в наступному поколінні її гомозиготність досягне 12,5% (частка спільних генів). Тобто, при одному і тому ж коефіцієнті інбридингу, залежно від генетичної структури популяції, інтенсивність нарощування гомозиготності буде різною. Виходячи з цього, можна говорити про відносний характер коефіцієнта інбридингу.

При розрахунку коефіцієнтів інбридингу неможливо точно визначити вихідну гетерозиготність родоначальника, тому початкову гетерозиготність беруть на рівні 50% (1/2 в формулі С.Райта). Отже, якщо коефіцієнт інбридингу потомства буде на рівні 25%, то це означає, що з 50% гетерозиготних генів частина ($0,5 \times 0,25 \times 100 = 12,5\%$) перейде в гомозиготний стан. Відповідно, тварина буде вже гомозиготною за $50\% + 12,5\% = 78,5\%$ локусів генів у своїх хромосомах.

Значення коефіцієнта інбридингу можна пов'язати з класифікацією його ступенів, яка розглядалась раніше. Так, за класифікацією Д.А.Кисловського при коефіцієнті інбридингу 25% і більше, інбридинг вважається тісним (кровозміщення): від 12,5 до 25,0 – близьким; від 1,55 до 12,5 – помірним; від 0,20 до 1,55 – віддаленим.

Поряд з нарощуванням гомозиготності відбувається також і збільшення генетичної подібності пробанда з тими предками, на яких проводиться інбридинг. При цьому установлюється подібність за деякими генами, тому подібність називають генетичною. Для числового визначення цієї подібності проводять розрахунок коефіцієнта спорідненості, або генетичної схожості (R_{xy}). Він є показником ймовірності того, що порівнювані особини володіють більшою схожістю своїх генотипів, ніж у середньому це відбувається в базовій популяції. Як правило, збільшення інбридингу безумовно приводить і до збільшення спорідненості між особинами в інбредній лінії. Але якщо тварини інбредовані в межах різних порід (наприклад, червона степова і симентальська), то незважаючи на те, що кожна тварина інбредна, між ними не буде генетичної подібності.

У межах стада, лінії, породи, визначення спорідненості проводиться на основі випадково (рендемічно) вибраних тварин. Загальним правилом використання коефіцієнта спорідненості є: чим більша генетична подібність тварини, тим більше можливостей використання показників цієї тварини для оцінки іншої.

Розрахунок генетичної спорідненості проводиться за формулою С.Райта:

$$R_{xy} = \frac{\sum (1/2)^{n+n_1} \times (1 + f\alpha)}{\sqrt{(1 + f_x) \times (1 + f_y)}},$$

де R_{xy} – коефіцієнт генетичної спорідненості між особинами x і y (виражається в частках одиниці, або у відсотках); n – ряд у родовідній тварини (x), де зустрічається спільний предок для обох тварин; n_1 – ряд у родовідній тварини (y), де зустрічається спільний предок; $f\alpha$ – коефіцієнт інбридингу спільного предка (ступінь зростання гомозиготності), якщо він у свою чергу отриманий при родинному паруванні; f_x – коефіцієнт інбридингу тварини (x); f_y – коефіцієнт інбридингу тварини (y), $\sqrt{}$ – корінь квадратний.

У випадку, якщо всі категорії порівнюваних особин (x , y , α) були аутобредні, то формула розрахунку коефіцієнта спорідненості спрощується і має такий вид:

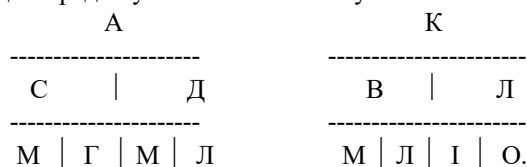
$$R_{xy} = \sum (1/2)^{n+n_1}.$$

Дж.Ф. Леслі (1982) вказує на можливі практичні аспекти використання коефіцієнту спорідненості. Так, при продажу тварини можна встановити її ціну на підставі того, скільки коштувала споріднена тварина, яка була продана раніше. Крім того, можна придбати за меншу ціну плідника з деякими недоліками екстер'єру, якщо він має високий ступінь спорідненості з іншою, дуже цінною племінною твариною. В результаті можна створити таке ж повноцінне стадо, як і при купівлі більш цінного плідника.

У розведенні тварин коефіцієнт спорідненості може бути використаний при селекції за ознаками, які визначаються після забою тварин, або обмежених за статтю. Наприклад, для таких ознак як довжина туші, вихід м'яса, якість туші, які важко визначаються до забою тварин, дані, одержані при забої споріднених особин, можуть дати деяке уявлення про оцінювану тварину. Цінність таких показників буде прямо пропорційною ступеню спорідненості особин. Повний брат або сестра в даному випадку більш цінні, ніж напівбрат та напівсестра.

Слід також врахувати, що спорідненість буває двох видів – побічна (колатеральна), коли особини не знаходяться у прямій спорідненості, а також низхідна (низхідна лінія споріднення), як предки і потомки.

Розрахунок коефіцієнта генетичної подібності можна розглянути на наступних родовідних, у яких пробанди і предки умовно позначені буквами:



У цих родовідних зустрічаються загальні предки М і Л, в той же час на них інбредовані, відповідно, особини А і К.

Знаходимо генетичну спорідненість тварин А і К за генами особини Л:

$$R = (1/2)^{2+1} = (1/2)^3 = 0,125.$$

Оскільки тварина М зустрічається в родовідній А два рази, а в родовідній К всього один раз, то шляхів передачі генів буде два, тому розрахунок $R = (1/2)^{2+2}$ проводиться двічі. Знаходимо спорідненість за твариною М: $R = (1/2)^4 = 0,0625$.

Загальна подібність буде $0,0625 + 0,0625 = 0,125$. За двома спільними предками спорідненість буде складати $0,125 + 0,125 = 0,250$.

Наступним етапом є розрахунок коефіцієнта інбридингу тварин А і К:

$$F_A = (1/2)^{2+2-1} = (1/2)^3 = 0,125$$

$$F_K = (1/2)^{2+1-1} = (1/2)^2 = 0,250.$$

Розрахунок генетичної спорідненості вираховується на підставі отриманих даних:

$$R_{AK} = \frac{0,250}{\sqrt{(1+0,125) \times (1+0,250)}} = \frac{0,250}{1,185} = 0,211.$$

При розрахунку спорідненості аутбредних, пробанда з одним предком формула має такий вигляд: $R_{xy} = (1/2)^n$. Так розраховується подібність для наступних родовідних (А і Б) – батько і син.



$$R_{AB} = (1/2)^1 = 0,5.$$

Важливе значення у селекційній практиці має питання спів-відношення коефіцієнта інбридингу і генетичної спорідненості в певних групах, лініях, популяціях тварин. Найбільш бажаною є ситуація, при якій у процесі розведення збільшується величина R без суттєвого збільшення F, тобто, співвідношення $R/F \rightarrow \max$. Тобто, бувають випадки, коли тварини можуть бути високогомозиготні, і водночас не подібні, або при їх значній гетерозиготності можуть мати генетичну подібність, близьку до 100%.

Співвідношення R/F збільшується при використанні помірного і віддаленого інбридингу (табл.70).

Таблиця 70 – Співвідношення коефіцієнтів R і F

Ступінь інбридингу	F	R	R/F
III–II	0,125	0,50	4,0
II–III	0,062	0,37	6,0
III–III	0,031	0,25	7,9
III–IV	0,015	0,19	12,6
IV–IV	0,008	0,12	15,6
I–Y	0,031	0,53	17,1
III–Y	0,008	0,15	18,7
II–YI	0,008	0,26	32,5
I–YII	0,008	0,51	63,7

Використовуючи в селекції родинне парування, можна певною мірою керувати процесом створення тварин бажаного типу. Це досягається шляхом підвищення подібності між тваринами без значного збільшення гомозиготності. В інших випадках можна збільшувати гомозиготність і знижувати генетичну подібність.

Окремим випадком є розрахунок показника зростання гомозиготності в замкнутій популяції відповідної чисельності. Це питання набуває важливого значення в сучасних умовах, коли проводиться зберігання генофонду зникаючих порід, ліній (резервний генофонд), створюються так звані контрольні популяції (для контролю ефективності селекції) і колекційні стада рідкісних порід і видів. Для таких популяцій, що розводяться при вільному паруванні (панміксії), С.Райт дослідив, що в даному випадку гомозиготність зростає з кожним поколінням на пропорційну величину: $1/8M + 1/8F$, де M – кількість самців у стаді; F – число самок.

Наприклад, сформоване стадо птиці з 3000 самок і 300 самців. Коефіцієнт інбридингу зростає за одне покоління незначно, на величину $1/2400 + 1/24000 = 0,046\%$. За даними Манна (1978), для популяцій сільськогосподарських тварин допустимим є підвищення гомозиготності на рівні до 2% за покоління.

ВИКОРИСТАННЯ СПОРИДНЕНОГО ПІДБОРУ У СЕЛЕКЦІЙНІЙ РОБОТІ

Вплив інбридинг-депресії на тварин і шляхи її зниження. На підставі аналізу багаточисленних даних про інбридинг-депресію у тваринництві можна зробити висновок, що сила прояву депресії залежить від виду тварин, породи і лінійної належності. Існує правило, що ступінь прояву інбредної депресії знаходиться у прямому зв'язку з плодючістю тварин. Для малоплідних тварин він більший, ніж для багатоплідних.

Відомий селекціонер М.Ф.Іванов надавав особливого значення індивідуальним особливостям інбредованих тварин, добору їх за міцністю конституції. Дані про вплив інбредної депресії на продуктивність великої рогатої худоби наводять Нельсон і Лаш (1960). При помірному інбридингу відбувається лише незначне зниження живої маси. З підвищенням інтенсивності інбридингу це зниження збільшується.

Проблемами відтворення при інбридингу займався Стонейкер (1952), який спеціально підібрав герефордським коровам з коефіцієнтом інбридингу 20% відповідного плідника, внаслідок чого отримали потомків з коефіцієнтом інбридингу 30%. Серед останніх було на 30% менше запліднених тварин, ніж серед неінбредних. Узагальнені дані про вплив інбридингу на зміну молочної продуктивності наводяться у таблиці 71 за даними Робертсона (1954).

Таблиця 71 – Зниження молочної продуктивності корів на кожний відсоток підвищення інбридингу

Автори	Зниження надою, кг	Кількість тварин у стаді з коеф.інбридингу вище 20%
--------	--------------------	---

Девіс і Плам (1952)	25,0	29
Лейбен і Герман (1950)	60,0	20
Нельсон і Лаш (1950)	100,0	—
Тайлер та ін. (1949)	59,0	14
Робертсон (1954)	32,0	82

За даними Ф.В.Ільєва, відхід телят при помірному інбридингу був в 1,5 рази нижчим, ніж при неродинному паруванні, при близькому – в 2, а при кровозміщенні в 4 рази. Статева зрілість в інбредних телиць наставала в середньому на 412-й день, в аутбредних – на 383-й після народження.

Значний обсяг досліджень по вивченню інбридингу проведено у свинарстві. Виведення інбредних ліній свиней було однією з перших цілей регіональної лабораторії США по розведенню свиней. Було закладено 120 ліній: деякі з чистопородного, інші з помісного вихідного поголів'я. Передбачалась мета сформувати високопродуктивне стадо, наскільки це можливо, і з нього сформувати інбредні лінії, але відтворення багатьох інбредних ліній було припинено через рік, або два з причини низької плодючості, або погіршення продуктивності. Крім того, з'явилися спадкові дефекти, обумовлені рецесивними генами, наприклад, гемофілія, що стало причиною припинення розведення тварин цих ліній.

Дж. Леслі (1982) дає наступне резюме про вплив інбридингу на продуктивні якості свиней. Інбредні свинки пізніше досягають статевої зрілості порівняно з неінбредними, а інбредні свиноматки мають меншу багатоплідність, молочність і є гіршими матерями, ніж неінбредні і помісні свиноматки. Інбридинг також негативно впливає на якість кнурів. Інбредні кнури пізніше досягають статевої зрілості і рідко бувають хорошими плідниками.

Виживаність поросят понижена, особливо в підсосний період. Несприятлива дія інбридингу після відлучення виражена менше, бо до цього часу багато поросят гинуть і в гніздах виживають найбільш життєздатні особини. Чим інтенсивнішим є інбридинг, тим більш небажаний вплив він справляє на життєздатність і продуктивність.

Так, при коефіцієнті інбридингу 11,6% багатоплідність маток знижується на 6–7%. При зростанні коефіцієнта до 30% очікується зниження багатоплідності на 15%. Кількість мертвонароджених поросят у інбредних свиноматок може збільшитися на 28%.

Відносна інбредна депресія (на 1% інбридингу) характеризується наступними показниками: 0,66% за багатоплідністю, 0,68% за кількістю живих поросят у гнізді, 0,84% за кількістю поросят в 21 день, 0,92% за масою гнізда в 21 день.

У таблиці 72 наведені основні фактори, що впливають на рівень інбредної депресії. Аналіз даних цієї таблиці показує, що: найбільш часто ознаки, які характеризуються високими ступенями успадкованості, тобто, залежать в основному від адитивної дії генів (жива маса, маса яєць), менше піддаються впливу інбридингу і, навпаки, є слабо і середньоуспадковуваними (надій, несучість, виводимість, плодючість) – більше реагують на інбридинг-депресію. У таблиці 72 наведено схему впливу деяких факторів на рівень прояву інбридингу.

Таблиця 72 – Фактори, що впливають на рівень інбредної депресії

Фактори впливу	Дія факторів на прояв інбредної депресії		
	посилюють	послаблюють	запобігають
Ступінь спорідненості при підборі	Кровозмішування. Близьке. Тривалий інбридинг у ряді поколінь	Помірне. Лінійне розведення з ротацією плідників	Аутбредний підбір, міжлінійні, міжпородні схрещування, гібридизація
Вид тварин	Більш сприятливі малоплідні види тварин	Менше проявляється у багатоплідних тварин	
Природа, ознаки (ступінь успадкованості)	Репродуктивні, адаптаційні, притосувальні ознаки ($h^2 = 0,05-0,15$)	Відгодівельні ознаки, енергія, ріст, оплата корму ($h^2 = 0,3-0,4$)	М'ясні, забійні якості, склад туші ($h^2 = 0,6-0,8$)
Стать	Більше проявляється в	Менше проявляється в	

	особин чоловічої статі	особин жіночої статі	
Ступінь вихідної гомозиготності батьківських пар	Високий	Середній	Низький
Різниця в умовах середовища при вирощуванні батьків	Незначна, схожі умови годівлі, утримання	Відрізняються за умовами годівлі, утримання	Вирощені в різних умовах (господарствах)
Умови утримання потомків	Несприятливі, не відповідають зоотехнічним нормам	Оптимальні умови середовища	Оптимальні умови середовища, що враховують диференційні відмінності у вирощуванні самців і самок

Швидкість падіння гетерозиготності і кількість інбредованих поколінь. Чим тісніше інбридинг, тим швидше з кожним поколінням знижується гетерозиготність, і тим сильніше проявляється інбридинг-депресія. За даними співробітників Колумбійського університету, приріст коефіцієнта інбридингу на 1% знижує несучість на одне яйце в рік. При паруванні тварин, які знаходяться у більш віддаленому спорідненні, інбридинг-депресія проявляється слабше.

Має значення також метод інбридингу. Якщо інбридинг проводиться на аутбредну тварину, депресія значно менша, ніж на ін-бредну особину. З цією метою був запропонований ефективний метод зменшення негативної дії інбридингу шляхом схрещування дочок з неінбредним батьком, або за схемою мати-син-онук. У даному випадку інбредні потомки кожної генерації знову інбредуються на неінбредних предків.

Покоління, на якому зупиняється зростання інбридинг-депресії, називається інбридинговим мінімумом. Н.Уотерс і І.Ланберт за 10 років довели коефіцієнт інбридингу до 41–83% (останній випадок різнозначний паруванню майже 8 поколінь брат × сестра). У перший рік, в окремих родинах птиці спостерігалась велика смертність, а потім ні плодючість, ні скороспілість, ні розмір яєць суттєво не змінилися, тому що шкідливі рецесивні гени в перші роки перейшли в гомозиготний стан і виділились з популяції разом з загиблими, або вибрак-куваними особинами.

Оптимальні для виживання умови середовища сприяють послабленню інбридинг-депресії, підвищенню продуктивності, тобто, дозволяють максимально реалізувати генетичний потенціал тварин.

Використання інбридингу в селекційній роботі. Незважаючи на ряд негативних наслідків інбридингу, він достатньо широко використовується в селекційній роботі, зокрема при створенні і підтриманні заводських ліній, виведенні нових порід, реалізації програми міжлінійної гібридизації, внаслідок якої одержують кроси (комплект спеціалізованих поєднувальних ліній) з високим проявом гетерозисного ефекту. В зоотехнічній практиці виявлено багато факторів, які свідчать про негативну дію інбридингу (ослаблення конституції, зниження плодючості, поява каліцтв, прояв ембріональної смертності). У минулому необгрунтоване використання інбридингу призводило до зникнення цінних стад, навіть окремих порід. Враховуючи це, ряд спеціалістів взагалі стали уникати інбридингу, навіть відмовлялись від його використання.

Однак, історія зоотехнії поступово накопичувала дані, що отримані з використанням інбридингу тварини не тільки не відстають від аутбредних тварин, а навіть переважають їх. Відомо, що Беквел в основу створення нових порід покладав використання інбридингу будь-яких ступенів з метою закріплення в потомстві високоцінних якостей родоначальника. Таким методом він і його учні досягли значних успіхів, зокрема у створенні таких цінних порід великої рогатої худоби, як шортгорнська і герефордська. У конярстві створено породу шайр, вівчарстві – лейстерська, свинарстві – велика біла.

Пізніше було встановлено, що успіх використання інбридингу визначається цілим рядом обставин, головні з них наступні.

1. Цінність родоначальника, на якого ведеться інбридинг. Якщо родоначальник не вирізняється високою племінною цінністю, то будь-який інбридинг на нього буде негативним фактором. Інбридинг на посереднього загального предка призводить до погіршення, оскільки він не компенсований цінною спадковістю, інбредна депресія при цьому про-являється досить виразно.

2. Велике значення має ступінь інбридингу. Вважають, що тісний інбридинг доцільно використовувати на перших етапах створення нової породи, коли чисельність відібраних тварин, що відповідають цільовому стандарту незначна, і необхідно закріпити цінні якості родоначальника.

Тісний інбридинг при розведенні за лініями використовується рідко і переважно тільки на унікальних тваринах. Цей прийом за висловом П.М. Кулешова – є метод “згущення крові” кращих плідників. При удосконаленні і підтриманні структури ліній звичайно використовують помірний інбридинг (лайнбридинг). Основні завдання, що вирішуються, наступні: збереження цінних якостей родоначальника, консолідація спадковості, підсилення впливу на потомство, підтримання генетичної схожості потомків з родоначальником лінії.

Використання інбридингу при лінійному розведенні. Залежно від якості тварин і їх розміщення в родоводі, розрізняють три варіанти інбридингу за характером поєднання пробанда з загальним предком: 1) на родоначальника лінії; 2) на продовжувача лінії; 3) підкріплюючий.

Найбільш поширений інбридинг на родоначальника лінії, оскільки при цьому відбувається накопичення його генів в інбредному потомстві. На продовжувача лінії інбридинг використовується тільки в тому випадку, якщо він кращий за родоначальника. Внутрішньо-лінійний інбридинг використовують звичайно з третього покоління. У перших двох поколіннях часто використовують підкріплюючий інбридинг, який проводиться на предків родоначальника лінії. Така форма інбридингу в деяких випадках необхідна при закладці ліній, коли інбридинг на родоначальника через велику тісноту інбридингу ризикований. Для підкріплюючого інбридингу використовують предків, найбільш близьких до родоначальника за типом і племінними якостями.

Поряд з простим інбридингом, у селекційній роботі використовується і *множинний інбридинг* на одного і того ж загального предка, що дозволяє більшою мірою концентрувати спадковість цінних родоначальників і продовжувачів лінії.

При розведенні порід сільськогосподарських тварин використовують не тільки інбридинг на одного спільного предка, а й на 2, 3 і більше. Такий інбридинг названий Н.О. Юрасовим *комплексним*.

М.А. Кравченко детально вивчив таку форму інбридингу і вважав, що в основі цього прийому є намагання інбредувати не окрему тварину, а весь виявлений вдалий комплекс поєднання тварин, при використанні яких отримані цінні родоначальники – рекордисти.

Було вивчено родовідні 120 жеребців, які вигравали знаменитий приз Дербі протягом 120 років. Було встановлено, що в переважній більшості всі жеребці були отримані при використанні комплексного інбридингу (число повторів імен родоначальників провідних ліній було від 8 до 19).

Важливого значення використанню інбридингу надавали відомі конезаводчики В.О.Вітт, В.І.Шишкін, А.Г.Орлов-Чесменський. При виведенні породи свиней М.Ф. Іванов також поклав в основу використання у ряді поколінь інбридингу різних ступенів у поєднанні з чітким доббором тварин міцної конституції і вибракуванням особин небажаного типу.

Розглядаючи питання використання інбридингу у тваринництві, слід виходити із наступної номенклатури, запровадженої в сучасній селекції (табл.73).

Таблиця 73 – Схема використання інбридингу у тваринництві

Назва	Кількість поколінь використано	Термінологія	Рекомендації по застосуванню
Родинне парування	Одне	Інбридинг	Підвищення гомозиготності особин, ліній, порід, створення нових типів, порід
Родинне парування	Необмежене	Інбредінг	Закладка і виведення нових ліній, спеціалізованих ліній для гібридизації
Кровозмішування (близьке), споріднений інбридинг	I–III	Клозебрідинг	Закріплення генотипу родоначальника, консолідація ліній
Парування особин із	Одне	Інбредлайн-кросінг	Підвищення продуктивності,

різних ліній од-нієї породи			життєздатності шлях-ом внутрішньолінійних кросів
Парування інбред-них самців з неін-бредними самками однієї породи	Одне	Топкросинг	Консолідація ліній, сімей-ств, підвищення комбі-наційної здатності (посєдну-ваності)
Схрещування ін-бредних самців з неінбредними самками другої породи	Одне	Топкросбри-динг	Отримання гетерозисного ефекту, визначення комбі-наційної здатності бать-ківських ліній
Парування інб-редних маток з неінбредними сам-цями однієї породи	Одне	Боттомкрос-синг	Визначення комбінаційної материнської лінії, отри-мання ефекту гетерозису
Схрещування інбредних самців однієї породи з ін-бредними самками іншої породи	Одне	Інкросбридинг	Лінійно-порідна гібридиза-ція з метою одержання гетерозисного ефекту за продуктивними, репродук-тивними і адаптаційними якостями

З названих варіантів родинного парування *топ-кроси* (парування інбредного плідника з неінбредними матками) використовують для одержання внутрішньопородного гетерозису, причому важливо, щоб плідник мав цінні племінні якості. Топ-кроси широко викорис-товуються у скотарстві завдяки штучному осіменінню. Така форма підбору і оцінки за потомством найбільш часто використовується у свинарстві та птахівництві, де за плідником можна закріпити велику кількість маток. Передбачається, що плідники, завдяки високій гомо-зиготності, стійко передають свої спадкові якості (енергія росту, оплата корму) потомству. У той же час, материнські особини завдяки своїй підвищеній гетерозиготності забезпечують високі відтворні якості, тобто, дають більше потомства з високими ознаками життєздатності.

Ін-крос – найбільш складний варіант використання інбридингу, тому що для його реалізації потрібно мати не менше двох ліній однієї, або декількох порід. При цьому одержують аутбредних потомків від інбредних (але за різними предками) батьків і матерів. Ця форма схрещування є завершальним етапом використання так званих інбредних ліній, тобто, створених з використанням інбридингу. Використовується вона для проведення так званої міжлінійної гібридизації – магістрального шляху використання генетичного потен-ціалу сучасних порід свиней, птиці, овець для отримання потомства з підвищеним проявом ознак продуктивності (гетерозисом).

Нагадаємо, що в генетиці існує поняття *чисті лінії* (термін запропонований Югансеном І., 1909). Такі лінії виникають при розпаді вихідних гетерозиготних особин шляхом самозапліднення. Ці лінії є сукупністю повністю однотипних за генотипом індивідів, які, незважаючи на багаторазовий інбридинг, не мають мінливості своїх ознак, не розщеплюються. Але такі лінії можуть бути створені лише при умові самозапліднення.

Для сільськогосподарських тварин найбільш високою формою родинного парування є послідовне парування в ряді поколінь за типом батько × дочка, або брат × сестра. Ці лінії близькі до чистих ліній особливо у птахівництві, де інбридинг використовується на протязі трьох і більше поколінь. Серед лабораторних тварин створені лінії мишей, пацюків, морських свинок (шляхом парування брат × сестра на протязі 30-50 поколінь), які досягають майже 100% гомозиготності і практично також належать до чистих ліній. Спроби створити такі лінії у свинарстві не увінчались успіхом через велику смертність молодняку і різке зниження відтворних якостей маток. В міру зменшення ступеня інбридингу за чистими лініями стоять інбредні лінії (табл.74).

Таблиця 74 – Класифікація ліній за ступенем інбридингу при їх створенні

Назва ліній	Особливості створення, ступінь інбридингу	Вид тварин
Чисті лінії	95–98%, створюється послідовним паруванням брат × сестра на протязі 20–50 поколінь	Миші, пацюки, морські свинки
Інбредні лінії	37,5%, створюються інбри-дингом брат × сестра, батько ×	Кури, свині, індики, качки, цесарки, перепілки

	дочка на протязі двох і більше поколінь	
Назва ліній	Особливості створення, ступінь інбридингу	Вид тварин
Спеціалізовані лінії для гібридизації	6,25–12,5% використо-вується інбридинг II–III, III–III на протязі 1–2 поколінь. Відбір прово-диться за двома ознаками	Кури, індики, качки, свині
Закриті лінії	Використовується помірний інбридинг до 6,25%, ведеться диферен-ціація за комплексом окремих ознак. За лініями закріплюються відповідні родини маток	Всі види сільськогоспо-дарських тварин
Відкриті лінії	Інбридинг використо-вується обмежено у відда-леному спорідненні (IY–IY)	Всі види сільськогоспо-дарських тварин

За міжнародною термінологією під *інбредною лінією* слід розуміти групу тварин, що мають максимальний коефіцієнт інбридингу – 37,5%. Для створення таких ліній використовують інбридинг типу брат × сестра на протязі двох і більше поколінь. Серед мало-плідних тварин інбредні лінії створити практично неможливо.

Основна мета створення інбредних ліній – створення генетичної бази для одержання гетерозису при їх схрещуванні. У цьому плані створення інбредних ліній – не самоціль, а мета досягнення більш високої продуктивності. При закладці інбредних ліній необхідно орієнтуватися на використання найбільш цінних спільних предків. При виведенні інбредних ліній також визначається обмежена кількість ознак, за якими ведеться добір і підбір. Незважаючи на те, що інбридинг призводить до певного зниження продуктивності, з еконо-мічної точки зору одержуване збільшення продуктивності за рахунок використання їх потомства від схрещування з другими лініями перекидає всі витрати. Слід вважати, що інбредні тварини використовуються в обмеженій кількості порівняно з товарним пого-лів'ям (порівнюють з геометричною прогресією). Виведені інбредні лінії формують у структуру так званого кросу, де вони визначаються як батьківські і материнські. У такій галузі як птахівництво, вико-ристання інбредних ліній є основою одержання товарної продукції.

Спеціалізовані лінії поширені у свинарстві, але також широко використовуються у м'ясному птахівництві (виробництво м'яса бройлерів, качок). Їх особливістю є переважний добір за обмеженою кількістю ознак, а підвищення генетичної однорідності досягається використанням помірного інбридингу. Створення таких ліній відбувається з меншими затратами праці і коштів. Існує висока спеціалізація їх за відповідними ознаками, поєднання яких у потом-стві сприяє підвищенню продуктивності.

Особливістю підбору в малоплідному тваринництві є селекція на лідера і широке розповсюдження його генів за рахунок штучного осіменіння. Крім того, в багатоплідному тваринництві підбір пере-важно орієнтується на гетерозис шляхом виведення і підбору порід для схрещування, а спеціалізованих ліній – для гібридизації.

Як показує практика селекційної роботи з різними видами тварин, при створенні родоначальників ліній, лідерів-порід переважно був використаний інбридинг різних ступенів. Класичним прикладом є парування типу “батько–дочка” при виведенні відомим вченим акаде-міком М.Ф.Івановим кнура Асканія 1, родоначальника нової породи свиней – української степової білої.

На рисунках 35 та 36 показані родовідні орловських рисаків Лебідя 4, Полкана і Чистяка, які були виведені шляхом інбридингу як на родоначальника породи Барса 1, так і продовжувачів лінії. Так, же-ребець Лебідь 4 був отриманий при родинному паруванні IY, Y–IY, Y, Y, Y, YI, YI на Барса 1, але тут поряд з родинним паруванням на Барса 1 було і родинне парування типу II–III на Кролика 1.

БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГЕТЕРОЗИСУ І ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ТВАРИННИЦТВІ

Поряд з процесами інбридингу, що відбуваються у стадах, популяціях тварин, при певних методах підбору відбуваються про-тилежні явища – збільшення гетерозиготності і підвищення продуктивності, життєздатності особин. Найбільш часто вони проявляються при одній із форм неспорідненого підбору – паруванні особин, що контрастують за рядом кількісних і якісних ознак. Людству було відомо давно, що схрещування тварин різних видів і порід дає потомство з підвищеною продуктивністю, резистентністю до захворювань, працездатністю. Ці явища мають назву гетерозису.

Гетерозисом у тваринництві називають явище переважання потомків першого покоління над батьківськими формами за окремими господарськими ознаками, що виникає в результаті відповідних методів схрещування. Якщо це явище зберігається протягом декількох поколінь при розведенні потомків “в собі”, то його називають багато-кратним гетерозисом. Найбільш древній приклад свідомого використання гетерозису з практичною метою є одержання мулів (63- хромосомний гібрид) від схрещування коня (64 хромосоми) з віслюком (62 хромосоми). Це схрещування особин різних видів, при якому отримують гібридів з підвищеною довговічністю, витривалістю, великою працездатністю. Але такі гібриди неплідні. Завдяки використанню явища гетерозису вдалося підвищити продуктивність практично всіх видів сільськогосподарської продукції, причому, він проявляється на всіх рівнях розвитку органічного світу. У тваринництві гетерозис проявляється від тутового шовкопряда, бджіл до великої рогатої худоби і коней. Тобто, це явище загально біологічне.

Вперше прояв гетерозису був описаний російським вченим І.Кельрейтером на прикладі схрещування двох різних видів тютюну. Цей рослинний гібрид виявився стерильним, подібним мулу, і тому його назвали рослинним мулом. Але це відкриття залишилось непоміченим. Лише пізніше, в 1914 р. американський генетик А.Шелл запропонував термін гетерозис, під яким він мав на увазі переважання помісей над своїми батьками за міцністю, витривалістю, рівнем продуктивності. Раніше використовувався старий термін – гібридна сила (за Дарвіном Ч.).

Отримання гетерозису у тваринництві безпосередньо пов'язано з питаннями селекції на його підсилення, вибором методів добору і підбору. Гетерозис за своєю природою протилежний інбредній депресії, але для його одержання використовують так звані поєднувальні лінії, створені з використанням різного ступеня інбридингу. Тобто, це взаємопов'язані процеси, які відбуваються в популяціях як реакція на зміну її генетичної структури залежно від методів підбору.

Слід враховувати, що явище гетерозису переважно спостерігається лише в 1 поколінні гібридів, а потім поступово затухає при наступному схрещуванні гібридів один з одним, тому його потрібно відновлювати в кожному поколінні знову, для чого слід брати вихідні породи (лінії). Отримання гетерозису вимагає використання певних форм схрещування з участю чистопородних тварин. Зараз активно розробляються методи зберігання гетерозису в наступних поколіннях, що мало б велике народногосподарське значення.

Теоретично можна одержати досить високу продуктивність тварин, яка не поступається помісям (гібридам) і методами чистопородного (лінійного) розведення. Але цей шлях більш тривалий, ніж використання схрещування для отримання аналогічних результатів. В той же час, тварини, створені при чистопородному розведенні, мають більш високу племінну цінність і стійко передають свої якості потомству. Тому отримання гетерозису частіше проводиться в товарному тваринництві для одержання особин, що використовують одну генерацію (покоління).

Гетерозис відіграє важливу роль в еволюції диких і в житті домашніх тварин. Відомий генетик Д.К.Беляев (1968), наводить дані, що в хутровому звірівництві серед напівдомашніх тварин (лисиці, норки) спостерігається такий ефект як більш миролюбний характер гібридних тварин, що прискорює процес їх одомашнювання.

Гетерозис – досить складне біологічне явище, яке не носить загального характеру при будь-якому схрещуванні. Для його прояву необхідна певна поєднуваність родинних генотипів, відповідна частота алелів локусів, що зумовлюють гетерозис. Це явище досить багатогранне і проявляється як за окремими ознаками, так і за їх комплексом. Слід також враховувати, що до останнього часу немає загальної теорії гетерозису, а існує лише декілька гіпотез, що пояснюють його генетичний механізм і біологічні особливості.

Поряд із встановленням механізму негативної дії інбридингу Ч.Дарвін (1935) звернув увагу на прояв гетерозисного ефекту. Він вважав, що в основі тих явищ, які відповідають двом протилежним методам підбору (споріднений і неспоріднений) лежить одна причина – ступінь різниці між статевими клітинами, які утворюють зиготу. Чим більше батьківські форми різняться за своїми особливостями, тим більше відрізняються і статеві клітини, тим сильніше в потомстві проявляється гетерозис. Але, як вважає Ф.В.Ільєв (1980), слід враховувати, що вказані біологічні відмінності між предками не повинні переходити певної межі, за якою може проявитися несхрещуваність віддалених видів, стерильність особин певної статі.

Ці міркування увійшли в закон, який К.В.Тимірязєв назвав великим законом природи, а Ч.Дарвін показав, що з точки зору еволюції виду схрещування завжди корисне, а родинне (інбридинг у тварин, самозапилення у рослин) шкідливе. Положення про те, що міра різноякісності гамет, які поєднуються при заплідненні, визначає ефект схрещування, покладено в основу гіпотези Ч.Дарвіна про біологічну основу гетерозису.

Американський генетик Д.Шелл (1914) визначив, що *під концепцією гетерозису слід розуміти збільшення сили, розміру, плодючості, швидкості розвитку, стійкості до захворювань, або різних несприятливих кліматичних умов у гібридів на відміну від відповідних інбредних тварин*.

До теперішнього часу, як у рослинництві, так і в тваринництві, виявлено велику різноманітність форми прояву гетерозису. Тепер у селекційно-генетичній науці виникло поняття про генетично регульований гетерозис. У зв'язку з цим, розроблені сучасні уявлення про явище гетерозису та методи його регуляції і закріплення в ряді поколінь. Незважаючи на те, що гетерозисний ефект відомий з глибокої давнини, дотепер ще недостатньо вивчені його генетичні механізми, так само як і прийоми одержання популяцій з багато-кратним гетерозисом, що могло б внести значний вклад у прогрес у галузях рослинництва і тваринництва.

Всі існуючі теорії тією чи іншою мірою деталізують уявлення Ч.Дарвіна про залежність гетерозису від різноякісності родинних форм, викликаной спонтанною (мутаційною) мінливістю, а також несприятливими умовами зовнішнього середовища. Еволюція живої природи відбувається шляхом диференціації однорідних груп на якісно різні (популяції, різновидності, види). Їх схрещування між собою в міру зменшення до деякого ступеня їх спорідненості дає потомство, яке переважає, як правило, предків за своєю чисельністю, життє-здатністю, або іншими біологічно важливими ознаками, що на думку М.П.Лібізова (1979) слід вважати *природним гетерозисом*. Дану форму прояву гетерозису розглядають як ймовірну, оскільки вона проявляється залежно від частоти поєднуваних генотипів, яка в неселекціонованих на гетерозис лініях, породах може коливатись від 0 до 1.

Насамкінець проявляється моногібридний гетерозис, який може контролюватися за чітко менделюючими ознаками (олігогенами). У тваринництві немає достовірних даних прояву моногібридного гетерозису, при якому все потомство проявляє гетерозисний ефект, але працями Д.К.Беляєва (1966) встановлено його прояв у норок (за забарвленням хутра), а у птахівництві встановлено ефект моногібридного гетерозису за формою гребеня (листовидний, трояндо-видний). Виявлення маркерного ефекту генів на прояв гетерозису у тваринництві мало б велике практичне значення, але реально його можна очікувати за імуногенетичними маркерами (групи крові, типи поліморфних білків).

Генетично регульований гетерозис, на відміну від природного, створюється особливими селекційно-генетичними методами та повинен бути набагато вищим за провідними ознаками і проявлятися не епізодично, а закономірно у потомстві парованих самок і самців груп, які схрещуються, причому, схрещуються між собою не породи, а спеціально відселекціоновані на поєднуваність і генетично більш консолідовані лінії.

Генетична природа гетерозису в основному однакова у всіх живих форм. Тому методичні принципи селекції на гетерозис, розроблені в одній галузі біологічного виробництва, можуть бути запозиченими для іншої, з урахуванням її особливостей. Прикладом створення і використання генетично регульованого гетерозису в наш час може бути ефективне виробництво гібридної кукурудзи, сорго та інших рослин, а також міжлінійна гібридизація у птахівництві.

Розглядаючи *теорії гетерозису*, слід зауважити, що найбільш відомі з них наступні.

1. Гіпотеза домінантних генів, запропонована Давенпортом (1908) і Брюом (1910).
2. Гіпотеза наддомінування, викладена працями Е.Істома, Г.Шелла і Х.Хейсса, одночасно з попередньою гіпотезою.
3. Гіпотеза генетичного балансу, розроблена І.Лернером (1954) і Т.Матером в 1954–1955 рр., у майбутньому одержала свій розвиток у працях М.В.Турбіна (1981).

Відповідно до гіпотези домінування у процесі еволюції порід тварин під впливом природного і штучного добору відбувається перехід сприятливо діючих на організм спадкових факторів у повністю або частково домінантні, а несприятливо діючих – у рецесивні. У природних популяціях рецесивні гени знаходяться в гетеро-зиготному стані. При інбридингу популяції диференціюються на лінії, у яких гени можуть переходити в гомозиготний стан; лінії можуть знаходитися в гомозиготному стані за різними домінантними генами. Схрещування їх між собою приводить до того, що у потомків набір домінантних генів виявляється більшим, ніж у їхніх батьків, а оскільки прояв домінантних факторів в гетерозиготному стані не відрізняється від гомозиготного, а дія рецесивних факторів пригнічується, то гібриди першого покоління є сильнішими. Незважаючи на те, що ця гіпотеза мала досить багатьох прихильників, вона не може пояснити багатогранності прояву гетерозису. Перш за все, ця гіпотеза орієнтується на адитивний тип успадкування ознак, тоді як відомо, що мінливість ознак, обумовлених домінуванням, епістазом, наддомінуванням також є суттєвою. Крім того, якщо виходити з теорії домінантності, теоретично слід чекати можливості вищеплення в наступних поколіннях форм, гомозиготних за всіма домінантними факторами, які повинні мати такий же ступінь гетерозису, як і перше покоління, але гетерозис у них повинен бути генетично фіксованим і не затухати в наступних поколіннях. Проте всі спроби одержання гібридів із закріпленим гетерозисом не мали успіху. Дана гіпотеза не пояснює таких випадків, коли продуктивність гібридів перевищує сумарну продуктивність обох батьків, а також відсутність прямої кореляції між показниками батьків і їх помісей.

Відповідно до гіпотези наддомінування, гетерозис визначається гетерозиготністю організму за багатьма генами. Ця гіпотеза передбачає неадитивні форми успадкування в межах одного локусу. У такому разі, на думку Ф.Шелла, гетерозиготний стан двох домінантних алелів АА обумовлює кращий розвиток організму, ніж гомозиготне АА і А₁А₁. Ідея переваги гетерозигот знайшла своє підтвердження в багатьох роботах з моногібридного гетерозису.

У сучасній науці гіпотеза наддомінування пояснює ефект гетерозису ступенем гетерозиготності родинних форм, що може виявлятися імуногенетичними і біохімічними маркерами. Позитивним у ній є те, що вона пояснює гетерозис, який спотворюється у чотири-лінійних (двійчастих) гібридів як наслідок гетерозиготності за мно-жинною серією алелів одного локусу. Проте, одним із суттєвих недоліків цієї гіпотези є допущення максимальної гомозиготності вихідних родинних форм за різними алелями одного локусу, що повинно забезпечити близький до 100% прояв гетерозису в потомстві.

Шлях до цього – створення інбредних ліній. Але, як показує практика, у більшості випадків, коли схрещуються напевно гетерозиготні родинні форми, гетерозис проявляється у першу чергу за репродуктивними і відгодівельними якостями.

Гіпотеза генетичного балансу, запропонована М.В.Турбіним, не виключає концепції домінування і наддомінування, а розглядає їх як складові частини загальної теорії гетерозису. Відповідно до цієї гіпотези величина кожної ознаки у виду є результатом відпрацьованої на протязі добору певної рівноваги в різнонаправленій дії на цю ознаку багатьох спадкових факторів і умов зовнішнього середовища. У результаті схрещування різних за генотипом особин у гібридних потомків змінюється генетичний баланс у ряді ознак, що може збільшити або зменшити їх величину порівняно з родинними формами. За цією гіпотезою гетерозис більш стійко проявляється при взаємодії великої кількості гетерозиготних локусів. Але ця гіпотеза дає лише загальний підхід до пояснення гетерозисних явищ, а не конкретне рішення для розробки методів керування ними (Нікітченко І.М., 1987).

Останнім часом інтенсивно розробляється ряд нових концепцій гетерозису, до яких слід віднести гіпотезу балансу ферментів, фізіологічного гетерозису, або гіпотезу життєвості (Астауров Б.Л., 1979; Кашенко А.Х., Матієць М.І., 1966); зоотехнічну концепцію (Овсянніков О.І., 1974), а також гіпотезу компенсаторного комплексу генів (ККГ), запропоновану В.А.Струнниковим (1983, 1988). Гіпотеза життєвості або як її назвав Б.Л.Астауров (1979), концепція фізіологічного гетерозису, знайшла в 50–60 роки нашого століття досить значну кількість прихильників у тваринництві. Вони, за інформацією А.Х.Кашенко і М.І.Матійця, визначали біологічну сутність гетерозису трьома особливостями помісних тварин: збагаченою спадковістю їхнього організму, підвищеною життєздатністю на основі внутрішніх протиріч і пластичності помісних тварин та підвищеною чутливістю до змін умов середовища.

Певне значення має також біохімічна теорія гетерозису, відповідно до якої схрещування приводить до збільшення гетеро-зиготності за мутаціями, що регулюють синтез білка. Отже, прояв гетерозису відбувається за рахунок збагачення біохімічних процесів у клітинах і тканинах помісних тварин. Існують і ряд інших концепцій, які в основному базуються на досвіді роботи генетиків–селекціонерів.

Значною мірою зоотехнічні концепції гетерозису створені на основі робіт вчених, які показали, що ефективність схрещування зумовлена здебільшого контрастністю типів будови тіла родинних пар.

Ця гіпотеза узгоджується з принципом доповнюючої дії, відповідно до якого провідна роль у формуванні ефекту гетерозису належить поєднувальним відмінностям схрещуваних порід, ліній. Аналогічно, у птахівництві С.І.Боголюбським (1991) було доведено, що структура гібридного кросу також будується за типом доповню-ючої дії, причому встановлено, що гетерозис являє собою складне біологічне явище, обумовлене в основному чотирма групами факторів: пряма дія генів (рівень продуктивності вихідних порід); доповнююча дія генетичних факторів (гетерозиготність генотипу); материнський (реципрокний ефект) та умови життя потомків і батьків. Отже, ефект гетерозису можна розділити на компоненти – адитивна дія генів, материнський ефект і власне гетерозис (неадитивна дія генів).

Одна з останніх гіпотез, що пояснює явища гетерозису належить В.А.Струнникову (1983). Ця гіпотеза базується на основі “неурівно-важених компенсаційних комплексів генів”. Відповідно до гіпотези, гетерозис пояснюється дією напівлетальних мутаційних генів, які здатні зберегти життєздатність організмів у гомозиготному стані при умові достатнього запасу сприятливих генів, що гасять шкідливу дію напівлеталей.

Вважається, що тривалий відбір на життєздатність ліній, які несуть напівлетальний ген в гомозиготному стані, приводить до добору генів-модифікаторів, що послаблюють пригнічуючу дію напів-леталей. Оскільки у різних лініях цей комплекс інший, то при схрещуванні їх поряд з переходом напівлеталей в гетерозиготний стан спостерігається могутній прояв обох компенсаторних комплексів, що в остаточному підсумку і веде до виникнення гетерозису. Ця гіпотеза пояснює, чому при схрещуванні інбредних ліній інбридинг-депресія батьків в решті решт забезпечує виникнення гетерозису у потомків.

Розглянемо це на прикладі створення інбредних ліній для наступного їх схрещування у птахівництві. Так, встановлено, що в одній із ліній інбредна депресія призводить до зниження життєздатності, а в іншій – до зменшення несучості. Якщо підтримувати ці лінії тривалим добром на усунення вказаних недоліків, то в них накопичуються гени-модифікатори. У першій лінії вони сприяють збереженню життєздатності, а у другій – несучості. При схрещуванні цих ліній дія обох груп генів-модифікаторів підсумовується, що дозволяє отримати значний ефект гетерозису як за життєздатністю, так і за несучістю. Цим можна пояснити, що відбір і оцінка ліній та порід за так званою комбінаційною здатністю є одночасно і прийомом виявлення комплексу доповнюючих один одного генів-модифікаторів.

Таким чином, розглянуті дані свідчать, що з урахуванням генетичних механізмів прояву, гетерозис можна отримати на внутрішньопородному (лінійному) в галузях свиноводства і птахівництва, міжпородному, породно-лінійному і міжвидовому рівнях.

При розгляді явища гетерозису слід зважати на ряд зоотехнічних особин. Перш за все гетерозис проявляється при схрещуванні гетеро-генних особин. У малоплідному тваринництві, наприклад, у молочному скотарстві, немає такої різниці, яка існує у птахівництві між спеціалізованими лініями, на основі яких створюють кроси. Тому за молочною продуктивністю, як правило, спостерігається проміжне (адитивне) успадкування, що підтверджується теорією та практикою, і гетерозис не проявляється. Не завжди спостерігається підвищення молочної продуктивності і при схрещуванні порід.

Отже, слід виходити з рівня генетичного потенціалу використовуваних молочних порід. Якщо при надії корів першого покоління за голштинською худобою на рівні 2500 кг вони будуть переважати ровесниць чорно-рябої породи з надоем 2300 кг на 200 кг молока, то це не слід розглядати як прояв гетерозису. Необхідно враховувати, що генетичний потенціал голштинської худоби складає 8000 кг молока, чорно-рябої – 6000 кг, а в розглянутому прикладі генетичний потенціал тварин реалізовано тільки на 40%. Отже, тут мова може йти про підвищення молочної продуктивності за рахунок адитивної дії спадковості голштинської породи, до того ж виявленої в несприятливих умовах утримання і годівлі.

Більш чітко гетерозис проявляється в молочному і м'ясному скотарстві за відгодівельними і м'ясними ознаками. У ряді країн практикують схрещування вибраканих корів і ремонтних телиць з бугаями м'ясних порід для отримання помісного приплоду з високими показниками енергії росту і оплати корму.

Поряд з цим, гетерозис може бути підсилений шляхом підбору батьків, що відрізняються високою загальною і специфічною комбінаційною здатністю, причому, під загальною здатністю розуміють рівень розвитку ознак продуктивності у помісей, залежний від ступеня розвитку продуктивності у тварин вихідних форм. Тобто, це – відхилення продуктивності всіх помісей, отриманих за участю даного компонента схрещування від середнього за всіма випробуваннями. Вважається задовільним, якщо в результаті схрещування у помісей забезпечується проміжне (адитивне) успадкування продуктивності родинних форм.

Специфічна комбінаційна здатність – явище строго індивідуальне, воно проявляється при певних поєднаннях порід, типів та ліній і являє собою різні форми та рівень гетерозису. Це – відхилення

продуктивності кожної комбінації схрещування від середнього за всіма комбінаціями. Особливістю і ступенем прояву цієї комбінаційної здатності найчастіше і визначається висока продуктивність при повторних схрещуваннях. За В.Т.Горіним (1984), селекція спеціалізованих ліній, типів, порід, які дають гетерозисний ефект при схрещуванні, коли ознаки потомства переважають рівень обох батьків, базується переважно на специфічній комбінаційній здатності. Слід враховувати, що ефект гетерозису виявляється в тому випадку, якщо схрещувані лінії мають високі абсолютні показники при чисто-породному розведенні.

На прояв гетерозису впливають в основному ті ж фактори, що і на прояв інбридингу, але дія їх різна. Так, якщо оптимальні умови сприяють подоланню інбредної депресії, то аналогічно вони приводять до більшої ефективності прояву гетерозису. З іншого боку, природа ознак (генетична обумовленість) по-різному впливає на прояв інбридингу і гетерозису. Наочне уявлення про це можна отримати з даних таблиці 75 (за Овсянніковим О.І., 1976).

Таблиця 75 – Прояв інбредної депресії і гетерозису

Групи ознак	Успадковуваність	Інбредна депресія	Прояв гетерозису
Репродуктивні: (плодючість, несучість, відтворні якості)	низька (+)	висока (+++)	високий (+++)
Соматичні: (жива маса, енергія росту, лінійні розміри, відгодівельні якості)	середня (++)	середня (++)	середній (++)
Якість продукції: (вихід м'яса, забійний вихід, якість м'яса)	висока (+++)	низька (+)	низький (+)

Низькоуспадковані ознаки найбільш сильно піддаються інбредній депресії, але за ними більше всього проявляється ефект гетерозису. За високоуспадкованими ознаками цей ефект практично не проявляється.

Помічено також, що гетерозис у птиці за живою масою яскравіше проявляється на самцях, ніж на самках. Так, міжлінійні гібридні індки перевищували масою чистопородних потомків на 9–10%, а індички – на 1–3%, відповідно, у бройлерів півники – на 14%, курочки – на 8%. Цікаво, що у ссавців більш гетерозисні самки. У міжпородних самців герефордської худоби ефект гетерозису складав біля 8%, а у теличок – 15%. Серед міжвидових кросів у птиці більш життєздатні самці, а у ссавців – самки.

ВИКОРИСТАННЯ ВНУТРІШНЬОВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ У ТВАРИННИЦТВІ

Термін “гібридизація” звичайно використовують в зоотехнії, коли ведеться підбір особин різних видів і родів, одержаних потомків називають гібридами. Цих тварин отримують при схрещуванні у різних варіантах підбору коней і ослів, односторонніх і двосторонніх верблюдів, коней Пржевальського і домашніх коней з куланом, зеброю і домашніми кіньми. У скотарстві використовують гібридизацію великої рогатої худоби з бізоном, зебу, яком, гаялом, зубром. У практиці термін “гібрид” використовується для позначення тварин, одержаних при схрещуванні (гібридизації) спеціально виведених ліній, порід, які складають крос (комплекс), що включає прості і складні батьківські та материнські форми, підбір яких забезпечує максимальний прояв гетерозису у потомстві. Можна також вважати, що термін “гібрид” вдало використаний зарубіжними фірмами в комерційних та рекламних цілях.

Ф.В.Льєв (1980) пропонує термін “гібридизація” використовувати у широкому і вузькому розумінні цього слова. У широкому розумінні до гібридизації належить всіляке генетично різнорідне парування (схрещування), незалежно від належності тварин до тих чи інших таксономічних одиниць – ліній, породи, виду, роду. У вузькому ж розумінні, цим терміном визначають системне схрещування ліній, або замкнутих популяцій як в середині породи, так і між породами з метою отримання гетерозису.

За О.І.Овсянніковим (1976), під міжлінійною гібридизацією розуміють схрещування у вибраній послідовності спеціально виведених і попередньо відселекціонованих на поєднуваність ліній для одержання користувальних гібридних тварин з високими показниками продуктивності (гетерозисом).

У класифікації методів розведення тварин, запропонованій Д.Ф'юсоном (1962), гібридизація може бути віднесена як до методів з використанням ефекту гетерозису з селекцією на комбінаційну здатність (крос інбредних ліній, періодична селекція, періодична рецип-рокна селекція), так і до методів з використанням ефекту гетерозису без селекції на поєднуваність (породно-лінійна гібридизація). Однак, в останньому випадку проводиться селекція батьківських форм (ліній), для чого створюються спеціалізовані лінії з високою енергією росту, відгодівельними і м'ясними якостями.

Необхідно також враховувати, що міжпородне схрещування засновано на використанні гетерозисного ефекту, але воно передбачає вибір оптимальних варіантів схрещування (виходячи з наявної різниці в їх генофонді), що виникли в результаті тривалого замкнутого розведення, різного напрямку селекції та інших факторів. Проте, на відміну від гібридизації при міжпородному схрещуванні гетерозис не є закономірним явищем і ефект його значно нижчий, особливо в умовах, коли відбувається вирівнювання порід за рівнем продуктивності.

Так, за даними Угорського науково-дослідного інституту тваринництва, продуктивність помісних свиноматок була у 40% всіх дослідів вища, а у 60% нижча, ніж у вихідних порід (Козловський В.Г, Терентьева А.С., 1978). Показники продуктивності помісей на відгодівлі виявились нижчими за середньодобовими приростами у 16% всіх дослідів, за витратами кормів у 14% і за виходом м'яса у 42% дослідів.

Нестабільність показників, одержаних при промисловому схрещуванні, пов'язана із значною генетичною різноманітністю всіх вихідних порід і відсутністю попередньої селекції на поєднуваність. Дана ситуація викликала необхідність розробки нових методів селекції і схрещування у тваринництві, які б забезпечували високу ефективність прояву гетерозису. Були зроблені спроби використати для цього методи міжлінійної гібридизації, які мали досить позитивний ефект у рослинництві. Головною передумовою максимального прояву гетерозису служить використання високопродуктивних ліній і типів, перевірених на комбінаційну здатність при схрещуванні. В усіх випадках в основі гетерозису повинно знаходитись диференційоване розмноження спеціалізованих поєднувальних родинних форм.

Слід особливо виділити переваги гібридизації перед чисто-породним розведенням. Як вказує А.Анкер (1982), чисто-породним розведенням можуть бути досягнуті ті ж показники репродуктивних якостей, відгодівельної і м'ясої продуктивності, що і при гібридизації. Але, з економічної точки зору, чистопородне розведення за інших рівних умов буде менш вигідним, бо пов'язане з використанням для товарних цілей високовідселекціонованих гомозиготних тварин, тоді як при гібридизації вони використовуються тільки в обмеженій кількості у племінних стадах. Крім того, поєднання шляхом чисто-породного розведення комплексу ознак вимагає великих затрат часу, праці і коштів, порівняно з однократним поєднанням їх у товарного гібрида при гібридизації, яка враховує особливості успадковування господарсько-корисних ознак. Переваги гібридизації в основному визначаються наступними факторами.

1. Гібридизація підвищує у тварин життєздатність, стійкість до стресів, продуктивність у різних умовах середовища.

2. Гібридні самки характеризуються більшою потенційною і фактичною плодючістю, кращими материнськими якостями, порівняно з чистопородними.

3. Гібридизація дозволяє здійснювати переважну селекцію в лініях за обмеженою кількістю ознак, але різних для кожної лінії. Якщо проводити селекцію ліній окремо за провідними господарсько-корисними ознаками, то можна чекати одночасного поліпшення декількох ознак у гібриді.

Вихідний матеріал для гібридизації може бути створений як на внутрішньопородній, так і на кросбредній (двох і багатопородній) основі. Практика показала, що у всіх галузях тваринництва більш цінні гібриди одержані на кросбредній основі, причому, чим більш значна генетична відокремленість порід, ліній, тим вища ймовірність прояву гетерозису.

Для одержання гібридів у нашій країні і за кордоном використовують декілька типів ізолюваних ліній: інбредні лінії, створені на основі використання тісного інбридингу; ізолювані (закриті) заводські лінії, створені на основі одного високоцінного плідника; ізолювані лінії – популяції, створені на основі декількох плідників; ізолювано розведені породні типи, що складаються з 1–3 заводських ліній. Останнім часом, зокрема у птахівництві, використовуються так звані синтетичні лінії, створені шляхом об'єднання в один спільний генофонд декількох ліній, порід, які в подальшому розводяться “в собі” і використовуються як родинні форми при підборі за структурою кросу.

Слід урахувати, що гібридизація – це безперервний процес, який можна порівняти з конвеєром по виробництву гібридів. У той час як у репродукторних господарствах проводять схрещування для отримання фінальних гібридів, у племінних (нуклеарних) стадах формуються ще більш цінні поєднувальні генотипи, які при надходженні в племрепродуктори і товарні господарства з кожним циклом відтворення гібридів забезпечують підвищення ефекту гетерозису.

Одержання гібридних тварин, птиці, вимагає чіткої спеціалізації господарств по розведенню вихідних ліній, отриманню родинних форм і товарних гібридів. Їх спеціалізація обумовлена також структурою кросу. Найбільш поширені прості (дволінійні, двопородні) кроси, складні (три- і чотирикомпонентні). У три- і чотирипородних лінійних, лінійно-породних кросах використовуються складні дво- і трьохпородні родинні форми (батьківські, або материнські).

Так, двопородний крос – це схрещування двох порід (ліній) $A \times B \rightarrow$ гібрид АВ. Для його відтворення необхідно мати один або два племзаводи, в яких у чистоті розводяться і удосконалюються породи А і В. Потім, якщо порода А – батьківська, а В – материнська, то можливі два варіанти їх репродукції: 1) до наступного ступеня гібридизації (племрепродуктори) передаються самці і самки породи А і, відповідно, самці і самки породи В, де остання розширено відтворюється в чистоті, а потім ремонтні матки покриваються плідниками породи А, і одержані гібриди (молодняк тварин, інкубаційні яйця, гібридні добові пташенята) передаються для вирощування і експлуатації в товарних господарствах; 2) обидві породи знаходяться в репродукторі і після розмноження схрещуються за схемою гібридизації (табл.76).

Таблиця 76 – Схема двопородного (лінійно-породного кросу)

Стадо	Порода А	Порода В	Господарства
Вихідні породи	АА	ВВ	Племзаводи (нуклеарні стада)
Прародинне стадо	Ап × Ас	Вп × Вс	Племрепродуктори 1 по-ряду
Родинне стадо		Ап × Вс	Племрепродуктори 2 по-ряду
Фінальні гібриди		АВ	Товарні господарства

Примітка: в цій та наступних таблицях: п - плідники, с - самки.

Одержання дволінійних гібридів включає три операції: дві по розведенню в чистоті порід А і В і третю – їх схрещування. Незважаючи на простоту і доступність двопородної гібридизації, вона має істотний недолік – необхідно мати значну кількість чистопородних тварин для отримання фінального гібрида. Тому з метою меншого використання в гібридизації чистопородних тварин і підсилення ефекту гетерозису використовують переважно чотирикомпонентну гібридизацію (табл.77, 78).

Всупереч тому, що ця схема вимагає сім операцій (чотири по відтворенню вихідних ліній, дві – для одержання складних (дволінійних) батьківських форм і одну – для одержання товарного гібрида), все ж вона виявилась найбільш придатною в галузі птахівництва. За такою конструкцією створені сучасні кроси курей (яєчних – Зоря-17; м'ясних – Гібро-6, Бройлер-6).

У таблиці 79 показані дані про ефективність гібридизації у свинарстві порівняно з чистопородним розведенням, а в таблиці 80 – прояв гетерозису за комплексною ознакою. У свинарстві більш поширена трипородна лінійна гібридизація, де вона дає найбільш позитивні результати.

Таблиця 78 – Ефективність гібридизації у птахівництві
(за даними Злочевської К.В. та ін.)

Генотипи	Середня жива маса	Витрати комбікормів на 1 кг живої маси, кг
----------	-------------------	--

		бройлерів в 56-ден-ному віці, г	
Лінії:	М	1386,9	2,35
	Н	1372,7	2,29
	О	1328,2	2,26
	Р	1326,6	2,26
Гібриди:	МНОР	1430,8	2,14

Таблиця 79– Продуктивність маток і відгодівельні якості молодняку при чистопородному розведенні і гібридизації у свинарстві

Методи розведення	Багато-плідність голів	Збереже-ність поросят до відлучення, %	Вік до-сягнення живої маси 100 кг, днів	Середньо-добовий приріст, г	Витрати корм.од. на 1 кг приросту
Чистопородне розведення	10,1	87,1	207,0	592	4,48
Двопородна гібридизація	10,6	87,8	200,8	632	4,37
Трипородне схрещування	11,1	91,9	190,5	654	4,16
Двопородне схрещування, порівняно з чистопородним розведенням, ±, %	+4,9	+4,5	-2,9	+6,8	-2,4
Трипородне схрещування, порівняно з чистопородним розведенням, ±, %	+9,9	+15,9	-7,7	+10,4	-7,4

Таблиця 80 – Прояв гетерозису за комплексною ознакою

Генотипи	Кількість поросят до відлучення, гол.	Маса 1-го поросяти, кг	Маса гнізда при відлученні, кг
Дюрок	8	20	160
Велика біла	12	14	148
Дюрок × велика біла	10	17	170

Оцінка ступеня гетерозису. В зоотехнічній практиці заведено розрізняти наступні основні форми прояву гетерозисного ефекту.

Істинний гетерозис (Γ_i) проявляється тоді, коли продуктивність помісей вірогідно переважає кращу родинну форму або лінію. Його розраховують за формулою:

$$\Gamma_i = (\Pi_n : \Pi_k) \times 100,$$

де Π_n – продуктивність помісей (гібридів); Π_k – продуктивність кращої родинної форми (лінії, породи).

Гетерозис вважається істинним, якщо $\Gamma_i > 100\%$. При менших значеннях гетерозисного ефекту необхідно визначати показники *зоотехнічного гетерозису* (Γ_z), при якому продуктивність потомків вірогідно перевищує середньоарифметичну продуктивність батьків:

$$\Gamma_z = \Pi_n : 0,5 (\Pi_b + \Pi_m) \times 100,$$

де $P_{\text{п}}$ – продуктивність помісей; $P_{\text{б}}$ – продуктивність батьківської породи (лінії); $P_{\text{м}}$ – продуктивність материнської породи (лінії).

Якщо показник вище 100%, то вважають, що проявляється *зоотехнічний гетерозис*. Ця форма гетерозису є провідною у тварин-ництві, оскільки проявляється найбільш часто, крім того має важливе економічне значення – продуктивність гібридів в цілому перевищує напівсуму показників обох взятих для схрещування порід. Тому у свинарстві дуже часто використовують поєднання порід, що забезпечують рівень відгодівельних якостей на рівні середніх значень обох порід. За рахунок більшої плодючості материнської форми одержують вищий вихід м'яса в розрахунку на одну свиноматку.

При менших за 100% значеннях індексу зоотехнічного гетерозису вираховують показники гіпотетичного гетерозису.

Гіпотетичний гетерозис – це перевищення продуктивності помісей показників гіршої (частіше материнської породи, лінії).

$$\Gamma_r = (P_{\text{п}} : P_r) \times 100,$$

де P_r – продуктивність гіршої родинної форми.

Ця форма гетерозису має значення на практиці у випадку, коли, наприклад, помісні самки перевищують вихідну материнську породу за репродуктивними якостями (багатоплідність, несучість, виводи-мість). Вона дає ефект у свинарстві при використанні помісних свиноматок, а також у м'ясному птахівництві, де дволінійна мате-ринська форма має підвищені показники несучості, але поступається батьківській формі за ознакою енергії росту. Приклад розрахунку ефекту гетерозису наведений у таблиці 81.

Розглядаючи форми прояву гетерозису, слід відзначити, що він найчастіше проявляється лише за окремими ознаками. Однак, бувають випадки, коли гетерозис за окремо взятими ознаками не спостерігається, але по сумарному (інтегральному) показнику він проявляється досить виразно. Це видно із таблиці 80 на прикладі ознаки – маса поросят при відлученні (кількість поросят до відлучення і маса кожного з них).

Найбільш ефективно використовувати схрещування у тих випадках, коли спостерігається прояв істинної форми гетерозису. Вона рідко зустрічається у практиці тваринництва, але, як правило, трапляється у птахівництві, де використовуються відселекціоновані на поєднюваність спеціалізовані лінії. В інших галузях тваринництва “гарантованого” гетерозису не отримують, спостерігається здебільшого проміжна форма успадкування ознак, або переважання за окремими ознаками однієї з порід. Х.Ф.Кушнер на підставі багатьох досліджень виділив п'ять форм прояву гетерозису, що використовуються у тваринництві.

1. Гібриди (або помісі) 1 покоління переважають своїх батьків за живою масою і життєздатністю.

2. Помісі 1 покоління переважають своїх батьків за конституціональною міцністю, довговічністю, при повній або частковій втраті плодючості.

3. Помісі 1 покоління за живою масою займають проміжне положення, але помітно переважають батьків за багатоплідністю і життєздатністю.

4. Кожна окремо взята ознака наближається до проміжного типу успадкування, а стосовно кінцевої продуктивності спостерігається підвищений гетерозис.

5. Помісі, або гібриди, не переважають за продуктивністю кращу батьківську форму, але мають більш високий її рівень, порівняно з середніми арифметичними показниками обох батьків.

До однієї з поширених класифікацій гетерозису належить класифікація Густафссона, за якою виділяють наступне.

Репродуктивний гетерозис – характеризується підвищеною продуктивністю тварин, обумовленою більш високими відтворними якостями (плодючість, несучість, виводимість, заплідненість, молочність, збереженість до відлучення від маток). При цьому також спостерігається кращий розвиток репродуктивних органів.

Таблиця 77– Схема одержання чотирилінійного кросу

Стадо	Вихідні лінії				Господарства
	А	В	С	Д	
Препародинне стадо	Ап × Ас	Вп × Вс	Сп × Сс	Дп × Дс	Племзаводи, селекційно-генетичні станції Племрепродуктори 1 порядку Племрепродуктори 2 порядку
Прародинне стадо	Ап — (батьківська лінія батьківської форми)	× — Вс (материнська лінія батьківської форми)	Сп — × (батьківська лінія материнської форми)	— Дс (материнська лінія материнської форми)	
Родинне стадо	АВп (батьківська форма)	— × — ↓ АВСД фінальний гібрид	СДс (материнська форма)		
					Товарні господарства (комплекси, птахофабрики)

Соматичний гетерозис – виражається у найбільш сильному розвитку м'язової, жирової тканин у помісних тварин, тобто, проявляється за відгодівельними і м'ясними якостями. Сприяє збільшенню маси внутрішніх органів, а в певних межах і маси кістяка, що небажано. При цій формі гетерозису відчутно проявляється підвищення конверсії кормів помісними тваринами, тобто, зменшення витрат кормів на одиницю продукції, що має важливе економічне значення.

Адаптивний гетерозис – спостерігається підвищена життє-здатність тварин, краща адаптаційна здатність. Останнім часом цей показник набуває значного поширення у зв'язку зі зміною екологічних умов утримання, вирощування і випробування племінних тварин. Якщо тварин декількох генотипів використовувати в різних еко-логічних умовах, то можна визначити показники загальної адаптаційної здатності: середня цінність відповідного генотипу в усіх умовах випробування і специфічна – відхилення показників продуктивності, окремих генотипів у більшу або меншу сторону від середньої (за всіма випробуваннями) за рахунок взаємодії "генотип × середовище". Тобто, в окремих екологічних умовах деякі генотипи більш повно реалізують свій потенціал продуктивності.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття "підбір".
2. Яке значення має підбір у племінній роботі?
3. Які форми підбору використовуються у тваринництві?
4. Навести приклади гомогенного і гетерогенного підбору.
5. Яка форма підбору називається родинним паруванням (інбри-дингом)?
6. Визначення ступеня інбридингу за Шапоружем.
7. Класифікація форм інбридингу.
8. Визначення коефіцієнтів інбридингу і генетичної схожості.
9. Інбредна депресія і методи її запобігання.
10. Використання інбридингу у племінній роботі.
11. Поясніть явище гетерозису і форми його прояву.
12. Теорії, що розкривають прояв гетерозису.
13. Лінійно-породна гібридизація у тваринництві і її організація.
14. Дайте схему дво-, три- і чотирипородної гібридизації.
15. Навести приклади прояву істинного зоотехнічного і гіпотетичного гетерозису.
16. Особливості виведення ліній для гібридизації.

Таблиця 81 – Розрахунок гетерозисного ефекту при двопородному схрещуванні свиней

Порода, помісі	Середньодобові прирости на відгодівлі, г	Продуктивність			Форми гетерозису		
		кращих порід	гірших порід	в середньому за вихідними породами	істинний	зоотехнічний	гіпотетичний
Велика біла	570						
Ландрас	650						
Дюрок	710						
Велика біла × ландрас	620	650	570	610	620 -----×100 = 95,4 650 Не проявляється	620 -----×100 = 101,6 610 Проявляється	620 -----×100 = 108,8 570 Проявляється
Велика біла × дюрок	740	710	570	645	740 -----× 100 = 104,2 710 Проявляється	740 -----×100 = 114,7 645 Проявляється	740 ----- × 100 = 129,8 570 Проявляється
Дюрок × ланд-рас	670	710	650	680	670 ----- × 100 = 94,4 710 Не проявляється	670 -----×100 = 98,5 680 Не проявляється	670 ----- ×100 = 103,1 650 Проявляється

