

**О. І. КАРАТЄЄВА**

# **СПЕЦІАЛЬНА ГЕНЕТИКА**

*Курс лекцій*



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

**О. І. Каратєєва**

**Спеціальна генетика**

*Курс лекцій*

для здобувачів ступеня вищої освіти «магістр» спеціальності 204  
«Технологія виробництва, переробки продукції тваринництва»  
денної та заочної форми навчання

Миколаїв  
2016

УДК 636.082  
ББК 45.318.6  
К21

Автор: О. І. Каратєєва

Рекомендовано до друку рішенням науково-методичної ради факультету ТВПШТСБ Миколаївського НАУ від 21.04.2016р., протокол № 8.

Рецензенти:

М. І. Гиль д-р с.-г. наук, професор, академік АН ВО України, професор кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології, Миколаївський національний аграрний університет;

Т. В. Поліщук канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри розведення сільськогосподарських тварин і зоогієни, Вінницький національний аграрний університет.

**Каратєєва О. І.**

К.21 Спеціальна генетика : курс лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «магістр» спеціальності 204 «Технологія виробництва, переробки продукції тваринництва» денної та заочної форми навчання / О. І. Каратєєва. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 109 с.

У курсі лекцій викладено зміст дисципліни «Спеціальна генетика» – науки, яка навчає генетичним основам еволюції та імунітету тварин; з'ясовує генетичні принципи резистентності до хвороб та паразитів; вивчає генетичні параметри селекції свійських тварин та птиці за основними господарсько корисними ознаками, знайомить з генетичними основами імунітету і спадковими аномаліями, феногенетикою. Надано конкретні рекомендації студентам, майбутнім інженерам-технологам по використанню знань з курсу «Спеціальна генетика» на практиці.

**УДК 636.082**  
**ББК 45.318.6**

© Миколаївський національний аграрний університет, 2016  
© Каратєєва О. І., 2016

**ЗМІСТ**

1. Основні принципи генетики в селекції великої рогатої худоби	5
2. Основні принципи генетики в селекції коней	22
3. Основні принципи генетики в селекції свиней	37
4. Основні принципи генетики в селекції овець	48
5. Основні принципи генетики в селекції кіз	57
6. Основні принципи генетики в селекції птиці	66
7. Основні принципи генетики в селекції кролів	76
8. Основні принципи генетики в селекції хутрових звірів	86
9. Основні принципи генетики в селекції риб, бджіл та тутового шовкопряда	96
Література	107

## Лекція № 1

## Основні принципи генетики в селекції великої рогатої худоби

### План

1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування худоби
2. Успадкування основних та додаткових ознак селекції худоби різних напрямів продуктивності
3. Спадкові аномалії худоби і методи їх профілактики.
4. Генетика інбридингу, гетерозису і промислового схрещування у скотарстві

**1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування худоби.** Каріотип ВРХ складається з 60 хромосом: 58 з яких аутосоми та дві статеві хромосоми ( $\text{♂}$ -ХУ,  $\text{♀}$ -ХХ). Усі аутосоми є акроцентричними і поступово зменшуються у розмірі, а статеві хромосоми – субметацентричні. Х-хромосоми великі за розмірами і позбавлені гетерохроматину, а У-хромосоми є найменшим елементом і складаються з гетерохроматину.

ВРХ	60	Червоний буйвол	54	Бантенг	60
Гаур	58	Азіатський буйвол	58	Як	60
Зебу	60	Карликовий буйвол	48	Гаял	50.

Різниця в наборі хромосом цих видів утруднює міжвидову гібридизацію. Нестача аутосом зумовлює загибель ембріонів, а їх надлишок – спотвореність, безпліддя. Втрата хромосом частіше зустрічається серед аутосом і рідко – серед статевих хромосом. Анеуплоїдія спостерігається у 7,6% клітин організму великої рогатої худоби, хромосомні аберації у 0,05%. Серед типів хромосомних аберацій найчастіше зустрічається транслокація. Наприклад з'єднуються центромірами перша (найбільша) і 29 (найменша) хромосоми, що утворює новий хромосомний комплекс 1/29 (робертсонівська транслокація).

Транслокації спричиняють порушення репродуктивних властивостей тварин, наприклад, у червоних та чорно-рябих порід підвищується ембріональна смертність.

У ВРХ виявлено більш 67 генетичних поліморфних систем білків і ферментів крові, молока, тканин, еритроцитів, лейкоцитів. Групи крові кожної системи успадковуються незалежно від інших систем та підкорюються законам успадкування альтернативних ознак за Г. Менделем. У ВРХ виявлено 12 систем груп крові, які об'єднують більше 100 антигенів. З існуючих груп крові

найбільш складними є системи групи *B* (більше 40 антигенів), які можуть утворювати в різних комбінаціях більше 500 алелей, *G* (більше 10 антигенів), *S* (13 антигенів). Виявлено 56 біохімічних поліморфних систем білків та ферментів які успадковуються кодомінантно тобто повна відповідність між генотипом і фенотипом. Ці показники характеризуються високою константністю в онтогенезі, не змінюються під впливом зовнішнього середовища, а також знаходяться у корелятивному зв'язку з деякими господарсько корисними ознаками.

Особливий інтерес має зв'язок генетичного поліморфізму білків з продуктивними ознаками, зокрема білків і ферментів сироватки крові.

Так, у межах червоної степової породи молочної худоби виявили п'ять типів трансферину (*AA*, *DD*, *AD*, *AE*, *DE*), що контролюються трьома алельними кодомінантними генами  $Tf^A$ ,  $Tf^D$ ,  $Tf^E$ . За типом гемоглобіну червона степова худоба характеризується лише  $HB^A$ , амілаза має три типи: *BB*, *CC* і *BC*. Останні контролюються двома алелями кодомінантних генів –  $Am^B$  і  $Am^C$ . За церуплазміном тварини характеризуються наявністю шести типів: *AA*, *BB*, *CC*, *AB*, *BC*, *AC*, які контролюються трьома алелями кодомінантних генів  $Cr^A$ ,  $Cr^B$  і  $Cr^C$ .

Для підвищення ефективності розведення в практику племінного тваринництва все більш залучаються методи імуногенетичного контролю селекційних процесів. Спадкова обумовленість імуногенетичних маркерів дозволяє опрацювати засоби і методи їх використання для аналізу і контролю динаміки племінної роботи при різних методах розведення, виявляти достовірність походження окремих тварин за батьківською й материнськими лініями тощо.

**2. Успадкування основних та додаткових ознак селекції худоби різних напрямів продуктивності.** При вивченні успадкування ряду ознак було виявлено, що деякі гени надають одночасно вплив на розвиток кількох ознак. Це явище отримало назву *плейотропії*. Дуже поширена форма взаємодії генів – *спільна дія на розвиток однієї ж і тієї ж ознаки*. Ознаки, які розвиваються при одночасному впливі на них декількох або багатьох генів, називаються *полігенними* або *полімерними*. До них відноситься більшість кількісних ознак, за якими ведуть селекцію великої рогатої худоби (молочність, жирномолочність, білковомолочність, жива маса, м'ясні якості та ін.).

*Успадкування основних якісних ознак.* Якісні ознаки не мають в скотарстві великого значення але деякі з них є



показниками породної належності. Найбільш характерні масть шкіряного покриву, розподілення пігментації то тілу, рогатість або комолість. Встановлено що чорна (*SS*) масть домінує над червоною (*ss*), а біла (*WW*) над червоною (*ww*) або чорною. Рогатість – рецесивна (*hh*) ознака, комолість – домінантна (*HH*).

**Генетичні параметри кількісних ознак.** Вивчення та оцінка генетично обумовлених кількісних ознак сильно ускладнюється через вплив цілого комплексу факторів зовнішнього середовища на їх мінливість. На рівень надою та інші ознаки селекції великої рогатої худоби великий вплив мають вік тварини, вік першого отелення, рівень і тип годівлі, фізіологічний стан та ін. У цих умовах виявляється певний рівень мінливості кількісних ознак великої рогатої худоби. Ця мінливість обумовлюється відмінностями в генотипі тварин і факторами зовнішнього середовища, що надають неоднаковий вплив на розвиток ознаки у різних особин. У зв'язку з цим ступінь мінливості надою та інших ознак неоднакова в різних стадах і популяціях великої рогатої худоби. Коефіцієнт мінливості удою корів у різних стадах коливається від 15 до 30%. Коефіцієнт мінливості вмісту білка в молоці корів різних ліній коливається від 5,8

до 9,3%, вміст жиру – від 4,5 до 8,7%. Отже, рівні варіабельності вмісту білка та жиру у молоці близькі.

Залежно від сили впливу середовища господарсько корисні ознаки діляться на високо, середньо та низько мінливі. Найвищий ступінь мінливості характерний для швидкості молоковіддач – 20-27%, надою молока – 15-25, живої маси – 10-15, середньодобового приросту 10-15%. Ознаки на які умови середовища впливають меншою мірою мають низький ступінь мінливості. До них належать вміст жиру в молоці – 5-9%, білку – 4-7, забійний вихід – 5-7%. До факторів середовища, які впливають на ступінь мінливості відносяться: рівень годівлі й технологія утримання, клімат і мікроклімат у приміщеннях, а також методи розведення, інтенсивність і напрям селекції.

*Успадкування швидкості молоковіддачі.* Встановлена висока успадковуваність форми, розміру вимені і сосків. Це також слід враховувати при складанні програм селекції, спрямованих на створення великих груп тварин, пристосованих до використання на великих механізованих фермах і комплексах.

*Успадкування маси тварин і показників екстер'єру.* Маса тварин – найважливіша селекційна ознака. У молочному скотарстві виявлено його зв'язок з рівнем

продуктивності та оплатою корму. У середньому коефіцієнт успадкованості дорівнює 0,55-0,31. Але як і за іншими ознаками, спостерігаються великі відмінності. Відзначений, також, цікавий факт збільшення коефіцієнта успадкування маси з віком тварин. Так, у корів третьої лактації він у 2,5 рази вище, ніж у первісток. Ймовірно, більш низькі показники успадкування маси молодих корів пов'язані з процесом їх зростання. До третьої лактації зростання майже закінчується і маса відображає більш повною мірою генетичний потенціал розвитку даної ознаки.

*Успадкування показників відтворювальних функцій.*

Відтворювальна здатність тварин відноситься до найважливіших ознак, яка у значній мірі визначає економічну ефективність галузі. Встановлено, що коефіцієнт успадкованості плодючості корів дуже низький. Певний інтерес являє собою вивчення успадкування деяких аномалій ембріонального розвитку. Встановлено, що багато з них пов'язані з дією генетичних факторів. Корови, що мали не менше двох мертвонароджених телят, дають дочок, у яких частота народження мертвих телят збільшується на 55%, порівняно, із середньою частотою мертвонародженості. Така ж тенденція спостерігається за успадкуванням схильності корів до абортів. Багато

показників відтворювальних функцій бугаїв, також, успадковуються.

**Повторюваність ознак.** При виявленні природи кількісних ознак, їх залежності від генетичних та паратипових факторів велике значення має вивчення повторюваності ознаки, яка свідчить про її стійкість. Коефіцієнт повторюваності, що визначається за кореляції показників у різні періоди життя, залежить від стабільності умов зовнішнього середовища, в якій перебувають тварини. Коефіцієнти повторюваності надою зменшуються при збільшенні інтервалу між порівнюваними лактаціями. Так, коефіцієнт повторюваності між надоями за першу і другу лактації дорівнює 0,68, за першу і третю – 0,58, за першу і шосту – 0,46. Встановлено, що величина повторюваності однієї і тієї ж ознаки істотно розрізняється в різних умовах. Низький показник повторюваності є сигналом значних коливань факторів середовища, а можливо, і похибок у контролі продуктивності.

**Кореляція між ознаками.** Більшість ознак, за якими ведеться селекція великої рогатої худоби, пов'язані між собою. Між деякими ознаками зв'язок не прямолінійний, а криволінійний. Вона може бути виражена лише кореляційним відношенням. Велике значення кореляційного

аналізу полягає в тому, що він дозволяє більш обгрунтовано проводити селекцію при одночасному поліпшенні тварин за багатьма ознаками.

Між показниками продуктивності худоби існують парні і множинні, фенотипові й генотипові кореляції. Наприклад із збільшенням віку першого отелення корів збільшується їх жива маса (+0,3), збільшення живої маси первісток призводить до збільшення надоїв молока (+0,4), збільшення надою сприяє зниженню в ньому вмісту жиру (-0,1).

У м'ясному скотарстві генетичні кореляції проявляються між масою молодняка при відлученні і середньодобовим приростом після відлучення (+0,46), масою при відлученні і площею м'язового вічка при забої (+0,74), приростом після відлучення і якістю туші (+0,25), товщиною шпику і типовою вагою цінних частин (-0,95).

Надій молока має високий ступінь мінливості і низький рівень успадкованості, значною мірою піддається інбридингу, при міжпородному схрещуванні його зумовлюють адитивні гени, а тому найчастіше проявляється проміжний характер успадкування. Вміст жиру і білка в молоці, навпаки, має низький ступінь мінливості й середній ступінь успадкованості. Тому на якість молока меншою мірою впливає середовище та інбридинг. Таким чином,

основними методами генетичного поліпшення є чистопородне розведення, добір та підбір за лініями та родинами, оцінка й добір плідників за якістю нащадків.

Показники м'ясної продуктивності худоби контролюються як адитивними так і не адитивними генами. Тому генетичне поліпшення можливе як при чистопородному розведенні, так і при схрещуванні де проявляється гетерозис. У м'ясному скотарстві при міжпородному схрещуванні ефект гетерозису проявляється на 4,6 – 9,8%.

У популяційній генетиці м'ясної худоби вже досить добре відомо, що на відтворення діють декілька пар рецесивних генів. Гомозиготні рецесивні організми мають низьку плодючість (деякі особини повністю стерильні).

Крім цього, досить конкретно тут використовується показник живої маси телят на час відлучення. Його успадковуваність сягає до 35%, що при спрямованому відборі протягом декількох років сприятиме поліпшенню ознаки. Від'ємна маса телят від первісток є добрий прогнозуючий показник наступних отелень. Цей показник у популяції також використовується і для оцінки рівня молочної продуктивності, молочних якостей корів, відмінностей енергій росту телят та інше.

**3. Спадкові аномалії худоби і методи їх профілактики.** Летальні і напівлетальні аномалії в основному пов'язані з переходом в гомозиготний стан мутантних рецесивних генів. Це означає, що батьки аномальних тварин є гетерозиготними носіями даних мутацій. Для того щоб шкідливі рецесивні мутації не поширювалися в конкретному стаді або породі, необхідна організація генетичного контролю (моніторингу) за проявом патології у тварин.

Покращення, насамперед, пов'язується і з генетико-селекційною роботою з випробовування тварин на наявність дефектів. Природа їх рецесивна, і батьки в середньому є носіями 1-4 рецесивних генів небажаної дії. Але рецесивні гени в м'ясному скотарстві не є небезпечні: інбридинг тут майже не зустрічається. У популяціях багатьох порід м'ясної худоби досить поширеним у всьому світі є коротконогість. Застереженням від цієї вади є запобігання схрещувань дочок і синів (батьків носіїв коротконогості) із гетерозиготами.

Залежно від причини виникнення хвороби поділяються на три групи: спадкові, спадково-середовищні, та середовищні.

1. *Причиною більшості спадкових хвороб є наявність у генотипі тварини шкідливого летального гена, який проявляє свою дію в гомозиготному стані, тобто тоді коли тварина успадковує однаковий летальний ген від матері і від батька. Спадкові хвороби проявляються у вигляді аномалій розвитку скелета, шкіри, головного мозку, органів зору, травлення, м'язової тканини, статевої і сечовивідної систем, синтезу пігментів, обміну речовин. Більшість летальних генів, що зумовлюють так звані генетичні аномалії, рецесивні і локалізуються в аутосомах, але є й домінантні. Деякі з цих генів локалізуються в Х-хромосомі і аномалії в такому випадку є зчепленими зі статтю. Інбридинг підвищує частоту прояву генетичних аномалій.*

2. *Спадково-середовищні хвороби виникають під впливом ендогенних (генотипових) і екзогенних (середовищних) факторів. Спадковість зумовлює або генетичну схильність тварини до хвороби, або ж генетичну резистентність. Такі хвороби виникають у генетично схильних організмів (наявність у генотипі відповідних генів при несприятливих умовах зовнішнього середовища, наявність в середовищі патогенного збудника, незадовільна годівля, погані умови утримання). В цю групу входить велика кількість хвороб (92% від усіх хвороб): мастит,*



туберкульоз, бруцельоз, лейкоз, ящур та ін. Для різних хвороб цієї групи характерний слабкий, середній і високий ступінь спадкової схильності, що зумовлюється цілою полігенною системою, яка в умовах тиску факторів статі, віку, умов утримання та рівня продуктивності призводить до високої мінливості показників здоров'я.

3. *Середовищні (екзогенні) хвороби*, зумовлені несприятливими факторами зовнішнього середовища, наприклад, травми, опіки, обмороження та ін. Спадкові фактори впливають лише на перебіг хвороби і можуть впливати лише на її результат.

4. **Генетика інбридингу, гетерозису і промислового схрещування у скотарстві.** Використання інбридингу в молочному скотарстві здебільшого викликає негативні наслідки, що проявляється збільшенням кількості випадків рецесивних леталей, підвищенню смертності телят та зниженню надою та кількості молочного жиру у інбредних корів.

Але інколи інбредні тварини мали відмінні передумови високої продуктивності. Що дає підставу передбачати, що розведення за лініями з використанням видатних тварин в межах породи може призвести до створення видатних ліній за продуктивністю.

*Схрещування молочної худоби.* При схрещуванні отримують деяку гетерозисну перевагу за надоєм та кількості молочного жиру, але помісі мають досить незначну перевагу за вмістом жиру в молоці або не мають її зовсім. Таким чином, з точки зору молочної продуктивності (надій та кількість молочного жиру) наслідки схрещування показують, що найбільш раціональним методом селекції на високу продуктивність є відбір та підбір чистопородних тварин. Деякі породи відрізняються високим надоєм, в той час інші – високим вмістом жиру, в такому випадку власнику товарного стада більш вигідно утримувати корів двох порід і змішувати отримане молоко.

З іншого боку якщо стадо має продуктивність середню або нижче середньої, схрещування може мати деяку перевагу. Тобто використання видатного плідника за продуктивністю може набувати більшого значення, ніж порода цього плідника.

Схрещування може мати більшу перевагу при комплексному розгляді всіх ознак, а не тільки надою та вмісту жиру, оскільки воно збільшує тривалість життя та продуктивне використання молочних корів.

*Використання інбридингу в м'ясному скотарстві.*  
Здебільшого викликає позитивні наслідки які

супроводжуються збільшенням швидкості росту, приростів живої маси. Завдяки використанню інбридингу від 20-30% фактично можна досягти такого ж ефекту селекції як і прогнозований за оцінками успадкованості, селекційному диференціалу та інтервалу між поколіннями. Таким чином, для збільшення показників м'ясної продуктивності при закритому розведенні стада з метою запобігання різко негативних дій інбридингу на першому етапі достатньо використовувати чотирьох неспоріднених бугаїв.

*Використання схрещування у м'ясному скотарстві* сприяє отриманню найбільшої живої маси телят та сприяє покращенню плодючості. Помісні телята відрізняються більш високою життєздатністю. Ряд схрещувань у межах різних популяцій м'ясних порід свідчить про вагоме покращення нащадків за загальною продуктивністю. Тут мали місце ангуська, герефордська, шортгорнська й шаролезька породи. За результатами заплідненості, ембріональної життєздатності, виживаності новонароджених і збереженню телят до їх відлучення від матері визначають найкращі міжпородні сполучення.

При схрещуванні європейських порід із породами м'ясного напрямку продуктивності США – заплідненість зростала на 10,1%, порівняно, з чистопородним

розведенням.

Виробничі матеріали свідчать, що при одержанні від чистопородних корів помісних телят середня народжуваність на 5,2% перевищувала чистопородних. Це пояснюється високою життєздатністю помісних тварин. Останні ростуть скоріше і мають на 5% вищу ефективність використання корму. Гетерозис, також, впливає на кількість і якість м'яса. Тут добре відомі помісі багатьох англійських порід із брамінською породою та різних молочних порід. Останні особливо відокремлюються, оскільки молочні й м'ясні породи сильно різняться своїми генотипами.

Молочні корови, покриті бугаями м'ясних порід, дають гібридів з високою масою й плодючістю. Помісні телята більш життєздатні у віці до відлучення, ніж чистопородні. Помісні корови-матері краще виховують телят. Більш висока маса тварин до відлученого періоду обумовлює високу масу і до кінця періоду відгодівлі. Значне покращення ознак м'ясності в популяціях досягається шляхом внутрішньопородної селекції у чистопородних стадах.

Тому селекційну роботу з племінними стадами слід визначати за обома батьками, які переважають за основними господарсько корисними ознаками. З такою

метою пропонується програма для чистопородних тварин м'ясного напрямку продуктивності. У селекції м'ясної худоби більше підбирають тварин за декількома ознаками: маса тіла, бальна оцінка на час відлучення, середньодобовий приріст маси, кількість днів, необхідних для завершення відгодівлі, кількість кормів на одиницю приросту та показник витрат на утримання. Прогрес тут визначено за декількома селекційними індексами.

Сьогодні в Україні імпортовано декілька порід м'ясного напрямку продуктивності і такі з них як лімузинська, симентальська, мен-анжу вже зайняли гідне місце в генетико-селекційній роботі.

## Лекція № 2

### План

#### **Основні принципи генетики в селекції коней**

1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування коней
2. Основні та додаткові ознаки селекції коней та характер їх успадкування
3. Генетика масті коней
4. Спадкові аномалії коней і методи їх профілактики
5. Генетика інбридингу і гетерозису в конярстві

**1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування коней.** З давніх часів одомашнені коні, як вид зазнали за період тисячоліть суттєвих змін екстер'єру, форми й розмірів тіла, габітусу, ваги, гами забарвлення волосяного покриву, типів крові, білків, конституції, нервової діяльності й поведінки. Альтернативні і комплексні ознаки в багатовіковій селекції легко піддавалися тисковій відбору й удосконалювалися в процесі селекції. Таким поступовим, але однонаправленим шляхом прийшов досвід, позначилася генетична база і перспектива не однієї популяції. Сьогодні в розпорядженні селекціонерів цілий банк різноманітної сперми, ембріонів і живих коней, що допомагають покращити продуктивність і тип популяції.

Разом із тим, будь-які генетико-селекційні методи

удосконалення сучасних порід коней ведуться з урахуванням господарсько-біологічних властивостей цих тварин:

- мала плодючість (одноплідність) і повільна зміна генерацій – близько 10 років;
- досить тривала можливість господарського й племінного використання коней – до 20-річного віку;
- мала частка племінного ядра порівняно з загальною чисельністю популяції;
- висока індивідуальна цінність тварин.

У соматичних клітинах тварин 64 хромосоми (62A+♀-XX або ♂-XY). 36 аутосом і Y-хромосома є акроцентричними, 20 аутосом і X-хромосома є субметацентричними та 6 аутосом – метацентричні.

Набір хромосом диких родичів та предків коней

Кінь Преживальського	62	Домашній віслук	62
Монгольський віслук	56	Капська зебра	32
Персидський віслук	56	Сомалійська зебра	46
Домашній кінь	64	Африканська зебра	44

Встановлена наявність делецій, інверсій і транслокацій у каріотипах безплідних кобил й жеребців. Частота спонтанних аберацій за ствердженнями досягає 5%. Аномалії у вигляді полумок плечей хромосом зустрічаються

у коней доволі часто. Транслокації знайдені між 4-ю та 13-ю і 13-ю та 4-ю хромосомами. Відмічаються випадки транслокацій між статевими X-хромосомами. У коней виявлені інтерсекси, у яких встановлені ознаки обох статей у вигляді наявності вульви та тестикулів. Каріотип інтерсексів порушений, в клітинах тестикулів знаходяться такі сполучення статевих хромосом: (63XO/64XX; 63X0/64XY) за статевими хромосомами чи анеуплоїдії, як, наприклад, тип 63X0. Такі безплідні кобили мають аномально розвинуті вторинні статеві ознаки. Разом із тим, до сих пір не встановлено зв'язку різноманітності структурних особливостей хромосом із працездатністю.

У коней виявлено 15 поліморфних систем білків і ферментів як у сироватці, так і в еритроцитах, а також 9 систем груп крові. У практиці найчастіше контроль ведеться за трьома поліморфними системами білків –альбумін (*AI*), трансферин (*TI*) і естераза (*E*), тоді як із генетичних систем груп крові – це *A*, *C*, *D*, *P*, *K*, *Q*, *U*. Головним чином, використання цих систем ведеться для підтвердження й контролю походження, для маркування структурних елементів породи – ліній та родин, для створення генофондових карт популяцій, для супутньої й ранньої оцінки й прогнозування працездатності коней, параметрів



плодючості та ін.

Встановлений взаємозв'язок імуногенетичних показників з працездатністю, відтворною функцією, а також з наявністю імунологічної сумісності або не сумісності тварин при підборі для спаровування. При підборі батьків досягається більш висока гетерозиготність потомства за трансферином, це призводить до підвищення заплідненості кобил. Висока скакова працездатність виявлена у коней які мають гетерозиготні комплексні генотипи за локусами трансферину, альбуміну і естерази.

**2. Основні та додаткові ознаки селекції коней та характер їх успадкування. Основні кількісні ознаки – працездатність – швидкість бігу або сила тяги при перевезенні вантажів, спритність.**

Спритність – це ознака полігенна і поліфенна, вона складається з декількох фізіологічних і нервових якостей, анатомічних рис і морфології (структури). Спритність поступово, з послідовним включенням генів генетичних програм формується в онтогенезі. Успадковуваність спритності досить висока – 35%. Таким чином, відбір і підбір батьківських високошвидкісних пар має сприяти народженню нащадків із більшою спритністю. Однією із невдач ефективного відбору за спритністю є те, що не

завжди проводиться тренінг і випробовування всього молодняку (кобил і жеребців) із метою визначення їх швидкості на дистанції.

Швидкість рисаків на дистанціях знаходиться під впливом адитивної дії генів і для її покращення на скачках у коней потрібно спаровувати тільки кращих із кращими тваринами. Високих спортивних показників досягають, як правило, ті тварини, які мають правильну будову тіла й екстер'єру. Коли від тварин вимагають швидкості й спритності, селекціонер звертає увагу на м'язи й кістяк, кінцівки й спину, голову й хвіст.

Працездатність обумовлена багатьма показниками кожен з яких має складний полігенний характер успадкування. Працездатність визначається спритністю коней, витривалістю та екстер'єром. Між працездатністю і цими показниками у чистокровної верхової породи коней виявлена висока позитивна кореляція – до 0,633. Скаковий клас який відображає працездатність характеризується низьким рівнем коефіцієнту успадкування в середньому  $h^2 = 0,085$ . Коефіцієнт успадкування плодючості у тварин будь-яких порід дуже низький – 0,01-0,02. Дуже низький коефіцієнт успадкування і жвавості у рисистих і чистокровних верхових коней. Це, звичайно означає, що ці

найважливіші господарські ознаки обумовлені спадковістю і при їх вдосконаленні необхідно застосовувати не масовий відбір і підбір, а методичний індивідуальний.

Одна з найважливіших ознак – відтворення. Малий вихід лошат, пов'язаний з подовженим естральним періодом, що в середньому складає 5-6 діб. Овуляція у кобил проходить, як правило, за один, два дні до закінчення еструсу. Термін злучки, щодо овуляції має велике біологічне значення внаслідок короткого життя гамет у статевих шляхах кобили. Звичайно, що до виходу або після несвоєчасного виходу з яєчника яйцеклітин, запліднення не відбудеться. Тому селекція за показниками плодючості коней стала малоефективною. Для оптимального росту репродукції, звичайно, не слід нехтувати при високому генофонді популяцій раціональною годівлею, своєчасним лікуванням і зоотехнічною культурою утримання й використання коней. У разі безумовного визначення генетичної природи безпліддя (гамети, зиготи, ембріони, плоди, новонароджені) потрібно досліджувати родоводи батьків – їх цитокаріологію, пенетрантність і експресивність факторів аномалій відтворення.

Виявити закономірності успадкування особливостей екстер'єру вкрай складно, оскільки на їх розвиток дуже

сильно впливають середовище, умови вирощування молодняку. При несприятливих умовах у коней порушується нормальна функція спадкових задатків, в результаті формуються коні великоголові і грубоголові, з короткими тонкими шиями, з недостатньо розвиненим корпусом (укорочені, з невеликим обхватом грудей), зі звислим крупом, вузькими грудьми, розмітом ніг, зближенням у скакальних суглобах, з погано розвиненими суглобами, схильними до різного роду розрощень. При задовільних умовах вирощування молодняку коней виявлені закономірності успадкування деяких особливостей статури у коней:

1. Сильно виражені щітки домінують над слабо вираженими. Розвиток щіток визначається кількома факторами неповного домінування.

2. При схрещуванні коней крокових порід з кіньми швидкоалюрних порід виявляється неповне домінування ознак ваговозів, а саме: помісі, як правило, мають грубу голову, масивний корпус, часто роздвоєний круп, коротку м'ясисту шию; широкотілість, виражена відносно обхвату грудей до висоти в холці, домінує над вузькотілістю. Однак такий тип успадкування можна спостерігати тільки в тому випадку, коли матері належать до ваговозів, а батьки – до

швидкоалюрних порід. При реципрокному схрещуванні, тобто коли матері вузькотілі, а батьки широкотілі, такої чіткої закономірності не спостерігається. У цьому випадку виявляється переважний вплив материнського організму, посилене впливом фактора домінування пристосованого типу. У всіх випадках спостерігається домінування довгоногих над коротконогими.

3. Розміри тварин (висота в холці, обхват грудей, вага) відносяться до категорії кількісних ознак. У коней вони успадковуються за проміжним типом. Розміри нащадків у масі відповідають середнім розмірам батьків. Відхилення в той чи інший бік може бути незначним за рахунок неповного домінування широкотілого типу й довгоногості, а також домінування пристосованого типу та впливу материнського організму. Навіть при схрещуванні кобили поні з жеребцем породи шайр потомство має приблизно проміжні розміри.

**Успадкування алюрів.** Кінь як робоча тварина поряд з іншими ознаками оцінюється і за якістю алюрів. Найбільш продуктивний низький хід, який обумовлений анатомічною можливістю більшого розкриття кутів суглобів, більш раціональним співвідношенням довжини кісток кінцівок, а отже, і великим виносом ноги. Довга косо поставлена

лопатка (плече), довга, під невеликим кутом до горизонту поставлена плечова кістка, довге передпліччя і коротка п'ясть створюють найбільш раціональну побудова важелів передньої ноги. Довга гомілка і коротка плюсна сприяють виносу ніг тазового пояса. Анатомічні особливості будови скелета кінцівок безсумнівно успадковуються, і необхідність вести відбір і підбір і за цими ознаками очевидна. У практиці рисистого кіннозаводства чітко розрізняють два швидких алюри – рись і інохідь. Найбільш розвинене розведення інохідця в кіннозаводстві США. Там серед стандартбредної породи коней відбувається розведення без суворого розмежування на рисаків і інохідців, і з кожним роком відсоток інохідця у породі збільшується.

Серед американських стандартбредних коней є коні «подвійного алюру», здатні успішно бігти і риссю і інохіддю (звичайно, після спеціального тренінгу при переході з одного алюру на інший). Рекорди таких коней хоча і досить високі, проте не досягають рекордів одноалюрних коней. Двохалюрних коней небагато.

З даних, отриманих на величезній кількості матеріалу, можна зробити висновок, що така ознака, як інохідь, обумовлена простим однофакторним рецесивним

завдатком, а рись – домінантним, також однофакторним. Збільшення в американській породі кількості інохідців відбувається внаслідок штучного відбору, оскільки для іподромної експлуатації вони більш зручні, більш жваві і менш схильні до збоїв.

**3. Генетика масті коней.** Масть – якісна ознака тварини, яка легко реєструється та розпізнається. Масть також не є надбанням генофонду породи, але спостерігається багато типів забарвлення, які можна ототожнювати з модифікаціями. Генетична природа фенів забарвлення вивчена не повно, і те, що вони складають епістатичний ряд, мабуть, не достатнє для визначення статистичної ймовірності розщеплень у нащадків.

**Масть** тварин, тобто здатність виробляти пігмент є певним маркером деяких генетичних характеристик. Встановлено, що коні тільки сірої масті, особливо, ті які рано біліють страждають злоякісними захворюваннями – меланосаркомою або чорновиками. Відмічається знижена плодючість у сірих коней Фридериксборгського заводу. У коней сірих мастей спостерігається підвищена чутливість до деяких кормів. Наприклад, при поїданні гречаної соломи у них з'являються висипи по всьому корпусу. Кінцівки з

білими відмітинами у коней частіше уражаються мокрецьями.

Відносно успадкування мастей існує дві теорії. Згідно першої всі масті коней зведені в так званий епістатичний (підпорядкований) ряд. Тобто, дія однієї алельної пари генів мастей пригнічується геном неалельної їм пари. Але і епістатичний ген (пригнічуючий) не може проявитися за відсутності певного комплексу гіпостатичних пригнічуємих задатків. Таким чином, в даному випадку спостерігається не проста домінантність ознаки, а особлива взаємодія неалельних генів.

Згідно цієї теорії першою в епістатичному ряді є сіра масть, друга руда, потім ворона. Вона не може утворюватися без пігменту і тому епістатична (підпорядкована) по відношенню до рудої масті.

Згідно другої теорії (Касла), у всіх коней є ген *C* – домінантний, який відповідає за утворення пігменту. Другий ген *B* – діє на утворення чорного пігменту. Третій ген *A* (ген агуті) – розподіляє чорний пігмент, тобто, ген забарвлення диких тварин; четвертий ген *E* – керує розподіл коричневого пігменту гнідої, рудої, вороної. П'ятий ген *D* (ген розбавлення). Згідно цієї теорії різні



поєднання Генів *A*, *B*, *C*, *D* утворюють всі відомі масті коней.

**4. Спадкові аномалії коней і методи їх профілактики.** Забруднення навколишнього середовища призводить до значного нагромадження пестицидів у кормах домашніх тварин. Це впливає на швидкість мутаційного процесу надійність клітинного диференціювання і призводить до збільшення кількості хвороб, які передаються спадково, та вад розвитку. У коней виявлені спадкові дефекти які обумовлені летальними генами, які викликають загибель тварини на різних стадіях росту та розвитку. До них відносяться – крива шия, відсутність передніх кінцівок або їх деформація, повна відсутність волосся, часткова відсутність шкіри, непрохідність прямої кишки, атаксія лошат (судороги та параліч). Лошата які є носіями цих генів народжуються або мертвими або гинуть в перші дні життя. Кожний з летальних дефектів обумовлений одним рецесивним геном який проявляє свою дію в гомозиготному стані.

Більш часто у коней зустрічаються нелетальні спадкові дефекти такі як вкорочена нижня, а інколи верхня щелепа, відсутність райдужної оболонки ока, плоске копито, ярко виражена коротконогість.

Нелетальні дефекти, також, обумовлені одним рецесивним геном який проявляє свою дію в гомозиготному стані.

Вважаються спадковими такі вади екстер'єру, як курба, жабка, шпат і рорер. Успадкування цих вад здійснюється складним полігенним шляхом.

Так, коні з вагою *шпат* не народжуються. Вона з'являється у віці 1-1,5 роки і старше внаслідок перенапруги скакальних суглобів і порушення цілісності суглобових поверхонь. Слабкість сухожильно-зв'язкового апарату, несприятлива механічна будова суглобів і кінцівок тазового пояса, неміцність кістяка сприяють розвитку пороку. Шпат частіше зустрічається у коней сирої (рихлої) конституції, схильних до кісткових розрощень, з неправильною будовою скакального суглоба.

Аналогічно успадковується і така вада, як *жабка*.

*Курба* – вада сухожильно-зв'язкового апарату. Успадковується вона у вигляді схильності; частіше спостерігається у коней недорозвинених, з іксоподібною постановою і шаблестістю задніх кінцівок, при слабо розвинених і сирих скакальних суглобах. Курба у коня ознака загальної слабкості сухожилів і зв'язок.

Даних про успадкування вади *rorer*, або свистячої задухи, у коней немає, оскільки ця вада зустрічається не часто і зазвичай у «Хрипунів» які не використовуються для відтворення.

### **5. Генетика інбридингу і гетерозису в конярстві.**

Різні підприємства з розведення коней в Україні керуються певними селекційними ідеалами тварин у певній популяції, лінії чи породі. Конструювання типу коней для виконання специфічних завдань – справа десятків років. Схрещування двох чи більшої кількості неспоріднених порід сприяє невеликому гетерозису спритності тварин. На ці ознаки впливають неадитивні гени так само, як і адитивні.

Селекція в конярстві, особливо у чистопородних популяціях, певною мірою здійснювалася з використанням інбридингу. Матеріали його дії доводять позитивний вплив на удосконалення, наприклад, чистокровної англійської породи. Середній коефіцієнт інбридингу коней, що вигравали призи на змаганнях, складав 8,23%, а тих, що програвали, – 8,0%. Таким чином, суттєвої різниці між цими двома групами за ступенем інбридингу не було. Здається, що інбридинг має незначний вплив на генетичну структуру породи коней. Останні дослідження показують, що інбридинг викликає помітне зниження спритності, що є

похідною погіршення витривалості й життєздатності у інбредних коней. Стосовно імпортованих тварин такі результати вимагають обов'язкового слідкування за їх родоходом у тих країнах, звідки вони походять. У деяких випадках, особливо, коли потрібна краса будови тіла, інбридинг і лінійне розведення мають справді велике значення. Наприклад, досить ймовірно скласти заводські лінії, в яких підтримувалася б спорідненість із будь-яким видатним жеребцем породи при мінімальному інбридингу. Якщо сформувати декілька таких ліній, то шляхом їх схрещування можливо отримати більший відсоток бажаних тварин. У разі, якщо особини в лініях самі не є видатними призерами, вони будуть вільно передавати якості породи порівняно з неінбредними. Нащадки від міжлінійного схрещування повинні мати високу витривалість і життєздатність завдяки інбридингу. Тривале використання ліній у популяційно-селекційній роботі повинно сприяти збільшенню відсотка призерів.

## Лекція № 3

### План

#### Основні принципи генетики в селекції свиней

1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування свиней.
2. Основні та додаткові ознаки селекції свиней та характер їх успадкування.
3. Спадкові аномалії свиней та методи їх профілактики.
4. Генетика інбридингу, гетерозису і промислового схрещування у свинарстві.

**1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування свиней.** В Україні використовують близько 50 порід і породних груп свиней, працюють більше 50 підприємств із племінної справи й штучного осіменіння цих тварин. Разом із тим, світова чисельність породного складу свиней сягає понад 100 найменувань, а разом зі зникаючими й малочисельними породами можна нарахувати й до 400. Попит ринку останніх 20-30 років усе більше зумовлює розведення популяцій і порід свиней м'ясного типу, що примушує виробника до використання м'ясного або м'ясо-сального типів. Результати відбору тварин за ознаками м'ясного типу (на основі систематичної селекції) свідчать про високий генетичний потенціал майже кожної породи щодо високої

м'ясної продуктивності тварин.

Каріотип свиней: у соматичних клітинах тварин 38 хромосом, із яких 7 (1-7) аутосоми субметацентрики, 5 (8-12) – метацентрики, 6 (13-18) – акроцентрики. Статева хромосома X є метацентриком, а Y-найменшим метацентриком. 8-а і 10-а пари хромосом мають нуклеоллярні організатори. У 73% диких свиней нараховується 36 хромосом, а у 27% – 37. 82% свиней великої білої породи мають 38 хромосом, у той час як миргородська – 77,1%, ландрас – 75,5%, п'єстрен – 96,2%.

У деяких європейських свиней є 36 хромосом. При паруванні дикого європейського кабана з домашніми свинями нащадки мають 37 хромосом.

У свиней виявлено просторове розташування гомологічних хромосом ядра. Воно супроводжується соматичним кросинговером несестринських хроматид, який призводить до явища мозаїцизму. Соматичний мозаїцизм проявляється у пігментації волосся та шкіри свиней. Відомо, що однорідне біле забарвлення свиней типове й обумовлено геном *I*. Генотип більшості свиней за цією ознакою *II*, тобто біле забарвлення домінує над чорним, сірим, строкатим (*ii*), типовим для деяких інших порід. Гібриди від схрещування чорних і білих тварин мають білу

масть (*li*), але у частини тварин у першому і в 2-му поколіннях спостерігаються поодинокі дрібні чорні плями, які є наслідком соматичного мозаїцизму.

У середньоазіатських і європейських диких свиней каріотип відмінний від каріотипу домашньої свині, і має  $2n=36$ , а не 38 хромосом. Знання відмінностей каріотипу набуває великого практичного значення при схрещуванні домашніх свинок з кабанами диких форм. Дуже часто таке схрещування призводить до гетерозисного ефекту у нащадків, який обумовлюється підвищеною життєздатністю і продуктивністю, при цьому м'ясо тварин виходить більш пісним, а значить і більш дорогим. Гібридні кнури відрізняються високою відтворною функцією протягом багатьох років. Забезпечується це заміщенням деяких хромосом домашньої свині хромосомами дикого кабана в результаті схрещування. При цьому відбувається транслокація Робертсонівського типу, коли хромосома однієї пари приєднуються до центромери іншої пари.

У різних породах свиней встановлено поширення реципрокних транслокацій хромосом. Виявлено 16 різних варіантів цього типу аберацій. Для більшості з них встановлений різко виражений негативний вплив на плодючість тварин).

Набула розвитку й методика імуногенетичної оцінки свиней, а також використання явища поліморфізму білків. На сьогодні вивченими є 17 груп крові із загальним складом їх у понад 80 еритроцитарних антигенних факторів, а найбільший поліморфізм встановлено в системах *E*, *H*, *K*, *I* та *M*. Антигенні системи *H* і *A* визначають чутливість поросят до стресового синдрому. Гомозиготні за геном *He* свині виявилися більш чутливими до стресового фактору (*RSS*). Важкі захворювання свиней геморагічним діатезом пов'язані з *H* системою груп крові, захворювання на злякисну гіпертермією (*MHS*) обумовлено гомозиготністю тварин за алелем *BB* локусу *PHI* і антигеном *Ha* систем груп крові. Встановлено підвищену стійкість свиней до інфекційного атрофічного риніту і паратифу, обумовлених локусом *A*

З 26 електрофоретичних систем білків й ферментів, що вміщують більше ніж 75, їх фенотипічні варіації використовуються як маркери ознак та властивостей з метою ранньої діагностики майбутньої продуктивності тварин. А також, для контролю певних рис у структурі породи, популяції.

На відтворювальні здатності свиней впливає стан гомо-і гетерозиготності комплексного генотипу свиней за декількома локусами, а саме за 7 локусами еритроцитарних



систем ( $A, D, E, G, H, K, L$ ) і трьом локусам білків сироватки крові ( $Tf$  (трансферин),  $Am$  (амілаза),  $Cr$  (церулоплазмін)).

**2. Основні та додаткові ознаки селекції свиней та характер їх успадкування.** Сучасна селекція тварин у галузі ведеться як за кількісними, так і якісними ознаками. Їх типи успадкування і генної обумовленості є й предметом популяційної генетики. Фенотиповий прояв таких ознак залежить як від генотипу, так і умов утримання. Більшість кількісних ознак свиней має полігенний тип успадкування. За ступенем генетичної обумовленості та мінливості під дією факторів середовища основні селекційні ознаки свиней суттєво відрізняються між собою. Коефіцієнти повторюваності ознак свиноматок за різні опороси виявляються доволі високими, особливо за живою масою, молочністю, середній масі поросят у віці двох місяців.

Низькі значення успадкування мають ознаки, що визначають відтворювальні здатності свиней; середньодобовий приріст і оплата корму характеризуються більш високими значеннями  $h^2$ . Ознаки м'ясних якостей, такі як довжина туші і вміст у ній м'яса, частка окостів і площа «м'язового вічка», мають достатньо високі

коефіцієнти успадкування, отже, масова селекція за цими ознаками більш успішна.

У свиней вивчені корелятивні зв'язки між різними ознаками. Так, позитивні зв'язки виявлені між живою масою свиней і товщиною шпику ( $r = 0,6$ ), молочністю свиноматок і багатоплідністю ( $r = 0,3-0,4$ ), живою масою і промірами тварин ( $r = 0,7-0,9$ ). Негативними зв'язками характеризуються наступні ознаки: багатоплідність і великоплідність поросят ( $r = -0,3$ ), середньодобовий приріст і оплата корму продукцією ( $r = -, 05-0,7$ ), вміст м'яса і сала в туші ( $r = -0,7$ ) та інші.

*Генетика відтворної функції.* Важливою селекційною ознакою є відтворювальна здатність свиней. Вважається, що найгіршим показником при оцінці репродуктивних якостей свиноматок є величина інтервалу між опоросами рівна 244 дням або 1,5 опоросу за рік. Середній показник репродуктивності – 178 днів, або 2 опороси за рік. Показник інтенсивної репродукції – інтервал в 144 дні, який дозволяє отримати від свиноматки 2,6 опороси, тобто близько 30 поросят на рік. Важливим популяційним показником слугує коефіцієнт багатоплідності свиней, або коефіцієнт ефекту селекції на багатоплідність, який визначають за формулою  $R=sd*h^2$ .

Підвищити фактичну багатоплідність можна за рахунок використання можливостей свиней, оскільки в яєчнику одночасно дозріває яйцеклітин більше ніж їх заплідненість. Серед нормально розвинутих яйцеклітин заплідненість тільки біля 95%, що може бути обумовлено низькою якістю гамет кнура. Крім того 60-70% яйцеклітин в силу різних причин залишаються незаплідненими. Збільшення плодючості свиноматок досягається при покритті їх двома не спорідненими кнурами поспіль. Підвищення багатоплідності свиней в перспективі є глобальною проблемою, яка передбачає доведення багатоплідності до 20 поросят за опорос. Існуючий рівень багатоплідності який обумовлений адитивною дією генів, підвищити важко. В зв'язку з чим необхідно в селекції використовувати неадитивну обумовленість цієї ознаки.

Для підвищення збереження потомства важливе значення має молочність свиноматок, причому звертається увага на генетичну оцінку не тільки молочності як такої, а й на число сосків у матері. Свиноматки і кнури, у яких менше 10 сосків вважаються неповноцінними і не придатними для використання. Неповноцінною ознакою є також, кратерність сосків свиней, ця ознака має рецесивний тип

успадкування, що необхідно враховувати в селекційній роботі зі свинями.

**3. Спадкові аномалії свиней та методи їх профілактики.** У свиней описано понад 60 аномалій, які зачіпають їх морфологічну будову і ряд функцій. Багато з них призводять до летального результату. У популяціях свиней частота вроджених аномалій становить 1-1,4%, проте в деяких стадах і у нащадків окремих плідників частота спадкових аномалій може бути у кілька разів вище.

З аномалій у свиней найчастіше реєструються: мозкова грижа, полідактилія, розщеплення піднебіння, крипторхізм, гідроцефалія, альбінізм, кратерність сосків та інші. Типовою спадковою аномалією у свиней є крипторхізм. Цей дефект пов'язаний з неопущенням одного або обох сім'яників у мошонку. В результаті порушується процес сперматогенезу і кнури виявляються частково або повністю безплідними. За даними Фрідіна і Ньюмена, в Канаді одно- і двосторонній крипторхізм спостерігається щорічно у 1-2% всіх кнурців, що надходять на ринок.

Наявність кратерних сосків – також серйозний дефект у свиноматок, оскільки поросята не отримують з них молока. Число кратерних сосків у свиноматок коливається від одного до восьми. Поросята, яким дісталися кратерні соски,

гинуть. Ця ознака зумовлена одним аутосомно-рецесивним геном. Носіїв таких генів вибраковуюють.

**4. Генетика інбридингу, гетерозису і промислового схрещування у свинарстві.** Комбінативна мінливість виникає при паруванні особин з різними спадковими властивостями. Досягають цього частіше при міжвидовій гібридизації, міжпородному схрещуванні і при паруванні особин з контрастними властивостями при чистопородному розведенні.

З метою одержання комбінативної мінливості міжвидовою гібридизацією створено – гібрид дикого середньоазіатського кабана з великою білою та кемеровською породами свиней (семиричинська порода).

Для оцінки комбінаційної здатності – селекцію проводять за кількома ознаками, які мають різний характер успадкування. Система добору та підбору повинна бути спрямована на те, щоб підсилити дію адитивних генів за високо успадкованими ознаками при чистопородному або лінійному розведенні, а для одержання ефекту гетерозису слід проводити схрещування цих ліній. При істотній дії неадитивних генів селекція може бути спрямована на використання ефекту гетерозису. Досягають цього при схрещуванні поєднання між собою ліній або порід у

свинарстві за ознаками, що успадковуються погано і контролюються в основному неадитивними генами.

Першим етапом такої роботи є створення кількох інбредних ліній шляхом спорідненого розведення. Наступний етап – це перевірка створених ліній на поєднуваність, тобто виявлення комбінацій кросу ліній, при яких одержують найбільш продуктивне потомство.

Оцінку проводять за селекційними індексами – виділяють три групи селекційних індексів.

- До першої входять індекси, які включають тільки репродуктивні якості свиноматок;
- До другої – індекси з використанням відгодівельних показників молодняку;
- До третьої - об'єднані індекси, які включають забійні і м'ясо-сальні якості свиней.

При умові забезпечення сприятливих умов середовища найдоцільнішим з практичної точки зору є застосування інбридингу для виведення гомозиготних ліній у свинарстві з метою створення високопродуктивних гібридів.

Ефект гетерозису можна визначити шляхом порівняння рівня продуктивності помісних і чистопородних тварин. З генетичної точки зору більш доцільно оцінювати ефект гетерозису є порівняння середньої продуктивності

потомства  $F_1$  із середньою продуктивністю батьків. Якщо на ознаку істотно впливає неадитивна дія генів, то середня  $F_2$  не збігається із середньою батьків, а виявляється вищою або нижчою від неї.

Гетерозис зумовлюється гетерозиготністю генів, які проявляють неадитивну дію (домінування, наддомінування, епістаз).

## Лекція № 4

### Основні принципи генетики в селекції овець

#### План

1. **Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування овець.**
2. **Основні та додаткові ознаки селекції овець та характер їх успадкування.**
3. **Генетика масті овець.**
4. **Спадкові аномалії овець і методи їх профілактики.**
5. **Генетика інбридингу, гетерозису і промислового схрещування у вівчарстві.**

**1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування овець.** Вівчарство порівняно до інших галузей тваринництва є найбагатопрофільнішою. Наявність великої кількості порід різного напрямку продуктивності й типу вовнового покриву забезпечує не тільки одержання різноманітної продукції, але й дозволяє ефективно організовувати селекційну роботу на підставі гетерогенності у породних ресурсах. У поєднанні з такими видовими характеристиками, як багатоплідність та відносно короткий генераційний інтервал вівці стають цінним об'єктом досліджень для генетиків.

В соматичних клітинах тварин 54 хромосоми (52A+XX або XY), серед яких 3 пари великих метацентриків і 23 пари акроцентриків. X-хромосома є найбільший акроцентрик, а У-хромосома – найменший субметацентрик. Для овець



встановлена наявність спонтанної анеуплоїдії, частота якої корелює з віком і таким чином, що найбільший її рівень (біля 19%) характерний для новонароджених ягнят, в той час коли до 2-3 років частота аберацій зменшується до 14%, але у 6-7 років знов досягає рівня новонароджених. Поряд з анеуплоїдією для овець характерне порушення каріотипу типу поліплоїдії. Частота поліплоїдних клітин у овець коливається від 0,53 до 1,36%, що значно вище, ніж у ВРХ (0,11%) і менше ніж у свиней (1,7-2,7%). Для овець як і для інших видів тварин характерна наявність структурної перебудови хромосом. Найчастіше зустрічаються транслокації робертсонівського типу (1,16%) які утворюються за рахунок центричних з'єднань акроцентриків різних пар. З віком у овець збільшується частота робертсонівських транслокацій, що супроводжуються аномаліями відтворної функції у вигляді порушень процесу сперматогенезу, утворюються аномальні спермії. Поширеним є і явище фримартинізму при народженні різностатевих двійнят. Це інтерсексуалізм, він пов'язаний з химеризмом типу XX/XU майже у всіх клітинах каріотипу 52A+XX. Спостерігаються мозаїки типу XX/XXU або XX/XUU. А у баранів із каріотипом  $2n=52A+XXU$  викликається тотальна азоспермія.

**Поліморфізм груп крові.** У овець описано 16 генетичних систем груп крові, які контролюються 89 алелями. Найбільша генетична різноманітність спостерігається у системі *B*, де виявлено 60 алелів. У системі *M* передбачається існування четвертого алеля, тісно пов'язаного з рівнем калію в еритроцитах крові. Найвищий вміст калію в крові овець з генотипом *MaMa* системи *M*, каракульські вівці менш схильні до захворювання хабертіозу, тому що гельмінти цього виду чутливі до високого вмісту калію в організмі.

Виявлено генетичний поліморфізм по 26 системах білків та ферментів овець. Найбільш вивчені є поліморфні системи гемоглобіну та трансферину. Встановлено існування зв'язку між типами гемоглобіну та трансферину і стійкістю проти захворювань та адаптивною цінністю овець. Так, наприклад, більш резистентні проти гемонхозу вівці породи ромні-марш з типом гемоглобіну *A*, а проти лептоспірозу – з типом *AB*. Шотландські чорноголові вівці з гемоглобіном *A* значно стійкіші проти нематод, ніж вівці з гемоглобіном *B*. Вивчення зв'язку типу трансферину з відтворною функцією у овець показало, що гетерозиготні за трансферином вівцематки мають підвищену заплідненість порівняно з гомозиготними.

**2. Основні та додаткові ознаки селекції овець та характер їх успадкування.** *Кількісні ознаки:* настриг вовни, вихід чистої вовни, довжина й тонина волокна, густина вовни, плодючість, жива маса. Кількісні ознаки за своєю генетичною природою є полігенними і формуються в онтогенезі у результаті складної взаємодії багатьох генів у відповідних умовах середовища. Успадкування кількісних ознак більш складне явище. Такі важливі ознаки, як маса, настриг вовни, молочність, плодючість обумовлені будовою багатьох тканин і органів тварини. Складність аналізу їх успадкування пояснюється неможливістю розмежування на окремі категорії, які б розрізнялися за значимістю. Вони утворюють безперервний ряд мінливості, що можна пояснити особливостями їх генетичної природи та впливом факторів зовнішнього середовища. Складні процеси взаємодії генів, а також всього генотипу із середовищем обумовлюють високу фенотипову мінливість ознак у популяції тварин, що ускладнює аналіз успадкування кількісних ознак. Властивим для них є полігенний характер успадкування і неможливо виділити ефект окремих генів. Тому для характеристики популяції за такими ознаками використовують статистичні прийоми і методи. Кількісні ознаки належать до групи елементарних показників

продуктивності і селекційна робота щодо їх удосконалення повинна базуватися на знаннях спадкового онтогенетичного механізму їх формування. При цьому слід враховувати, що селекцію слід здійснювати за двома групами ознак: кількісними і якісними.

Вищі коефіцієнти успадкованості мають показники вовнової продуктивності (0,20-0,38) та відгодівельні і м'ясні якості (0,30-0,35). Для показників відтворної здатності характерний низький ступінь успадкованості (0,1). Різні показники коефіцієнта успадкованості зумовлені породою овець, індивідуальними особливостями тварин, умовами середовища. Проте всі показники живої маси овець протягом онтогенезу, більшою мірою залежать від умов середовища. Показники вовнової продуктивності більше пов'язані з кількістю волокон у руні, яке зумовлене переважно генотиповими факторами.

*Якісні ознаки:* масть овець, а у смушкових порід – забарвлення, форма і тип завитків.

**3. Генетика масті овець.** Головною якісною ознакою овець є масть, а у смушкових порід (каракульська, сокольська) – забарвлення, форма та тип завитка. У переважній більшості порід овець чорне забарвлення домінує. Винятком цього є лише домінування сірого

забарвлення ширазі і білого самаркандського типу над чорним. Найбільш складна спадкова обумовленість пігментації каракульських овець, яка проявляється в наявності у них чорного, сірого, коричневого, білого рожевого забарвлення волосяного покриву ягнят. Вагомий внесок у вивченні даного питання зробив Н.С. Гігінейшвілі, який створив нові типи забарвлення у каракульських овець.

Забарвлення вовни у овець залежить на думку Н.С.Гігінейшвілі від:

- структури волосяного покриву;
- пігментації.

Остання є результатом концентрації пігменту у волосі з наявними її фізико-хімічними властивостями. Розподіл пігменту по довжині волосу, площині смушка та співвідношення довжини і кількості білого і пігментованого волосся підкорюється складному механізму генетичного контролю, при чому – це механізми алельної і міжалельної взаємодії генів.

Відомо, що ген сірого забарвлення каракулю (*C*) є домінантним щодо гена чорного забарвлення (*c*). Гомозиготний стан домінантних генів крім забезпечення сірого кольору має функцію виклику хронічної тимпанії у новонароджених ягнят. І як наслідок – летальний кінець.

Отже – спостерігається плейотропна дія домінантного гена (С).

**4. Спадкові аномалії овець і методи їх профілактики.** У овець зареєстровано кілька десятків спадкових аномалій і захворювань. Майже всі вони мають рецесивний тип успадкування. До них відносять: м'язову дистрофію, параліч кінцівок, карликовість, вроджену водянку, деформацію скелета, непрохідність стравоходу, відсутність ануса, крипторхізм та інші.

Серед вивчених аномалій 55,4% належать до дефектів розвитку м'язово-кісткової системи, 12,7 – системи травлення, 9,7 – серцево-судинної системи, 7,1 – урогенітальної системи, 6,0 – центральної нервової системи, 3,5 – до аномалій зв'язок, 3,2 – черевної порожнини, 1,5% – ендокринної ситеми.

Я.Г. Глембоцькою встановлено зв'язок між появою крипторхізму і комолістю у овець породи прекос. Виявилось, що проведення селекції на усунення рогатих баранів призводить до підвищення числа випадків крипторхізму в стаді. Генетична обумовленість стійкості овець виявлена у відношенні інфекційного легеневого аденоматозу і трихостронгільозу. В Англії та Франції давно відомо захворювання скреппі. Це захворювання

проявляється у віці 2-3 років і характеризується слабкістю тварин, втратою координації руху, разчісами і схудненням. Вважають, що скреппі має спадкову природу і обумовлена дією рецесивного гена. Захворювання проявляється у гомозиготних особин генотипу *ss*. Для усунення цього захворювання застосовують селекційні методи: вибракування із стада хворих тварин, їх бічних родичів (братів і сестер) та батьків.

**5. Генетика інбридингу, гетерозису і промислового схрещування у вівчарстві.** Для збільшення продуктивності овець використовується ефект гетерозису. Прояв гетерозису у вівчарстві, де селекція ведеться за безліччю ознак, відбувається по-різному. За одними ознаками гетерозис проявляється сильніше, за іншими слабкіше. Гетерозис проявляється в такій послідовності: життєздатність, плодючість, молочність, маса тіла, швидкість росту, оплата корму продукцією, вовнова продуктивність.

За даними С.В. Буйлова, в 38 варіантах схрещувань тонкорунних і тонкорунно-грубововнових овець з баранами м'ясо-вовнових порід помісні вівці перевершували материнську породу за життєздатністю на 1,2-5,7%; плодючістю – на 9,6-37,5%; настригу вовни – на 5,6-49,4%.

Результати три-, чотирипородних схрещувань свідчать, що помісні матки мають бути результатом комбінацій порід, кращих за показниками відтворення, молочності, за материнськими якостями, кількістю і якістю вовни. А барани повинні бути чистопородними, переважати за показниками росту, якості туш, статевої потенції і високої запліднювальної здатності.

У популяційній генетиці багатьох видів сільськогосподарських тварин добре відомі наслідки інбридингу. Інколи він виявляється дефектами, втратою життєздатності та здатності до відтворення.



## Лекція № 5

### Основні принципи генетики в селекції кіз

#### План

1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування кіз.
2. Основні та додаткові ознаки селекції кіз та характер їх успадкування.
3. Генетика масті кіз. Спадкові аномалії кіз.
4. Перспективні напрями генетичних досліджень у козівництві

**1. Особливості цитогенетичного та імуногенетичного тестування кіз.** Молочне козівництво – одна з ефективних галузей тваринництва: у спеціалізованих порід продуктивність за лактацію досягає 800-1000 кг і більше (при меншій собівартості козячого молока, порівняно, з коров'ячим, у тому числі при менших витратах кормів і праці). Козине молоко, як відомо, належить до цінних продуктів харчування людини і займає особливе місце в харчуванні дітей. Молочне козівництво добре розвинене у Франції, Голландії, Чехії, США. Серед сільськогосподарських тварин кози виділені в групу дрібної рогатої худоби.

Предком домашніх кіз більшість дослідників вважають саблерогого (безоарового) козла. Свою назву безоари отримали за чужорідні тіла (мінералізовані відкладення

залишків їжі), які іноді знаходять в їхніх шлунках або кишечнику. Оскільки таким утворенням приписувалися лікувальні властивості, за цими тваринами активно полювали.

**Цитогенетична характеристика.** Каріотип домашньої кози  $2n=60$  представлений хромосомами акроцентричної форми. Статеві Х- та У-хромосоми також акроцентрики, Х-хромосома – один з найбільших, У-хромосома – найменший елемент хромосомного набору. Структурний гетерохроматин є на всіх аутосомах у вигляді добре помітних центромірних блоків. На Х-хромосомі гетерохроматину не виявлено, а У-хромосома повністю гетерохроматична.

З конструйованих аберацій у кіз виявлені транслокації Робертсонівського типу, химеризм та інші порушення в системі статевих хромосом, які, як правило, поєднуються з гермафродитизмом.

**Поліморфізм груп крові та білків.** За системами груп крові у кіз спостерігається велика подібність із вівцями. У них ідентифіковано 5 систем груп крові ( $B, C, M, R, F_{30}$ ). З п'яти відомих факторів груп крові по  $C$  системі лише три виявлені у гривистих баранів ( $F_5, F_6, F_{32}$ ) і у муфлонів ( $Cb, F_6, F_{32}$ ), чотири – у кіз ( $Ca, F_5, F_6, F_{32}$ ). В останнього виду

сімейний аналіз підтверджує, що ця система груп крові ідентична *C* – системі у овець.

В останні роки спостерігається підвищений інтерес до біохімічного поліморфізму білків молока кіз. Це обумовлено тим, що дослідженнями багатьох вчених встановлена залежність між біохімічним поліморфізмом і господарсько корисними ознаками тварин. У зв'язку з цим велике значення має вивчення структури розподілу алелей і генотипів. В результаті досліджень встановлено, що за частотою розподілу окремих алелей і генотипів існують значні відмінності залежно від породної і лінійної належності, від зони поширення і спеціалізації породи. Аналогічна ситуація спостерігається і в структурному відношенні генів, відповідальних за прояв тієї чи іншої фракції білків молока.

Так, у високогірних гірськоалтайських пухових кіз виявлена двохалельна система гемоглобіну локусу  $Hv^A$  та  $Hv^B$  які фенотипово проявляються у трьох комбінаціях:  $Hv^{AA}$ ,  $Hv^{BB}$ ,  $Hv^{AB}$ . Крім того у незначній кількості цієї породи (0,87%) знайдено ще один алель гемоглобіну, названий висотним  $Hv^H$ , концентрація якого в популяції становить 0,0044. Така низька його концентрація дає підстави вважати, що він виник у результаті мутації гена.

Фенотипово він проявляється лише в гетерозиготному стані з алелем  $Hb^A$ .

**2. Основні та додаткові ознаки селекції кіз та характер їх успадкування.** Залежно від напрямку продуктивності основними селекційними ознаками в козівництві вважають молочність та вміст жиру в молоці, живу масу, настриг вовни і начіс пуху та їх якість (тонина, довжина, міцність), плодючість, багатоплідність, масть, рогатість або комолість.

Спостерігається значне варіювання фенотипового прояву багатьох ознак. Так, молочність у кіз зааненської породи варіює від 350-500 до 2000-2500 кг. Поряд з цим надій українських кіз молочного напрямку продуктивності змінюється в середньому в межах від 250-350 до 1000 кг молока.

Надій за відрізок лактації у кіз, як і в інших видів сільськогосподарських тварин, тісно корелює з надоем за повну лактацію. Так, надій за перші чотири місяці становить 55% надою за всю лактацію, за п'ять – 70 і за шість – 80%. Ця закономірність може бути з успіхом застосована для прискореної оцінки молочної продуктивності.

Спостерігається значна фенотипова мінливість і за

цілим рядом інших ознак. Довжина пуху оренбурзьких овець варіює від 5,5 до 17,0 см, а міцність пуху – від 4,1 до 10,1 г.

Величина коефіцієнта успадкованості за плодючістю кіз знаходиться в межах 0,07-0,25 і є близькою до значення цього показника у овець. Спостерігається тенденція вищої оцінки показника успадкованості за ряд окотів порівняно з першим. Максимальна плодючість буває на четвертому-п'ятому окоті у 5-7 річному віці. Встановлено, що кози народжені в багатоплідних окотах, більш плодючі, ніж ті що народилися одинаками.

**3. Генетика масті кіз. Спадкові аномалії кіз.** Як відомо, масть у багатьох видів домашніх тварин, у тому числі кіз – одна з породних ознак. Інтерес до генетичних факторів, що визначають характер забарвлення, пов'язаний з тим, що ця ознака не тільки характеризує відповідність тваринного стандарту породи, а й визначає вартість хутряної або вовнової продуктивності. Хоча вивчення забарвлень у кіз проводиться більше 80 років, спадкова детермінації масті у представників роду Кіз вивчена набагато гірше, ніж у багатьох інших видів. Ряд положень генетики забарвлення у кіз є результатом екстраполяції даних, отриманих на мишах і інших тваринах, у тому числі

вівцях. Незважаючи на те, що в основі генетичного контролю забарвлень лежать загальні механізми, існують певні видові особливості: у овець і кіз навіть при схожості забарвлень характер їх успадкування специфічний.

У міжнародний список летальних дефектів у кіз включені такі спадкові аномалії, як *вкорочення осьового скелета* і має моногенний рецесивний тип спадкування, і *вкорочення верхньої щелепи*. Вроджене *недорозвинення (мікротія)* або *відсутність (анотія) вух* у кіз є одним із прикладів проміжного успадкування ознак.

*Епілепсія* і *судоми* широко відомі як функціональні захворювання нервової системи у кіз.

*Абрахія* – відсутність передніх кінцівок як летальний рецесивний фактор детально вивчений тільки у коня, але описаний також і у кіз.

*Аподія* – відсутність задніх кінцівок у кіз, описаний як рідкісний випадок на відміну від великої рогатої худоби.

*Артрогрипоз* обох пар кінцівок – сильно виражені викривлення передніх і задніх кінцівок з анкілозами суглобів і контрактурою м'язів.

*Гіноплазія сім'яників* описана у плідників різних видів, у тому числі у козлів.

*Крипторхізм* – неопущення одного або обох сім'яників в

мошонку.

Спадкове порушення функції щитовидної залози (зоб) зустрічається частіше у кіз, ніж у інших видів тварин.

**4. Перспективні напрями генетичних досліджень у козівництві.** В зв'язку з недостатнім вивченням багатьох питань генетики кози перспективними в козівництві є наступні питання.

1. Визначення статистичних параметрів фенотипової мінливості кількісних ознак та взаємозв'язок між ними, частка впливу генотипових та паратипових факторів на розвиток ознак, ступінь їх успадкованості та повторюваності.

2. Більш детальніше вивчення генетичного поліморфізму за групами крові та системами білків і ферментів, що дасть можливість виявити ряд імуногенетичних маркерів, які характеризуються відповідними фізіологічними ефектами або зчеплені з локусами, контролюючими розвиток ознак продуктивності, відтворення та адаптації до умов середовища.

3. Здійснення моніторингу спадкових хвороб і аномалій та їх генетичну зумовленість з метою виявлення генетичної стійкості проти окремих хвороб.

4. Вдосконалення методів штучного осіменіння і

трансплантації ембріонів з метою інтенсивного використання генотипів цінних у племінному відношенні.

### **Селекційні досягнення у козівництві.**

Співробітниками лабораторії репродуктивної кріобіології тварин Всеросійського НДІ тваринництва (Московська обл.). Була створена нова селекційна форма Домашньої Кози з використанням віддаленої гібридизації Домашньої Кози із сибірським гірським козлом.

Козеріг, або сибірський гірський козел – один з найбільш великих представників даного роду, висота в холці досягає 90-120 см, жива маса – до 130-150 кг. У самців роги мають довжину до 140 см шаблевидної або серпоподібної форми. Забарвлення у сибірського козерога коричневе з темним ременем на спині. Ареал охоплює гірські райони Середньої і Центральної Азії і півдня Сибіру (Алтай, Саяни). Вид представляє безперечний інтерес як джерело генетичного матеріалу для отримання нових селекційних форм.

Експерименти з отримання гібридних тварин виконували з використанням замороженої сперми сибірського козерога. В якості материнської форми використовували кіз зааненської породи. У гібридів і їх ровесниць вивчали каріотипи і основні біохімічні показники



крові. Крім того, аналізували особливості екстер'єру гібридних тварин, в першу чергу забарвлення.

В результаті штучного запліднення отримали 10 особин. Гібридні самці  $F_1$  виявилися плідними, що вкрай рідко при віддаленій гібридизації. Їх плодючість дозволяє мультитиражувати високоцінних тварин, що створює перспективу формування нових високопродуктивних популяцій.

Однією з фенотипових відмінностей гібридних тварин від домашньої кози була їх масть. Якщо всі матері мали властиве для зааненської породи біле забарвлення, то у гібридів  $F_1$  воно варіювало від світло-кремового до коричневого. У гібридів з темним забарвленням – характерним для сибірського козерога чорна смуга на спині. У козенят  $F_2$  забарвлення змінювалося від білого до сіро-коричневого. У тварин з вираженою пігментацією присутній чорний ремінь на спині.

У обстежених гібридних козенят хромосомний набір містить 29 пар акроцентричних аутосом, що поступово зменшуються у розмірі, і дві статеві хромосоми. Фенотипово стать відповідає генотиповій. Диплоїдне число у досліджених гібридів дорівнює 60.

## Лекція № 6

### Основні принципи генетики в селекції птиці

#### План

1. Цитогенетичний та імуногенетичний аналіз птиці.
2. Генетична обумовленість господарсько корисних ознак птиці.
3. Генетика забарвлення птиці.
4. Спадкові аномалії та їх генетична обумовленість.

**1. Цитогенетичний та імуногенетичний аналіз птиці.** Сучасна індустріальна основа птахівництва, яка все частіше при одночасно високій спеціалізації структурних елементів породи, скоростиглості й плодючості птиці, високій оплаті корму продукцією, скороченні генетичних ресурсів призводить до розв'язання задач із розширення й ефективного використання генофонду сільськогосподарської птиці.

Основною матеріальною основою щодо збереження й передачі спадкової інформації у птиць є хромосоми. Каріотип у курей складається з 78 хромосом, в індиків – 82, гусей – 80, качок – 80, цесарок – 74, перепелів – 78. Відмінно від таких у ссавців гомологічними є чоловічі статеві хромосоми (ZZ), тоді як жіночі – гетерологічні (ZW), тобто гомогаметними є самці, а самки – гетерогаметні.

У курей у соматичному наборі птиці 78 хромосом (76A+ZZ або ZW), із яких 2 пари – субметацентрики, 4 пари – акроцентрики, 2 пари – метацентрики, гоносоми Z та W є метацентрики і решта – мікрохромосоми у кількості до 79. У процесі дослідження цього каріотипу було встановлено 10 груп зчеплення генів, а фенотиповий прояв їх такий:

*1 група* – *Cr* – короткі ноги і *cr* – нормальні ноги; *R* – трояндо-подібний гребінь і *r* – листовидний гребінь, *V* – подвоєння копчикової залози і *v* – подвоєння відсутнє.

*2 група* – *fr* – змяте оперення і *Fr* – нормальне крило; *Cr* – хохолок на голові і *cr* – його відсутність; *I* – інгібітор чорного й частково червоного оперення та *i* – відсутність гальмування у пофарбуванні оперення; *F* – курчаве оперення і *f* – нормальне оперення.

*3 група* – *W* – біла шкіра й ноги і *w* – жовтий колір шкіри й ніг; *Ea-H-H* – група крові; *se* – «заспані» очі і *Se* – нормальні; *O* – голубий колір шкарлупи яєць і *o* – його відсутність; *P* – горохоподібний гребінь і *p* – листовидний; *ta* – мармуровий пух і *Ma* – суцільний колір пуху; *Ea-P-P* – група крові; *Na* – гола шия і *na* – оперена шия; *h* – шовковисте оперення і *H* – нормальне; *Fl* – нездатність до польоту і *fl* – нормальне крило.

4 група –  $D$  – подвоєний гребінь і  $d$  – нормальний гребінь;  $M$  – багатошпорість і  $m$  – нормальні шпори;  $Po, Po^d$  – полідактилія і  $po$  – нормальна кількість пальців.

5 група ( $Z$  – хромосома) –  $ko$  – темна смуга на голові й  $Ko$  – смуга відсутня;  $B, B^{sd}$  – смугасте оперення і  $b$  – смугастість відсутня;  $id, id^a, id^e$  – пригнічення шкіряного меланіну і  $Id$  – меланін відкладається;  $br$  – коричневі очі й  $Br$  – очі світлі, жовто-оранжеві;  $Li$  – світлий пух й  $li$  – коричневий;  $S, s^{q1}$  – сріблястість, частковий альбінізм і  $s$  – золотистість;  $K^n, K^s, K$  – повільне оперення і  $k$  – швидке оперення;  $pn$  – пренаталь, ембріональний і  $Pn$  – відсутність леталія;  $wl$  – безкрилість і  $Wl$  – нормальні крила;  $dw^b, dw^m, dw$  – карликовість і  $Dw$  – нормальний зріст;  $ln$  – некроз печінки і  $Ln$  – нормальна печінка;  $px$  – пароксизм і  $Px$  – його відсутність;  $n$  – відсутність оперення і  $N$  – нормальне оперення;  $sh$  – тремтіння і  $Sh$  – його відсутність;  $ro$  – обмежена овуляція і  $Ro$  – нормальна овуляція.

6 група –  $H-w$  – гістоантиген і  $h-w$  – його відсутність.

7 група –  $Ade-A$  – синтез аденіну  $A$  і алель цього гена – відсутність синтезу аденіну  $A$ .

8 група –  $Ade-B$  – синтез аденіну  $B$  і алель – відсутність синтезу аденіну  $B$ .

9 група – *Tk-F* – цитозолтимідінкіназа й алель цього гена – відсутність цитозолтимідінкінази.

10 група – *Ea-B* – група крові В, сайт (ділянка) нуклеолярного організатора.

Знання таких груп щеплення дозволяє створювати аутосексні за кольором чи швидкістю оперення добових курчат кроси, відстежувати успадкування окремих ознак та їх передбачати у популяціях, що створюються.

У птахівництві, як і в інших галузях тваринництва, поширеним є використання груп крові й поліморфізму білків, що дозволяє ідентифікувати лінії, їх генетичну подібність чи різницю, встановити рівень поєднання порід чи ліній та ін. Наприклад, у курей вивчено 14 систем груп крові – *A, B, C, D, E, H, I, J, K, L, P, R, Hi, Th* та більше 25 поліморфних систем білків. Аналіз овальбуміну й овоглобуліну нині дозволяє визначати комбінаційну здатність у межах різних породних елементів, а підвищена чутливість до хвороби Марека (MD) пов'язана з алелем  $B^{21}$ , в той час коли помірна стійкість – з алелями  $B^2, B^6, B^7$  і  $B^{14}$  та висока сприйнятливність – алелі  $B^1, B^3, B^5, B^{15}, B^{17}$  і  $B^{27}$  системи *B*.

У курей породи білий леггорн із генотипом  $B^5$  частота метастазів, індукованих вірусом саркоми Рауса, значно

вища (66%), ніж в особин із генотипом  $B^{24}B^{24}$  (12%), а швидкість регуляції пухлин значно нижча. Смертність дорослої птиці з генотипом  $B^1B^1$  вища, ніж у гетерозигот ( $B^1B^2, B^1B^{19}, B^1B^{21}$ ).

Встановлено, що овалбумінові локуси 1 та 11 є тісно зчепленими, а  $OV=1$  впливають на масу тіла й масу яєць, тоді як локус 11 – на несучість.

Цей та інший подібний матеріал нагромаджує об'ємні знання щодо економічного впливу певних спадкових факторів на розвиток птахівництва, дозволяє вести маркерну селекцію птиці. А поглиблена генетико-селекційна робота в поєднанні з розвиненою системою промислової інкубації яєць дає можливість накопичити дані зі спадкової патології птиці.

**2. Генетична обумовленість господарсько корисних ознак птиці.** Створення сучасних високопродуктивних порід птиці, як уже згадувалося, потрапляє у протиріччя з різко зменшуваним генофондом раніше численних аборигенних порід, які були основним резервом спадкової мінливості, що забезпечує перспективу майбутнього птахівництва.

Сучасна генетика птиці досить впевнено підтверджує високий рівень успадкування ознак з адитивним типом

генетичного забезпечення. Але більшість господарсько корисних ознак у птиці успадковується за типом домінування і наддомінування, зумовленим взаємодією алелів одного локусу. Найчастіше з таким типом успадкування пов'язують прояв ефекту гетерозису. Нажаль, при цьому типі не вдається прогнозувати продуктивність лінійних та гібридних нащадків на підставі характеристик предків.

Ознаки, що залежать від адитивного генотипу або неалельної взаємодії, також по-різному реагують на інбридинг і гетерозис.

Як і у сільськогосподарських тварин, про успадкування кількісних ознак судять за величиною коефіцієнта успадкування. Низьку успадкованість мають такі ознаки, як запліднюваність і виводимість ( $h^2=0,05-0,15$ ), життєздатність птиці ( $h^2=0,10-0,12$ ); середньою величиною коефіцієнта успадкованості характеризуються несучість ( $h^2=0,25-0,35$ ), жива маса ( $h^2=0,30-0,50$ ), товщина і щільність шкаралупи ( $h^2=0,31-0,4$ ) та інші. Високу ступінь успадкованості мають такі ознаки, як маса яєць ( $h^2=0,55-0,65$ ), забійний вихід і вихід тушки ( $h^2=0,59-0,78$ ), вміст жиру в тушці ( $h^2=0,65-0,68$ ) та ін. За цими ознаками найбільш ефективна масова селекція.

Коефіцієнт успадкування й кореляції можна успішно використовувати у м'ясному птахівництві для прискореної (ранньої) оцінки генотипу плідника. Оскільки приріст до 49-денного віку досить тісно корелює у батьків і синів (від 0,4 до 0,8), то фенотипова оцінка півників у ранньому віці за показниками власного приросту може бути достатньо точним критерієм їх племінної цінності.

До основних якісних ознак птиці відносять: забарвлення оперення, форму гребеня, колір шкаралупи яєць, карликовість, наявність шпор у півнів та ін. У даний час відомі близько 30 основних генів, що контролюють забарвлення оперення у птиці. Забарвлення оперення у курей визначається чотирма основними кольорами: чорним, білим, коричневим і золотистим і їх комбінаціями.

Добре вивчено успадкування форми гребеня у курей. Успадкування цієї ознаки визначається взаємодією двох пар неалельних генів  $R$  і  $P$ . Листоподібна форма гребеня контролюється наявністю всіх рецесивних генів ( $rrpp$ ), трояндоподібна форма пов'язана з наявністю в генотипі домінантного гена  $R$  ( $R-pp$ ), горохоподібний гребінь пов'язаний з домінантним геном  $P$  ( $rrP-$ ). При наявності в генотипі двох домінантних генів  $R$  і  $P$  у курей формується горіхоподібний гребінь.



Деякі якісні ознаки у курей успадковуються щеплене зі статтю. Особливого значення в птахівництві надають рецесивному щепленому зі статтю гену карликовості у курей (*dw*). Ген карликовості в гомозиготному стані викликає зменшення живої маси на 30% і, як наслідок, зниження витрат корму і економію площі утримання. Курей, що належать до ліній, отриманих з використанням гена *dw*, називають міні-кури. В системі бройлерного птахівництва карликові кури використовуються для одержання товарного молодняка-бройлерів.

**3. Генетика забарвлення птиці.** Забарвлення у птиці має досить складну генетичну обумовленість, а також видову специфічність. У домашніх курей нині досить досконало вивчено шість локусів забарвлення оперення – *C*, *I*, *S*, *B*, *B<sub>1</sub>*, *Co*. Їх сукупність дозволяє створювати більше ніж 30 множинних алелів, а взаємодія й визначає формування простих і складних, оригінальних забарвлень.

На сьогодні відомий генетичний механізм, що лежить в основі фенотипового маркування статі добового молодняка: щеплене зі статтю успадкування факторів забарвлення пуху при гібридизації.

Для одержання гібридних колорсексних курчат (у яких стать можна визначати за забарвленням пуху) домінантний

алель завжди повинен привноситися в схрещування гемізіготними самками, а рецесивний алель – гомозиготними самцями. Тому, для одержання аутосексних гібридних курчат проводять схрещування золотаво-коричневих півнів ( $s/s$ ) зі сріблясто-білими курми ( $S/-$ ) або ж схрещують однотонних (не смугастих) півнів ( $b/b$ ) будь-якого забарвлення із чорно-смугастими самками ( $B/-$ ). У першому випадку, внаслідок успадкування хрест-навхрест, добові гібридні сини ( $S/s$ ) мають блідо-жовтий, а курочки ( $s/-$ ) – золотаво-коричневий пух. У другому варіанті схрещування курчата виводяться чорні, однак у півників ( $B/b$ ), на відміну від курочок ( $b/-$ ), на потилиці є біла пляма. Спарювання півнів з темними ногами ( $id/id$ ) з жовтоногими самками ( $Id/-$ ) дає дочок ( $id/-$ ) з темними ногами, а синів ( $Id/id$ ) – зі світлими.

**4. Спадкові аномалії та їх генетична обумовленість.** Більшість летальних генів у птиці є рецесивні, але зустрічаються домінантні та частково домінантні. Наприклад, у курей вивчено більше 50 аномалій, із яких 42 мутації викликають смерть організмів в ембріональний період чи одразу після вилуплення. Так, у віандотів ген  $L$  зчеплений з рецесивним геном  $l$  білого оперення і викликає резорбцію ембріонів на ранніх стадіях

інкубації. Відомі летальні гени (у гомозиготному стані) з ознаками хондриодистрофії. У випадку гетерозиготності птиця недостатньо росте, а курочки з геном *td* не несуться. Відомі інші летальні фактори, що викликають смерть ембріонів з ознаками мікромелії чи з порушеннями аксіального скелета, як у польських зеленоніжок. Спадкові аномалії, також, проявляються у вигляді атаксії, мікрофтальмії, викривленні шиї, «трясучки», коротконогості, недорозвинутості щелеп, атрезії яйцеводу та ін. Порівняльна оцінка частот поширення генетичних аномалій розвитку серед різних порід птиці в останнє десятиріччя дозволяє одержувати унікальну інформацію про темпи формування генетичного тиску в популяціях

## Лекція № 7

### Основні принципи генетики в селекції кролів

#### План

1. Генетична класифікація походження кролів та їх цитогенетична характеристика.
2. Генетична обумовленість господарсько корисних ознак кролів.
3. Генетика забарвлення кролів.
4. Спадкові аномалії та їх генетична обумовленість.

**1. Генетична класифікація походження кролів та їх цитогенетична характеристика.** Висока плодючість і інтенсивність розмноження, скоростиглість та добрі акліматизаційні здатності кролів зробили кролівництво перспективною галуззю тваринництва, що забезпечує потребу людини в дієтичному м'ясі, дає хутро й пух. Кролі належать до ряду заячих, родини зайців і походять від дикого європейського кроля, єдиного виду який був одомашнений і дав велике різноманіття порід, що розводять практично на всіх континентах.

На земній кулі нараховується понад 100 порід і понад 100 кольорових варіацій кролів. З усіх порід, що розводяться в світі, можна виділити наступні генетичні групи, споріднені за походженням:

1 група – породи кролів, що походять від фландера. Ця порода – космополіт, багатозональна, дуже пластична, гнучка за своєю генетичною структурою, володіє добре вираженою здатністю до акліматизації у різних екологічних зонах, відома в усьому світі і отримала широке поширення у багатьох країнах. Кролі породи фландер виведені в Бельгії від патагонських і деяких інших, зокрема, від сріблясто-сірих.

Методом простого відтворювального схрещування за участю фландера виведені породи: біла пухова, велика білка, білка російська, віденський блакитний, гігантський піккардійський кролик, нормандські кролики, сірий велетень та інші.

За участю фландера виведено 20 порід і породних груп, через інші породи в утворенні, яких брав участь фландер виведені 29 порід і 6 породних груп; у результаті мутації, відбору та розведення «в собі» від фландера виведена 21 порода, ввідним схрещуванням покращено 7 порід. Таким чином, тварини породи фландер відіграли значну роль у породотворчому процесі: в тій чи іншій мірі вони брали участь у створенні 71 породи і 8 породних груп.

2 група – породи кролів, що походять від сріблястих. Сріблясті кролі з Індії, Сіаму й Бірми були завезені в

Португалію та Іспанію. Надалі вони поширились по Західній Європі. За участю сріблястих кролів виведені породи: сріблясто-коричневі, баран блакитно-вогненний і баран чорно-вогненний, сибірський кролик, породна група татарські сріблясті, англійській сріблястий, французький сріблястий, шампань, німецькі великі сріблясті, дрібна срібляста, велика срібляста та інші.

В цілому за участю сріблястих виведено 9 порід і 2 породні групи; через інші породи в породоутворенні яких брали участь сріблясті, виведені 14 порід і породних груп. Шляхом відбору та розведення кролів бажаного типу «в собі» від сріблястих було виведено 9 порід. В результаті мутації і подальшого розведення «в собі» виведено 7 порід. Сріблясті кролики зіграли важливу роль у породотворчому процесі, вони брали участь у створенні понад 40 порід і породних груп.

3 група – породи, що походять від блакитних кролів. Кролі з блакитним забарвленням з'явилися завдяки мутаціям. За участю тварин блакитного забарвлення були виведені породи віденський білий, білка велика, шиншила, радянський Мардер, віденські чорні, віденські сірі, голландські світло-блакитні, рекс блакитний та інші.

За участю кролів блакитного забарвлення виведені 10 порід і 1 породна група, через інші породи в породоутворенні, яких взяли участь тварини блакитного забарвлення, отримані 9 порід і 3 породні групи; в результаті мутації, відбору та розведення «в собі» виведені 8 порід; ввідним схрещуванням поліпшені 3 породи і 1 породна група. В цілому вони брали участь у створенні 30 порід і 5 породних груп.

4 група – породи кролів, що походять від ангорських. Породна група є багатозональною, розглядається як єдине ціле, але з виділенням французької, англійської, німецької та інших популяцій, що мають свої особливості. За участю ангорської виведені: ангорські блакитно-вогненні та ангорські чорно-вогненні, лисички, сибірські кролики, соболині, біла пухова, кольорові пухові, білий Бускат.

За участю ангорських виведено 9 порід і більше 20 породних груп (варіації кольорових пухових).

Диплоїдний набір хромосом у кролів  $2n=44$ , з яких 42 аутосоми і дві статеві хромосоми. Серед аутосом виділяють 17 пар двоплечевих, які в свою чергу розділяються на три морфологічні групи та чотири пари акроцентриків. Статева X-хромосома – це середніх розмірів субметацентрик. У-хромосома також за формою є субметацентриком, але

значно менших розмірів. Формування особини тієї чи іншої статі відбувається за сингамним типом і залежить від відповідного поєднання статевих хромосом батьківських гамет при утворенні зиготи. Відповідно до цього каріотип особини жіночої статі має формулу – жіночі  $42A+XX$ , а чоловічі –  $42A+XY$ .

Генетичний поліморфізм за групами крові у кролів зумовлений наявністю трьох генетичних алелів  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $O$  і при різних варіантах поєднання формують чотири групи крові яким відповідають шість фенотипів груп крові.

**2. Генетична обумовленість господарсько корисних ознак кролів.** Успіх селекції при роботі з кролями, як і іншими видами тварин, значною мірою залежить від величини коефіцієнтів успадкування та повторюваності основних селекційних ознак та характеру взаємозв'язку між ними. Найвищим рівнем успадкування відрізняються показники живої маси у різні вікові періоди та виходу м'язової тканини. Показники відтворювальної здатності характеризуються низькою успадкованістю і більшою мірою залежать від умов середовища. Показники коефіцієнту успадкованості:

швидкість росту після відлучення (28 дн.) до 70 днів –  
 $h^2=0,4-0,6$ ;



оплата корму в той же період –  $h^2=0,3-0,4$ ;

оплата корму при постійній швидкості росту –  $h^2=0,3$ ;

маса туші при постійній живій масі –  $h^2=0,63$ ;

вихід м'язової тканини –  $h^2=0,30$ ;

вихід жиру –  $h^2=0,53$ ;

жива маса в 84 дня –  $h^2=0,39$ ;

жива маса в 42 дня –  $h^2=0,59$ ;

число кроленят при відлученні –  $h^2=0,10-0,04$ ;

При селекційній роботі з кролями враховують кореляційний зв'язок між найважливішими селекційними ознаками. Найбільш тісно і вірогідно корелює маса тушки з промірами ширини задньої частини та довжиною тулуба і меншою мірою з промірами грудей. Але для вдалої селекції, також, необхідно враховувати і міжпородні відмінності.

**3. Генетика забарвлення кролів.** Найбільших змін у процесі еволюції кролів зазнала така ознака, як забарвлення волосяного покриву. Доведено, що сіре забарвлення диких кролів зумовлене наявністю в генотипі п'яти генів – *C*, *E*, *B*, *D* і *A*. При цьому ген *C* – основний ген, що детермінує наявність пігментів і його присутність обов'язкова, щоб утворився будь який із них. Ген *A* – контролює зональний розподіл пігменту по довжині волосу і при наявності генів *B*, *D*, *E* надає тваринам характерне сіре забарвлення дикого

кроля типу агуті. Гени *B*, *D*, *E* в сукупності зумовлюють розвиток чорного пігменту.

Рецесивні алелі основних генів, що контролюють забарвлення волосяного покриву дикого кроля в гомозиготному стані, зумовлюють такі типи пігментації: *сс* – відсутність будь-якого пігменту у волосі і райдужній оболонці ока (альбінізм); *вв* – коричневе забарвлення; *дд* – блакитне; *еє* – жовте забарвлення; *аа* – відсутність зонального розподілу пігменту.

Мутації основних або первинних генів забарвлення дикого кроля призвели до утворення цілих серій множинних алеломорфів, які схрещуючись між собою, утворюють нові комбінативні типи. На сьогодні описано більше 50 фенотипів забарвлення хутра у кролів.

Поряд з цим у кролів ще спостерігається строкатість забарвлення волосяного покриву, яка генетично зумовлена. Розрізняють два основні види строкатості – голландську та англійську. Для *голландської строкатості* характерне те, що передня частина тулуба – біла, а задня – пігментована. На передній частині щоки та вуха – пігментовані, а на задній кінчики ніг – не пігментовані. Фенотип *англійської строкатості* характеризується значною кількістю невеликих пігментних плям навколо очей, на щоках, справа

і зліва по боках тулуба. На спині пігментована смуга у формі ремінця. Вуха повністю пігментовані. Передбачається, що дія гена англійської строкатості пов'язана з генами-модифікаторами, які впливають на кількість пігментованих плям та їх площу і комбінуються з будь-яким геном забарвлення. Частіше всього зустрічаються чорна, блакитна, жовта та агуті строкатості.

Крім цих основних типів строкатості, відрізняють ще особливу форму строкатості – сріблястість, при якій не спостерігається чіткого розмежування пігментованих і не пігментованих ділянок волосяного покриву, а білий волос рівномірно розподіляється по всьому тілу серед пігментованого. Успадковується за домінантним типом і зумовлена дією кількох полімерних генів  $P_1, P_2, P_3$ . При більшій кількості  $P$ -генів у генотипі кроля сріблястість виражена чіткіше і може комбінуватись з іншими генами забарвлення. Фенотипово сріблястість проявляється через 2-3 тижні після народження спочатку на кінчику носа, вухах, лапках і поступово поширюється по всьому тулубу.

За типом шкірного покриву розрізняють кролів з нормальним, довгим і коротким волосяним покривом. Ген нормального волосяного покриву  $L$  є неповнодомінантним над геном довгого волосяного покриву  $l$  ангорського кроля,

оскільки у гетерозигот  $Ll$  довший остьовий волос, ніж у гомозигот  $LL$ . Короткий волосяний покрив характерний для так званих рекс-кролів і зумовлений дією рецесивного гена, який може поєднуватися й давати комбінації з усіма генами забарвлення. При переході у гомозиготний стан ген короткого волосяного покриву викликає цілий ряд небажаних ефектів.

**4. Спадкові аномалії та їх генетична обумовленість.** До спадкових аномалій кролів можна віднести напівлетальний ген безволосості ( $n$ ). Кролі, гомозиготні за цим геном ( $nn$ ), народжуються голими, за винятком наявності волосяного покриву на лапках, вухах і морді. Часто безволосість кроленят супроводжується патологічними змінами в зубній системі. Такі кроленята у холодну пору року, як правило гинуть, при створенні спеціальних умов утримання вони можуть доживати до 1-3 місячного віку.

Аналогічна аномалія, пов'язана з процесом формування волосяного покриву у рекс-кролів зумовлена рецесивним геном, який при переході в гомозиготний стан негативно впливає на процес заміни волосу в онтогенезі. Перша линька у таких кролів настає тоді, коли волосяний покрив, що змінює випадуючий, ще не виріс. Тулуб повністю

оголюється і поголів'я від переохолодження організму гине. Крім цього у гомозигот за геном *rex* спостерігається значне ослаблення конституції, що виражається у потоншенні кістяка і часто призводить до деформації черепної коробки. Рекс-кроленята народжуються з недорозвиненими вібрисами – вусами, які часто бувають скривленими. Цю ознаку використовують для ідентифікації рекс-кролів у молодому віці.

Запобіжним заходом у селекції кролів, що не дає можливості поширення в популяціях шкідливих летальних генів, є недопущення безсистемного масового інбридингу, при якому значно зростає рівень гомозиготності, в тому числі за летальними та напівлегальними генами.

## Лекція № 8

### Основні принципи генетики хутрових звірів

#### План

- 1.Пігментний обмін.**
- 2.Цитогенетична характеристика окремих видів хутрових звірів.**
- 3.Генетика забарвлення хутрових звірів.**
- 4.Спадкові аномалії та їх генетична обумовленість.**
- 5.Успадкування кількісних та деяких інших селекційних ознак.**

**1. Пігментний обмін.** Хутрове звірівництво за останнє десятиліття поповнилося новими видами звірів, що розводяться в умовах кліткового утримання. У зв'язку з тим, що основними господарсько корисними ознаками є: забарвлення, густина і тип волосяного покриву – існує поглиблене вивчення деяких видів хутрових звірів. Забарвлення волосу залежить від наявності та концентрації у ньому чорного та жовтого пігментів. Хутрові якості звірів цінують за різноманітністю забарвлення волосяного покриву, яка є результатом високої генетичної мінливості, зумовленої багаторазовими мутаціями основного забарвлення, типової для вихідного дикого виду звірів. Забарвлення волосяного покриву служить основною селекційною ознакою, що має важливе практичне значення.

Пігментний обмін організму знаходиться під постійним морфо функціональним контролем ендокринної системи і, зокрема, гіпофіза, оскільки проміжна частка гіпофіза виділяє меланотропний гормон, який впливає на синтетичні процеси меланоцитів, а звідси і на концентрацію пігменту в цитоплазмі.

Різна концентрація чорного пігменту зумовлює гаму кольорів – від синювато-чорного до світло сірого, а жовтого – від темно-коричневого до світло-палевого. Ще більшу різноманітність відтінків забарвлення дає поєднання різних концентрацій чорного і жовтого пігментів та характер їх розміщення (зональність) у різних типах волосу. У норок виявлено і використовується в селекції більше 270 кольорових форм з відомим генотипом, у лисиць – 27, песців – 8, нутрій – 27.

**2. Цитогенетична характеристика окремих видів хутрових звірів.** В каріотипі звірів знаходиться така кількість хромосом: норка американська – 30; норка європейська – 38; лисиця – 34; соболь – 38; песець – 48-50; нутрія – 42; шиншила – 64; бобер європейський – 48 та бобер канадський – 40. В окремих представників різних видів хутрових звірів спостерігається деякі відхилення від

норми, які зумовлені наявністю додаткових хромосом або різного типу транслокацій та центричних з'єднань.

Наявність додаткових хромосом у сріблясто-чорних лисиць корелює з типом поведінки, а у особин із системою ХО статевих хромосом спостерігається порушення відтворювальної функції. Для песця характерний хромосомний поліморфізм, що є результатом перебудови типу центричного злиття і веде до варіації в кількості хромосом від 48 до 50. У особин з каріотипом  $2n=48$  всі хромосоми двоплечеві, а при  $2n=50$  – на одну пару двоплечевих аутосом менше і в каріотипі з'являються дві пари акроцентриків. У хромосомному наборі песця з каріотипом  $2n=49$  наявні одна непарна двоплечева аутосома і два непарні акроцентрики. Передбачають можливість існування зв'язку між поліморфізмом набору хромосом та фертильністю тварин.

### **3. Генетика забарвлення хутрових звірів.**

Забарвлення волосяного покриву належить до якісних генетичних ознак, підпорядковане генетичним закономірностям успадкування і пов'язане з великою кількістю генів.

*Норка* – цінний хутровий звір. Генетика забарвлення норки вивчена найбільш детально, порівняно з іншими



видами хутрових звірів. Крім стандартних норок з чорним волосяним покривом, є 27 мутантних форм: 19 рецесивних і 8 домінантних. З 27 генів 11 входять до складу серій множинних алелів, що дозволяють отримувати нові комбінації типи фарбувань за рахунок комбінації мутантів. До рецесивних коричневих норкок відносять особин з забарвленням пастель (від світло-коричневого до глибоко коричневою з шоколадним відтінком), імперпастель (коричнева, більш темна), соклот (більш темна, ніж пастель, використовується для отримання комбінаційних форм). До групи рецесивних блакитних норкок включені 5 мутацій: сріблясто-блакитні, сталеві блакитні, кобальтові, імперські платинові, алеутські. До рецесивних білих норкок відносяться білий Хедлунд, гени якого мають плейотропну дію, впливаючи на деякі фізіологічні показники тварин, а також норка альбінос. Визначено групу мутантних генів, що послаблюють забарвлення і викликають білу плямистість і сивину. Більшість домінантних генів легко комбінуються з різними рецесивними генами, утворюючи домінантно-рецесивні форми. До цього типу належить серія норкок «стюарт».

*Лисиця* – в загальному балансі хутрових звірів вона займає 2,1%. У лисиць виділено 6 відтінків забарвлення –

від рудого до сірого. Відзначено зональне забарвлення волосся (агуті). Крім того, зустрічаються і мутанти: альбіноси – у яких немає чорного пігменту; горностаєві, сріблясто-чорні і чорно-бурі, а також їхні гібридні форми – сиводушки (хрестовки), бастарди тощо. Частина цих форм використовується в селекції при штучному утриманні звірів і має господарське значення. Отримані: платинова лисиця, перлова, біломорда, сніжна та ін. Ген платинового забарвлення у гомозиготному стані проявляє летальну дію, що викликає загибель ембріонів. Платинові і перлинні лисиці отримані від сріблясто-чорних і мають ослаблену пігментацію з білим малюнком.

*Сріблясто-чорна лисиця* є домінантним гомозиготним мутантом дикого рецесивного локусу червоної канадської лисиці, а *чорно-бура* також домінантний гомозиготний мутант дикого рецесивного локусу. Забарвлення зазначених мутантних типів варіює від темно-коричневого (небажаного) до синювато-чорного (найбільш цінний).

*Платинова лисиця* – гетерозиготна домінантна мутантна форма гомозиготного рецесивного алеля сріблясто-чорної лисиці. Значно світліша сріблясто-чорної – платинова. Ген платиновості у гомозиготному стані викликає летальний ефект.

*Біломорда лисиця* – мутантні гени зумовлюють такий же малюнок забарвлення опушення, як і ген платиновості, але з інтенсивнішою чорною тональністю і білою мордою.

*Сніжна лисиця* – також гетерозиготна, домінантна мутантна форма гомозиготного рецесивного алеля сріблясто-чорної лисиці. Забарвлення біле, інколи з небажаним кремовим відтінком.

*Песець* – У диких песців основне забарвлення – біле взимку, темне – влітку, яке зумовлене рецесивним геном білого забарвлення і має чітку сезонну вираженість. Рідко зустрічаються блакитні песці. Забарвлення блакитного песця (*НН*) домінує над білим. У блакитних песців забарвлення варіює від світло-бежевого до темно-коричневого і від світло-сірого до чорного. До групи блакитних песців входять сріблясті і вуалеві. Мутантна форма у песців – альбінізм. У песців визначено ген, що викликає білу плямистість і біломордість звірів.

*Соболь* – Дикий соболь характеризується широкою мінливістю забарвлення. За типами забарвлення виділено 7 колірних категорій, серед яких найбільш цінні темні шкурки. Забарвлення ості і подпуші обумовлено множинними генами. Горлові плями у соболя варіюють за

розмірами, що вказує на полігенний тип успадкування. Білі плями горла у соболя є рецесивною ознакою.

*Нутрія* – Забарвлення дикої нутрії коричневе з різними відтінками. Волосся по довжині пігментоване нерівномірно. Мутація забарвлення зустрічається у диких нутрій, які розводяться в неволі. Мутантні рецесивні форми нутрій різноманітні і закріплюються селекційною роботою. Найбільш поширені наступні забарвлення: альбінос (*a*) – білі нутрії різних відтінків жовтуватого кольору з червоними очима; рожеві (*t*); перламутрові (*t*); бежеві (*t*), що складають множинні алелі. Домінантні форми у нутрій викликають зміну кольору в білий, золотистий і чорний. Плямистість зустрічається рідко і може бути як домінантною, так і рецесивною. Різноманіття забарвлень дозволили селекціонерам створити комбіновані форми нутрії: лимонні, світло-білі, золотисті. На даний час зареєстровано дев'ять мутацій, що визначають загальне забарвлення нутрії, у тому числі три домінантні (білі азербайджанські, золотисті і чорні) і шість рецесивних (альбіноси, кремові, солом'яні, білі Северинські, димчасті, італійські). Генотип стандартної нутрії може бути виражений дев'ятьма локусами.

*Шиншила* – Забарвлення дикої шиншили – сіре, ноги і черевце – білі, волосся пігментоване зонально (сірі і білі зони). Мутантні: бежева, альбіносна.

**4. Спадкові аномалії та їх генетична обумовленість.** У хутрових звірів, як і інших видів тварин, спостерігається цілий ряд спадково зумовлених аномалій розвитку та захворювань.

**Короткохвостість** – щенята народжуються без хвоста, або він різко укорочений;

**Бульдогоподібність** – вкорочені щелепи, вирячені очі, деформована грудна клітка;

**Карликовість** – зменшення розмірів тулуба приблизно вдвоє при нормально розвинутих голові, лапах і хвості;

**Мініатюрність** – зменшення розмірів при збереженні нормальних пропорцій тіла;

Короткохвостість зумовлена дією домінантного гена, а бульдогоподібність і мініатюрність – рецесивного. Фенотиповому виявленню аномалій значно сприяє практика близьких споріднених паруваль.

**5. Успадкування кількісних та деяких інших селекційних ознак.** Крім забарвлення, до основних селекційних ознак у хутровому звірівництві відносять ряд кількісних показників, які спадково зумовлені і

характеризують якість опушення. До кількісних ознак, за якими ведеться селекція, належать також розмір тіла (довжина, маса), відтворювальна функція (плодючість, життєздатність, скороспілість, молочність, строки статевого дозрівання, статева активність самців та їх запліднювальна здатність).

Важливе значення в селекційній роботі має кореляційна мінливість. Так, коефіцієнт кореляції між живою масою і довжиною тулуба становить: у норки – 0,63-0,70; у нутрії – 0,72; песця – 0,41-0,53.

Коефіцієнт успадкованості для окремих ознак у хутрових звірів суттєво відрізняється. У норок він становить: для густоти остьового волосу – 0,3-0,4; пухового – 0,39; живої маси – 0,3-0,4; плодючості самок – 0,1-0,3; довжини тіла – 0,42. У лисиць  $h^2$  за довжиною сріблястого волосу становить 0,26; платинового – 0,15; пухового – 0,39. Довжина ості у песця має  $h^2$  у межах 0,36-0,51, а вирівняність ості за довжиною – лише 0,22-0,33. Коефіцієнт успадкування довжини пухового волосся у нутрії коливається від 0,16 до 0,44.

В процесі доместикації хутрових звірів важливого селекційного значення набувають ознаки, які характеризують поведінку тварин. Коефіцієнт успадкування

оборонної реакції на появу сторонньої особи становить 0,56. У самок лисиць спокійного типу поведінки раніше настає статева зрілість і вони плодючіші. Значне місце у формуванні типу поведінки належить і паратиповим факторам, а саме відношенню персоналу до звірів.

## Лекція № 9

**Основні принципи генетики риб, бджіл та тутового шовкопряда**

## План

- 1. Генетична характеристика риб.**
- 2. Генетична характеристика бджіл.**
- 3. Генетична характеристика тутового шовкопряда.**

**1. Генетична характеристика риб.** Риби, як одна із найчисельніших груп нижчих хребетних тварин, налічують більше 2000 видів і характеризуються великою різноманітністю каріотипів, кількість хромосом диплоїдних наборів від 12 до 250.

Для майже 70% всіх вивчених видів риб характерним є каріотип з кількістю хромосом у диплоїдному наборі, що становить 42-50. Менше 42 хромосом у каріотипі мають 12,9% видів, а понад 100 лише 1,8%. Такий поліморфізм хромосомних наборів можна пояснити тим, що риби – це одна з найстаріших гетерогенних груп тварин.

Серед майже 2000 видів риб, каріотипи яких досліджено, статеві хромосоми ідентифіковані лише у 50 видів. При цьому характерним є те, що виявлена як чоловіча, так і жіноча гетерогаметність. У випадках чоловічої гетерогаметності статеві хромосоми позначаються символами X і Y, жіночої – W і Z.



На даний час найбільш повні відомості є з генетики коропа, і в меншій мірі райдужної форелі і пеляді. Приватна генетика інших видів риб, що культивуються в товарному рибництві, вивчена достатньо слабо.

Серед якісних ознак у коропа найбільш повно вивчена закономірність успадкування лускатого покриву. За ступенем його розвитку зустрічаються 4 типи коропів: лускаті, розкидані, лінійні і голі.

Лускаті коропи мають суцільний лускатий покрив, причому луска утворює на тілі правильні ряди.

У трьох інших типів спостерігається редукція лускатого покриву. Найбільш сильно вона виражена у голих коропів, майже повністю вільних від луски. Розкидані і лінійні коропи дуже мінливі за кількістю луски і її розподілу. Тип лускатого покриву визначається двома нещепленими аутосомними генами, кожен з яких представлений двома алелями (домінантним і рецесивним:  $Ss$  і  $Nn$ ). Поєднання алелів обох локусів у такий спосіб визначає тип лускатого покриву:  $SSnn$ ,  $Ssnn$  – лускаті,  $ssnn$  – розкидані,  $SSNn$ ,  $SsNn$  – лінійні,  $ssNn$  – голі.

Домінантні алелі у гомозиготному стані володіють летальним ефектом, що проявляється на пізніх ембріональних стадіях і в період вилуплення. Схрещування

коропів – носіїв домінуючих генів дає у потомстві 25% нежиттєздатних гомозигот.

У коропа відзначається мінливістю і за забарвленням тіла. Лускатий короп має зазвичай сріблясто-сіре з зеленим відливом забарвлення тіла. Однак зустрічаються коропа і з іншим, зміненим, забарвленням: блакитним, чорним, золотим, сірим. Спадкові зміни забарвлення відомі і в інших видів риб, у райдужної форелі, наприклад, зустрічається кілька типів забарвлення: альбінізм, золотисте, темно-жовте, металеве. Золотисті риби, як альбіноси, менш активні, ніж звичайна райдужна форель. Вони уникають світла і гірше ростуть.

У американського каналного сома також виявлені альбіноси, які характеризуються низьким виживанням, зниженим темпом росту і меншою плодючістю.

У коропа з 43 досліджуваних локусів, що кодують білки, 21 виявився поліморфним. Високий поліморфізм виявлений за трансферином. Описано 9 спадкових типів трансферину, які визначаються дев'ятьма алелями трансферинових локусів. Найбільш частими у коропа є трансферин *A*, *B*, *C*.

Дані з генетики якісних ознак використовують в селекції. Наприклад, у коропів з різними типами трансферину спостерігають різну зимостійкість. Відзначено

підвищену стійкість до дефіциту кисню у коропів гетерозиготних за геном сироваткових естераз і у коропів з трансферином *A*. При роботі з райдужною фореллю кращі результати отримують при схрещуванні самок і самців з однаковим гомозиготним складом за трансферинами і гетерозиготних за альбуміном.

До категорії кількісних ознак належить більшість господарсько цінних особливостей, у тому числі і всі основні показники продуктивності (маса тіла, виживаність, плодючість, стійкість до захворювань і ін.), екстер'єру, фізіолого-біохімічні та ін.

На відміну від простих якісних ознак кількісні ознаки залежать від багатьох генів. Такі ознаки, як маса і довжина тіла, розміри окремих органів, характеризуються безперервною мінливістю. Істотна особливість кількісних ознак полягає у значному впливі на їх величину факторів зовнішнього середовища.

**2. Генетична характеристика бджіл.** Медоносні бджоли (*Apis mellifera*) є результатом складної еволюції трьох віддалених гілок: західної Європейської, північної Середземноморської і Африканської.

У бджіл, мурах і ряду інших представників заgonу перетинчастокрилих статеві хромосоми відсутні, а самці розвиваються партеногенетично.

У маток і робочих особин медоносної бджоли диплоїдний набір містить 32 хромосоми, гаплоїдний – 16. У трутнів цих двох видів і в соматичних, і в статевих клітинах міститься по 16 хромосом. У бджоли гігантської і бджоли карликової – представників цього ж роду кількість хромосом в 2 рази менша, відповідно у самок 16 і 16, у самців – 8 і 8.

Статевих хромосом у медоносної бджоли немає, проте знайдений генетичний локус, позначений як  $\chi$ -локус, який забезпечує статеву детермінацію у перетинчастокрилих задовго до появи чоловічого партеногенезу. Цей ген представлений серією множинних алелей, кількість яких, за даними різних авторів, коливається в межах від 12 до 25.

Бджоли – «гаплодиплоїдні» комахи. Самки – диплоїдні, самці (дрони) – гаплоїдні (результат партеногенетичного розвитку незапліднених яєць). У трутнів, таким чином, немає батьків, хоча у них є діди за материнською лінією. У процесі сперматогенезу (характерного для бджіл абортивного мейозу) не відбувається редукція числа хромосом. Сперматозоїди, що утворюються у трутнів є

генетично ідентичними (за винятком несучих мутації), і, таким чином, всі нащадки конкретного дрона успадковують один і той же геном без варіацій. Така ситуація дійсно спостерігається у разі штучного запліднення бджолою «матки» одним дроном.

При звичайному (природному) способі розмноження бджіл «королева» осіменяється декількома трутнями приблизно з 12-ти 17 особин. У разі штучного запліднення бджолою матки тільки одним трутнем утворюються нерепродуктивні диплоїдні самки (робочі бджоли), які успадковують в середньому 75% генів материнської лінії.

Весь комплекс ознак медоносної бджоли поділяють на якісні та кількісні. До якісних ознак відносять забарвлення, опушеність тіла, тип запечатування меду, гігієнічну поведінку бджіл. Характер успадкування якісних ознак вивчається класичними методами генетичного аналізу. Щоб виявити гомо- чи гетерозиготність матки за будь-яким домінантним геном її необхідно схрестити з трутнями, що мають рецесивний алель за даним геном і проаналізувати потомство.

Щодо характеру успадкування деяких якісних ознак, то слід відмітити: миролюбивість у бджіл домінує над агресивністю; низький кубітальний індекс домінує над

високим; більший розмір комірок домінує над меншим; жовте забарвлення тіла домінує над чорним, сірим, коричневим.

Така ознака, як здатність активно збирати пилок з люцерни успадковується за проміжним типом і існує думка, що вона контролюється кількома генами, а на характер поведінки бджіл впливають шість генів.

Більшість господарсько корисних ознак у бджіл відносять до категорії кількісних, які за своєю природою є полігенними і успадковуються за типом складної взаємодії багатьох генів. Ступінь фенотипового вираження цих ознак значною мірою залежить від умов середовища, в якому відбувається реалізація генотипу.

До основних селекційних ознак медоносної бджоли відносять медову продуктивність, воскову продуктивність, середньодобову інтенсивність відкладання яєць маткою, зимостійкість, екстер'єрні особливості робочої бджоли, масу плідної матки, екстер'єрні особливості бджоломатки.

Значну вагу при вивченні корелятивної мінливості приділяють взаємозв'язку між довжиною хоботка і медовою продуктивністю. Позитивний і сильний зв'язок між цими ознаками характерний для сірих гірських кавказьких бджіл та їх помісей і середньоросійських бджіл.

На ступінь прояву селекційних ознак постійно впливають умови середовища – паратипові фактори. Проздатність бджолиних сімей утримувати селекційні показники на постійному рівні при зміні паратипових факторів свідчить коефіцієнти повторюваності.

**3. Генетична характеристика тутового шовкопряда.** Тутовий шовкопряд – метелик родини справжніх шовкопрядів. Крила в розмаху 40-60 мм, білуваті. Тіло масивне. За кількістю поколінь за рік розрізняються моновольтинні (одне), бівольтинні (два) і полівольтинні (багато) породи. Парування відразу ж після виходу з кокона. Самка протягом 2-3 діб відкладає 500-700 яєць і гине. Незимуючі яйця розвиваються 10-12 діб, зимуючі – навесні наступного року. У процесі харчування гусениці, кокон розвивається протягом 3 діб і складається з безперервної нитки довжиною 1000-1500 м. Щоб отримати один метр шовкової матерії необхідно використовувати нитку від 2800 до 3300 коконів, на краватку йде 110 коконів, 650 коконів досить для виготовлення блузки, а для шовкової ковдри може знадобитися до 12000 коконів тутового шовкопряда.

Таким чином, гусениця тутового шовкопряда є сьогодні основним засобом виробництва у тваринницькій галузі, іменованій шовківництво.

Перехід вітчизняного шовківництва на гібридну основу, та отримання промислових міжпородних гібридів першого покоління, дозволило використовувати явище гетерозису (гібридної потужності) для отримання промислових гібридів, що володіють підвищеною стійкістю до несприятливих умов літньо-осінньої відгодівлі гусениць.

Виведені породи, що розрізняються за продуктивністю, морфологічними і фізіологічними ознаками. Розроблені методи отримання поліплоїдних форм, регуляції статі і розмноження шляхом партеногенезу і андрогенезу.

Чоловічі особини шовкопряда продуктивніше жіночих. Їх кокони містять приблизно на чверть більше шовку. З практичної точки зору необхідно отримання андрогенного, тобто тільки чоловічого, потомства шовкопряда. Знайдено два варіанти вирішення. Перший – це температурний вплив на тільки що запліднені яйця, в результаті якого інактивується жіноче ядро. Запліднення завершується злиттям двох ядер сперміїв. З таких яєць розвиваються тільки самці, оскільки вони несуть однакові набори хромосом. Чоловіча стать у шовкопряда визначається двома однаковими статевими хромосомами (ZZ), а жіноча – різними (ZW).



Другий спосіб виведення андрогенного потомства заснований на інактивації ядра яйцеклітини рентгенівськими променями з подальшим заплідненням.

Для отримання андрогенеза свіжі запліднені яйця піддаються також сильному прогріванню, яке виводить з ладу чутливий до прогрівання ядерний апарат ооцита і виключає з розвитку хромосоми матері. Ядро зародка включає тільки батьківські хромосоми, внесені сперміями. Розвиток відбувався на основі материнської цитоплазми і батьківського ядра. Андрогенетичні особини диплоїдні, оскільки виникають у результаті злиття ядер двох сперміїв, і тільки самці.

У сучасному шовківництві використовують гібриди шовковичного шовкопряда, які порівняно з чистими породами дають вищий врожай коконів, з більшою шовковистістю і кращими технологічними якостями ниток коконів. У тутового шовкопряда описано понад 400 спадкових змін – мутацій.

Виявлено вплив ряду морфологічних мутацій тутового шовкопряда на заплідненість, ембріональну життєздатність, локомоторну активність і здатність до термічного партеногенезу. Вплив гена *white 1* на життєздатність залежить від генетичного фону, на якому він знаходиться.

Також, ген *white 1* впливає і на локомоторну активність, і на ембріональну життєздатність порід. Різний прояв забарвлення смуг у гусениць (темні або світлі смуги) незначно впливає на життєздатність наступного покоління. Наявність ознаки «додаткові напівмісяці» у батьківських особин по-різному впливає на ембріональну життєздатність шовкопряда залежно від способу розведення породи. При порівнянні здатності до термічного партеногенезу в двох групах особин (мають і не мають ознаку «додаткові напівмісяці») показано, що в першій групі цей показник вище на 43%. Ген, що обумовлює темне забарвлення метеликів, надає стимулюючу дію на локомоторну активність.

Таким чином, у гаплоїдному геномі тутового шовкопряда дикого типу міститься 27 хромосом, у домашнього типу – 28; більшість з них є дрібними утвореннями, що важко піддаються генетичному і цитогенетичному аналізу.

## Література

1. Астауров Б. Л. Генетика пола / Б. Л. Астауров // Актуальные вопросы современной генетики. – М. : Изд-во МГУ, 1966. – С. 65–113.
2. Астауров Б. Л. Искусственный партеногенез, экспериментальная полиплоидия и пол у бисексуальных животных Б. Л. Астауров // Актуальные вопросы современной генетики. – М. : Изд-во МГУ, 1966. – С. 368–391.
3. Браславский М. Е. Селекция тутового шелкопряда в Украине (достижения, проблемы и перспективы) / М. Е. Браславский, В. А. Головкин, А. З. Злотин. – Харьков, 2002. – 280 с.
4. Биляш Г. Д. Селекция пчел / Г. Д. Биляш, Н. И. Кривцов. – М. : Агропромиздат, 1991. – 302 с.
5. Васильева Е. Пчелы / Е. Васильева, И. Халифман. – М. : Молодая гвардия, 1981. – 303 с.
6. Генетика : учебник для с.-х. вузов / [В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, С. Ж. Стамбеков и др.]. – Новосибирск : Изд-во СемГПИ, 2007. – 628 с.
7. Генетика риб : навчальний посібник / В. В. Базалій, В. В. Бех, Ю. В. Пилипенко, В. А. Лісний. – Херсон : Олді-плюс, 2015. – 306 с.
8. Жимулёв И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебник для вузов / И. Ф. Жимулёв. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 2007. – 470 с.
9. Ильина Е. Д. Основы генетики и селекции пушных зверей / Е. Д. Ильина, Т. А. Кузнецов. – М. Колос, 1983. – 200 с.

10. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции : учебник для студентов вузов / С. Г. Инге-Вечтомов. – СПб. : Изд-во Н-Л, 2010. – 720 с.
11. Коновалов В. С. Генетика сільськогосподарських тварин / В. С. Коновалов, В. П. Коваленко, М. М. Недвига. – К. : Урожай, 1996. – 432 с.
12. Коробко А. В. Частная генетика : учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Зоотехния» / А. В. Коробко, В. И. Богданович. – Витебск : УО ВГАВМ, 2006. – 132 с.
13. Коцюбенко Г. А. Науково-практичні методи підвищення продуктивності кролів : монографія / Г. А. Коцюбенко. – Миколаїв : МНАУ, 2013 – 191 с.
14. Хатт Ф. Генетика животных / Ф. Хатт. – М. : Колос, 1969. – 445 с.
15. Эрнст Л. К. Профилактика генетических аномалий крупного рогатого скота / Л. К. Эрнст, А. И. Жигачев. – Л. : Наука, 1990. – 323 с.
16. Яковлев А. Ф. Цитогенетическая оценка племенных животных / А. Ф. Яковлев. – М. : Агропромиздат, 1985. – 275 с.

Навчальне видання

**Каратєєва Олена Іванівна**

**Спеціальна генетика**  
*курс лекцій*

Технічний редактор: О. І. Каратєєва

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 6,81  
Тираж 15 прим.

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв,  
вул. Паризької Комуни, 9  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 4490 від 20.02.2013 р.