

ГОНЧАРЕНКО І.В.

**СЕЛЕКЦІЙНІ ІНДЕКСИ У СИСТЕМІ СЕЛЕКЦІЇ
МОЛОЧНИХ КОРІВ**

Київ - 2007

ГОНЧАРЕНКО І.В.

**СЕЛЕКЦІЙНІ ІНДЕКСИ У СИСТЕМІ СЕЛЕКЦІЇ
МОЛОЧНИХ КОРІВ**

Київ – 2007
“Аграрна наука”

УДК 636.082.2.11

Гончаренко І.В. Селекційні індекси у системі селекції молочних корів. – К.: Аграрна наука, 2007. – 68 с.

В брошурі узагальнено інформацію щодо використання селекційних індексів, їх конструювання та відбору тварин за комплексом ознак. Розроблено новий спосіб відбору молочних корів у селекційну групу за комплексом ознак: екстер'єром, молочним жиром та білком, плодючістю тварин, тривалістю їх господарського використання та здоров'ям вим'я за кількістю соматичних клітин в 1 см³ молока. Для подальшого розведення залишають корів, селекційний індекс яких перевищує середній показник по стаду.

Це науково-практичне видання розраховано на широкий загал читачів: науковців, керівників підприємств, фахівців з тваринництва, селекціонерів та студентів.

Рецензенти: доктор сільськогосподарських наук, професор, чл.-кор. УААН

Д.Т. Вінничук,

доктор сільськогосподарських наук І.С. Хомут

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП	6
ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ	7
МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ТА ПОБУДОВИ СЕЛЕКЦІЙНИХ ІНДЕКСІВ..	11
КЛАСИФІКАЦІЯ СЕЛЕКЦІЙНИХ ІНДЕКСІВ	15
СЕЛЕКЦІЙНІ ІНДЕКСИ ТА ЇХ СТРАТЕГІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ	21
Програма розведення гоштинської худоби в Ізраїлі	21
Особливість індексної селекції в молочному скотарстві Канади	24
Селекційні індекси, які використовуються у різних країнах світу	33
Система селекційних індексів у молочному скотарстві Республіки Беларусь.....	
Розробка власного селекційного індексу системної оцінки молочних корів	
СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ СЕЛЕКЦІЇ	
ЗАКЛЮЧЕННЯ	
ЛІТЕРАТУРА	

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

C = Conf = Conformation
Calv= Calving ease
Capac= body capacity
DC = Dairy Character
EBI = Ecological Breeding Index
EBV = Estimated breeding value
Fat= Fat yield
FL = Feet & Legs
FU = Fore Udder
INTERBULL = International Bull Evaluation
HFA = Holstein-Friesian Association
LPI = Lifetime Profitability Index
Long= Longevity
MS = Mammary System
PD₂₀₀₁ = Predicated Difference
Pers= milk persistency
Prot = protein yield
PTA = Predicted transmitting ability
PTAT = Predicted transmitting ability type
R = Rump
RU = Rear Udder
RZM = Relativzuchtwert Milch
SCS = SCC – Somatic cell count
ST = Style
SZ = Size
TMI = Total merit index
TPI = Total performance index;
Udder= udder conformation,

ВСТУП

Провідне місце в селекційних програмах посідають ознаки молочної продуктивності корів. Протягом останніх років наукові дослідження концентруються навколо аспекту, який установлює залежність продуктивності тварин та їхньої сприйнятливості до різних захворювань. Хвороби призводять до зниження одержуваної продукції, погіршення її якості тощо.

Аналіз стану племінної роботи нині показав, що в базових господарствах виріс генетичний потенціал великої рогатої худоби. А отже, в нових умовах змінюються і вимоги до відбору корів. Проведення його лише за продуктивністю (надоем, жирністю та білковістю молока) вже є недостатнім. Для підвищення селекційно-племінної роботи поряд з відбором за продуктивними якостями необхідно відбирати корів за плодючістю, тривалістю господарського використання, резистентністю до різних захворювань.

Однак, чим більше ознак відбору, тим менша ймовірність прогресу за кожній з них.. Саме тому для оптимізації відбору тварин за комплексом господарсько-біологічних ознак доцільно застосовувати метод селекційних індексів.

Племінна робота, що ґрунтується на відборі тварин за селекційними індексами, має перевагу перед звичайною в тому, що з'являється можливість одержання математичного виразу загальної племінної цінності тварин за великою кількістю ознак як самої тварини, так і її предків, бокових родичів чи нащадків.

В основу побудови селекційного індексу у країнах з розвиненим молочним скотарством покладено методику виразу селекційних ознак в одній узагальнюючій величині пропорційно селекційно-економічному значенню кожного з них.

Нині для підвищення селекційно-племінної роботи слід використовувати системний підхід. Суть його полягає у розгляді складного об'єкта як взаємодіючого комплексу елементів, що зазнають додаткового впливу зовнішніх чинників.

Незважаючи на те, що в останні роки індексна селекція широко і ефективно застосовується за кордоном, в нашій країні це питання потребує подальших досліджень та розробок стосовно конкретних порід і популяцій тварин.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Племінну роботу в науково-популярній літературі часто називають еволюційним процесом, яким керує людина. Селекціонер, котрий озброєний необхідними знаннями, може створювати організми з новими, небувалими в природі ознаками та рівнями їхнього прояву, причому здійснюється цей процес за допомогою відбору. Донині відбір вивчено досить всебічно: використовуючи знання, можна не лише вибирати дійсно кращих тварин, але й розраховувати величину генетичного (успадкованого) зрушення ознак, які селекціонуються, на багато поколінь уперед.

Водночас в організації відбору необхідно розв'язати низку проблем. Справа в тому, що відібрати племінну тварину – це означає виявити і відібрати кращий генотип. Генотип племінної тварини в тому чи іншому ступені виявляється лише наприкінці його племінного використання або навіть після вибуття. А відтак селекціонер змушений постійно йти на компроміс: не чекати безпосередньої оцінки генотипу, а використовувати для цих цілей побічні, в тому чи іншому ступені ймовірні методи оцінки племінних якостей.

Поняття система (грецькою system) включає широкий спектр методологічних підходів, а саме: 1) ціле, складене із частин; 2) порядок, зумовлений правильним розміщенням частин в певному зв'язку; 3) сукупність принципів, що слугують основою для якого-небудь вчення; 4) сукупність частин, зв'язаних загальною функцією тощо. У зоотехнічному аспекті даних досліджень приведена в систему певна послідовність оцінки генотипу молочних корів за ознаками їх фенотипу відповідно досягнення основних стадій онтогенезу.

У нашому розумінні визначення поняття *система селекції молочних корів* це науково обґрунтована послідовність етапів відбору тварин за комплексом ознак на основі закономірностей реалізації розвитку цілісного генотипу в процесі онтогенезу.

Вперше теоретичні аспекти системної селекції були висвітлені в працях Гаркаві О.В. (1928-1932 рр.), але найбільшого розвитку ці положення отримали при розробці системи великомасштабної селекції у молочному скотарстві країн

Європи (1963-1969 рр.), бувшого Радянського Союзу та України (1970-1977 рр.). Починаючи з 1980-х років система селекції молочної худоби знову концентрується навколо проблеми оцінки бугаїв-плідників, однак при цьому не слід забувати, що ця оцінка безпосередньо пов'язана з потомством плідників, в т.ч. з їх дочками – молочними коровами, на основі селекційних індексів. Однак, для умов господарств України, враховуючи відсутність державних замовлень і дотацій на обсяги виробленої продукції, контролю за цінами на продукцію та енергоносії, неможливо використати зарубіжну методологію розрахунку та використання основних критеріїв селекційного процесу. Тому в подальших дослідженнях використані власні методичні розробки, які базуються на пріоритеті показників високого рівня молочної продуктивності, або довічного надою, якісних критеріїв оцінки якості молока, тривалості господарського використання корів, їх плодючості тощо, тобто тих ознак, які вирішальним чином впливають, прямо чи опосередковано, на економіку виробництва.

Серед шляхів, які намітилися, у підвищенні ефективності відбору тварин, можна відокремити наступні.

Відбір тварин за однією ознакою навіть теоретично вести неможливо, враховуючи наступні аксіоми: 1) користувальна цінність молочних корів залежить від багатьох ознак і систем організму; 2) існує генетична кореляція між ознаками відбору, тому селекція тварин за однією ознакою в більшості випадків зумовлює одночасну корельовану відповідь інших систем організму.

Але чим більшу кількість ознак включають в програму селекції, тим меншу результативність одержують в кінцевому рахунку. Теоретичні розрахунки показують таку залежність кількості ознак і відносну ефективність селекції:

Кількість ознак	Відносна ефективність, %
1	100
2	71
3	58
4	50
5	45

Крім того, продукція тварин залежно від її кількості та якості, має різну економічну цінність, тому виникла проблема оптимізації процесу селекції з метою досягнення максимально можливого ефекту в стаді або популяції. Це завдання стосується не лише молочного скотарства, але і всіх галузей тваринництва.

Результативність племінного добору обумовлюється багатьма факторами, але головним з них є рівень точності оцінки генотипу тварин. Теорія і практика селекції свідчать, що оптимальних результатів можна досягти за комплексною оцінкою генотипу. Провідним методом такої оцінки є індексний вираз, який акумулює в одному показнику оптимальне співвідношення селекційних ознак. Індексна селекція дозволяє “недоліки” генотипу тварини за однією ознакою компенсувати “позитивною якістю” іншої [25, 29, 34].

Перехід до селекції за допомогою індексів ставить необхідність розмежування понять ознаки відбору та показники відбору. *Ознаки відбору* – це ті господарсько-корисні якості, заради яких розводять той або інший вид тварин (наприклад, молочність великої рогатої худоби). *Показники відбору* – кількісні або якісні критерії, за якими можна судити про розвиток тієї чи іншої ознаки відбору (наприклад, кількість молока, вміст у ньому жиру та білка).

Перехід від оцінки та відбору методами незалежних рівнів (тобто за кожною ознакою окремо) до селекції методами одночасного відбору (тобто за селекційними індексами). Це якісно новий ступінь в організації відбору: якщо тандемний відбір забезпечує поліпшення окремих ознак, не зумовлюючи їхнього наступного зниження, а відбір по незалежних рівнях виявляє лише нижні межі для кожної з ознак, які селекціонуються, то одночасний відбір дає змогу кожній з ознак, що селекціонуються, дати кількісну оцінку, від додавання яких отримують індекс, що і є в даному випадку єдиним критерієм при відборі. Особливо ефективний такий відбір за необхідності поліпшення комплексу ознак, оскільки ефективність його в n разів вища, ніж тандемного (n – кількість селекціонованих ознак).

Однією з переваг *індексної селекції* (index selection) – селекція, яка заснована на відборі тварин за селекційним індексом, – є те, що вона відкриває можливість отримати математичний (кількісний) вираз загальної племінної цінності тварини за великою кількістю ознак як її самої, так і її предків, бокових родичів або нащадків. У зв'язку з цим залежно від інформації, яка використовується в індексі, їх поділяють на дві групи: індекси племінної цінності та селекційні індекси. У першому разі оцінюють одну ознаку відбору за показниками родичів і власної продуктивності; у другому – декілька ознак відбору без урахування показників родичів [29].

У сучасних програмах селекції молочної худоби, яка ґрунтується на досягненнях популяційної генетики, біотехнології відтворення і інформаційних технологіях, внесок матерів бугаїв у генетичний прогрес за надоєм популяції складає до 30-40%. При цьому оцінка племінної цінності слугує критерієм відбору потенційних матерів бугаїв.

Теоретично кращим методом оцінки племінної цінності корів – потенційних матерів бугаїв признана індексна оцінка, яка об'єднує генетичну інформацію про племінну цінність корови (пробанда), яку оцінюють, та її батьків. Теоретично доведено, що більш дальні предки передають гени пробанду лише через батьків. Якщо індексна оцінка матері бугая має високу вірогідність, то додаткова інформація про дальні предки суттєвого ефекту не дає, і вона має значення лише для генеалогічної оцінки тварини. Існує закон за яким регресія племінної цінності пробанда на фенотип предка зменшується із кожним наступним поколінням навпіл.

Індексну оцінку племінної цінності корови – потенційної матері бугая можна розглядати як варіант моделі “Animal model” (AM), яку широко використовують у зарубіжній селекції тварин. Однак для впровадження в селекцію моделі AM потрібна потужна багатокіштовна комп'ютерна техніка та інформаційні технології.

МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ТА ПОБУДОВИ СЕЛЕКЦІЙНИХ ІНДЕКСІВ

Конструювання селекційних індексів – досить складна задача, методичну сторону якої остаточно ще не розроблено. З багатьох рекомендацій з даного питання найбільше визнання отримали дві методики – методика Хейзела (Hazel), яка заснована на використанні коефіцієнтів генотипових і фенотипових кореляцій, і методика, яка заснована на використанні прийомів лінійного програмування (множинної лінійної регресії), яку запропонував Le Roy. Основними складовими цих методик є: вибір оптимальної кількості ознак, що селекціонуються; визначення селекційно-генетичних параметрів і коефіцієнтів детермінації для кожного з них та в комплексі; вибір функції індексу й визначення вагових коефіцієнтів для кожного із складових індексу [13].

Перший етап конструювання селекційного індексу – це вибір такого кількісного показника, який найповніше характеризує би і зоотехнічну, і економічну сторони продуктивності тварин даного виду. В скотарстві таким показником може бути вартість або рентабельність продукції від однієї корови в рік; у свинарстві – вихід свинини або її вартість з розрахунку на одну свиноматку в рік і т.п.

Другий етап – проведення багатоступеневого регресійного аналізу для встановлення ступеня детермінації обраного кінцевого зооекономічного показника продуктивності різними можливими для визначення у виробничих умовах показниками відбору. Опускаючи після кожного ступеня показники, які найменшою мірою детермінують кінцевий (підсумковий) показник продуктивності, знаходять таке їхнє співвідношення, яке не є громіздким і забезпечує достатній ступінь детермінації. Зазвичай вважають, що кількість показників, які включають в індекс, не повинна перевищувати 6-7, а ступінь детермінації – не нижче 80%.

Третій етап – вибір нульової і верхньої меж індексів. За нульову межу, як правило, беруть значення складових індексу, які досягнуто більшістю племінних заводів. Індекс у цьому разі повинен дорівнювати нулю. Верхня межа – це ті цільові стандарти, яких передбачається досягнути. Індекс для цього рівня продуктивності повинен дорівнювати 100 балів.

Четвертий етап – розрахунок індексних коефіцієнтів. При проведенні цих розрахунків індексні коефіцієнти (вагові коефіцієнти) запроваджують на підставі обліку коефіцієнтів успадковуваності, значень стандартних відхилень і різниці між цільовими стандартами й показниками популяцій на час проведення розрахунків (селекційний диференціал відбору, відбитий в одиницях вимірювання селекційних ознак).

Заключний етап – виведення безпосередньо формули селекційного індексу, що здійснюється шляхом вибору теоретичних лінійних шкал дії відбору номограмним способом.

У 1943 році Хейзел Л.Н. (L. Hazel) розробив генетичну базу для конструювання селекційних індексів і визнаний фундатором теорії селекційних індексів у тваринництві [63]. При цьому селекційний індекс розглядався як узагальнений вираз племінної цінності економічно значимих ознак з врахуванням їх взаємозв'язків (генетичних кореляцій). Прикладом індексів племінної цінності може бути індекс для відбору ремонтних свинок у США:

$$i = y_1 + 0,83y_2 - 1,41y_3,$$

де y_1 – племінна продуктивність матері особини, яка оцінюється;
 y_2 – жива маса особини, яка оцінюється, у віці 180 днів;
 y_3 – бонітувальний бал при реалізації.

У найпростішій формі селекційний індекс розраховують за формулою:

$$CI = h_1 (x_1 - x) + h_2 (y_1 - y),$$

де x , y – ознаки тварини, яку оцінюють;
 x_1 , y_1 – середнє по стаду;
 h_1 , h_2 – коефіцієнти успадковуваності ознак.

В подальшому Lush J.L. [70], Comstock R.E та інші [55], Robertson A та інші [81, 82] використали метод селекційних індексів для оцінки бугаїв-плідників молочних порід за якістю нащадків. В 1960-х роках Кравченко М.А. розробив систему селекційних індексів пробанда на основі показників предків родоводу [18]. В 1980 році Вінничук Д.Т. опублікував аналітичний огляд принципів побудови селекційних індексів з врахуванням продуктивності “бічних” родичів (напівсестер і напівбратів) та інших методичних принципів використання селекційних індексів на протязі різних періодів онтогенезу тварин [8-10].

Починаючи з 1980-х років, в країнах Європи та США стали широко використовувати селекційні індекси при відборі бугаїв-плідників і на їх основі – індекси племінної цінності [5, 6].

Розробка та вдосконалення селекційних індексів велась в усіх галузях тваринництва та особливо у молочному скотарстві бувшого Радянського Союзу наприкінці 70-х – початку 90-х років ХХ ст., але в Україні відбір тварин за селекційними індексами на той час майже не вівся.

Так Д.Т. Вінничуком [10] запропоновано індекс для відбору корів на придатність до машинного доїння:

$$CI = 10(PH - 6) + (ШВ - 1) + (I - 40) + 10П,$$

де PH – разовий надій, л;

ШВ – середня швидкість видоювання, л/хв;

I – індекс вим'я;

П – індекс плодючості (кількість отелів/вік корови у роках x 100).

У ВНДІРГТ розроблений селекційний індекс для відбору матерів бугаїв [21]:

$$CI = b_{вл} (P_{вл} - P_{рв}) + b_o (P_d - P_{рв}) + b_m (P_m - P_{рв}),$$

де $P_{вл}$ – власна продуктивність корови;

P_d – продуктивність дочок батька;

P_m – продуктивність матері;

$P_{рв}$ – продуктивність ровесниць (корови, дочок батька, матері відповідно);

$b_{вл}$, b_o , b_m – коефіцієнти регресії, які вираховують за відповідними формулами

Для переведу цього індексу у відносні одиниці використовується наступна формула:

$$CI (\%) = 100 + \frac{CI - 100}{P_{рв}},$$

де $P_{рв}$ – продуктивність ровесниць корови, яку оцінюють.

Запропонований індекс може бути використаний не лише для оцінки корів за надоєм, але і вмістом жиру, білка та інших показників. Необхідно лише для кожного разу виявляти значення індексних коефіцієнтів (b).

Простішим індексом при відборі матерів бугаїв може бути селекційний диференціал, який представляє різницю між абсолютною продуктивністю даної корови і її ровесницями. Відбір матерів бугаїв за селекційним диференціалом (S) досить ефективний: дочки бугаїв, які отримані від матерів з S вище 3000 кг молока, перевершували ровесниць за надоєм на 221 кг, тоді як дочки плідників,

матері яких мали S до 2000 кг, дали молока лише на 79 кг більше, ніж їхні ровесниці. Надійність даного методу підвищується, якщо використовувати S не за вищу лактацію, а в середньому за всі наявні лактації.

Індекс молочності (ІМ) корів за Н.П.Погребною, Б.А. Багриєм – селекційна ознака, яка поєднує надій, жирність молока і живу масу. ІМ розраховують за формулою: $ІМ = (Н \times 100) : ЖМ$, де $Н$ – середній надій молока базисної жирності; $ЖМ$ – середня жива маса корів стада [26].

У більш складній формі селекційний індекс включає економічні показники, а також генетичні кореляції між ознаками. Індекс складають на підставі рівнянь множинної регресії, кожний член якого отримує певну вагу залежно від успадкованості ознак, їхніх фенотипових і генотипових кореляційних зв'язків та відносної економічної значущості. Чим більше ознак в індексі, тим менша величина селекційного диференціалу по основних, найсуттєвіших компонентах ознак, які селекціонуються.

Спрощений вигляд селекційного індексу являє собою рівняння лінійної регресії, який описується формулою:

$$I = \beta_1 (X_{T1} - X_{P1}) + \beta_2 (X_{T2} - X_{P2}) + \dots + \beta_n (X_{Tn} - X_{Pn}),$$

де I – числовий показник селекційного індексу;

X_T – фенотиповий показник оцінюваної тварини за n -ною ознакою;

X_P – середній показник ровесників за n -ною ознакою;

β – вагові коефіцієнти ознак, визначені за формулою: $\beta = p^{-1}C_1a$,

де p^{-1} – обернена матриця фенотипових варіанс та ко-варіанс;

C_1 – матриця генотипових варіанс та ко-варіанс

a – вектор відносної економічної ваги ознак.

Складений таким чином індекс характеризується наступними важливими властивостями: максимальна кореляція між генотипом за комплексом ознак та селекційним індексом; максимальна вірогідність добору найбільш цінної тварини; максимальне поліпшення популяції за комплексом ознак. Модель також передбачає економічну оптимізацію інтенсивності добору залежно від кількості ознак та їх відносної економічної ваги [18, 35].

При розробці селекційних індексів не завжди використовують всі їх параметри, що зумовлює виникнення різних їх модифікацій, як зокрема без

врахування економічної ваги ознак [13], індексу бажаного типу, в основі якого знаходиться уява про оптимальний рівень розвитку кожної з ознак [1, 2], прогнозованої продуктивності з використанням модельних відхилень [7] та інших.

КЛАСИФІКАЦІЯ СЕЛЕКЦІЙНИХ ІНДЕКСІВ

Узагальнюючи інформацію з опублікованих джерел літератури, можна згрупувати селекційні індекси (СІ) таким чином: 1) СІ педігрі (за походженням); 2) СІ за власним фенотипом; 3) СІ за фенотипом повних сибсів (брати і сестри) і напівсібсів (напівбрати і напівсестри); 4) СІ за потомством; 5) СІ за комплексом ознак; 6) бонітування.

В поетапній оцінці молочних корів за селекційними індексами першим є „педігрі – індекс”, який розраховують за показниками фенотипу предків. Цей індекс має ймовірність 0,5 при використанні фенотипових та генотипових даних предків першого ряду родоvodu. В даному випадку СІ вираховують за формулою: $CI = 0,5 \cdot B + 0,5 \cdot M$, де B – СІ батька; M – СІ матері. При розрахунках „педігрі – індексу” в деяких країнах, де практикують чистопородне розведення, враховують показники трьох рядів предків [5, 19, 29].

СІ за власним фенотипом тварин визначають за формулою: $CI = \Phi_T - \Phi_p$, де Φ_T – фенотип даної тварини; Φ_p – фенотип ровесників. Фенотипові показники продуктивності, екстер'єрного типу і т.п. можуть порівнюватись з показниками стада, стандартів породи, тому відповідно базову формулу, як правило, ускладнюють. Якщо в формулу ввести показник h^2 , то отримують адитивну племінну цінність за власними показниками тварин.

СІ за показниками фенотипу сибсів і напівсібсів досить ефективний у багатоплідних тварин (свині, птиця і т.п.). Ймовірність такої оцінки аналогічна „педігрі – індексу”, враховуючи генетичну кореляцію між сибсами (0,5). Для малоплідної великої рогатої худоби цей індекс цілком придатний за умови використання методу трансплантації ембріонів.

СІ за потомством вважають найбільш придатним для оцінки генотипу тварин, в т.ч. для визначення їх племінної цінності, особливо при введенні

додаткових показників, наприклад, коефіцієнта регресії фенотипу потомків на генотип плідника.

Наведені вище СІ є іменовані, тобто мають числове вираження (кг, см, % і т.п.), і порівнюються з відповідними показниками ровесників, середнього рівня по стаду, загальноприйнятих стандартів. Однак, в останні роки, використовуючи комп'ютерні програми, в практиці селекції тварин все частіше застосовують так звану *розрахункову племінну цінність* за генотиповими відхиленнями, що характеризують передавальну спадково-зумовлену здатність батьків, тобто реалізацію їх якостей у потомстві. Цей метод майже співпадає з EBV (Estimation of Breeding Values), що широко застосовується в Європейських країнах. Однак, показники розрахункової племінної цінності неможливо співставити шляхом порівняння, тому розрахункову цінність стали оцінювати в *одинацях генотипового стандартного відхилення* і ввели поняття *стандартизована племінна цінність* (СПЦ). На основі цих відхилень розробляють лінійні профілі, обчислюють індекси селекційної цінності.

СІ за комплексом ознак власного фенотипу визначають на основі наступної базової формули [28]:

$$CI = K_1(\Phi_1 - \Phi_2) + K_2(\Phi_3 - \Phi_4) + \dots + K_n(\Phi_n - \Phi_p),$$

де K_1, K_2, \dots, K_n – вагові коефіцієнти для кожної селекційної ознаки; $\Phi_1, \Phi_3, \dots, \Phi_n$ – фенотип тварин за окремою селекційною ознакою; $\Phi_2, \Phi_4, \dots, \Phi_p$ – фенотип ровесників тварин за відповідними ознаками.

Вважають, що такі індекси забезпечують високу кореляцію між генотипом за комплексом ознак і СІ, що сприятиме оптимальному поліпшенню стада (чи популяції) за сукупністю ознак. У дану формулу в багатьох країнах вводять показники економічної значущості кожної ознаки, що сприяє економічній ефективності прийомів селекції молочної худоби.

Наприклад, у Нідерландах оцінку та відбір корів-матерів бугаїв-плідників молочних порід ведуть за індексом INET (економічний індекс продукції молочного жиру та білка), що забезпечує більш високу оцінку тварин, молоко яких містить більшу жирність та білковість. Формула індексу INET наступна:

$$INET = -0,15 \cdot \text{кг носія} + 2 \cdot \text{кг жиру} + 12 \cdot \text{кг білка},$$

де „носій” – це вода, лактоза, мінеральні солі.

Серед корів матері бугаїв відбираються з урахуванням величини індексу INET та даних родоводу за 3 покоління, серед телиць – за индексом родоводу, який включає показники племінної цінності батька і матері [39].

Корови-матері бугаїв використовуються для отримання ембріонів декілька разів, при цьому метою є отримання від однієї корови як мінімум 2-3 синів з різними родоводами за батьківською лінією. Ембріони від телиць отримують, як правило, 1 раз. Остаточне рішення відносно вибору телиці в якості матері бугая приймається через 100 днів її першої лактації [31].

Дана система оцінки і відбору матерів бугаїв має переваги порівняно з іншими в зв'язку із вираженою орієнтацією на підвищений вміст в молоці найбільш цінних компонентів, перш за все – білка [3, 4].

В багатьох країнах з високопродуктивним молочним тваринництвом з метою порівняння отриманих селекційних індексів введені стандартні генотипові відхилення. Наприклад, в Канаді для кожної з порід (айршири, бурий швіц, джерсеї і т.п.) по молоку генотипові відхилення варіюють від 527 до 830 кг; по молочному жиру (кг) – від 13 до 34; білку – 8-25 кг [46].

В селекційному індексі здоров'я корів враховують багато факторів:

$$HEALTH = \{[-6 \cdot (SCC - 3.00/0,23) + [3 \cdot UD/5] + [1 \cdot (MSP - 85)/4,8]\} \cdot CF,$$

де SCC – кількість соматичних клітин у молоці; UD – об'єм вим'я; MSP – інтенсивність нарощування молочної продуктивності; CF – кореляційний фактор (для кожної породи розроблено кореляційний фактор, величина якого варіює залежно від породи від 1,2514 - голштинська до 1,7678 - канадська) [52].

В селекційні індекси племінної цінності за однією ознакою чи комплексом ознак додатково в формулу вводять показник h^2 , враховуючи адитивний ефект генів, що зумовлюють дану ознаку чи комплекс ознак. В наукових публікаціях викладені принципи побудови складних індексів з врахуванням взаємодії генів та „генотип x середовище” в програмах селекції молочних порід та моделювання [6, 14].

Оцінку тварин за *бонітувальними класами* не вважають достатньо точною, тому ця система оцінки та прогнозування племінної цінності поступово зникає з практики племінної справи в скотарстві.

На думку М.А. Кравченка бонітувальні класи не завжди є достатніми для того, щоб тільки на їх основі проводити добір в кожному конкретному стаді. Для найбільш точної оцінки племінної цінності тварин у світі широко використовують різноманітні селекційні моделі.

Відомо, що різниця в умовах середовища призводить до фенотипової мінливості. Генетична мінливість в фенотипі особин проявляється у взаємодії середовища та генотипу, що дозволяє добирати особин за чутливістю генотипу до впливу паратипових факторів. Усі сучасні моделі селекції використовують спільний принцип добору ко-варіанс між фенотипом та господарською продуктивністю. Моделі селекції за фенотиповою пластичністю ознак – це окремі варіанти загальної моделі одночасної селекції за комплексом ознак. В біології існує декілька моделей добору за фенотиповою пластичністю: модель стану ознаки, модель нескінченних вимірювань, модель нормальної реакції, яка відповідає багатомірній моделі (multitrait model), функціонально–ко-варіаційна модель і модель випадкової регресії (random regression model). Індексна селекція безпосередньо включається до моделі селекційного градієнту [57].

Однією з найбільш поширених моделей для оцінки генотипу великої рогатої худоби з врахуванням декількох ознак є багатомірна модель, яка є одним з варіантів методу BLUP [30, 37]. Вона розробляється з використанням великої кількості даних щодо продуктивності тварин. До моделі включають генетичні зв'язки між оцінюваними ознаками, а також до кожної з них вектора фіксованих ефектів впливу паратипових, генотипових, випадкових факторів і факторів відповідної генетичної групи тварин [41, 56, 91].

Поряд з використанням фіксованих поправок для корегування продуктивності на різні фактори все частіше використовують лінійні та поліноміальні рівняння регресії, які з більшою точністю відображають фенотипові зміни селекційних ознак [75, 87]. Тому, як найбільш ефективний і

перспективний метод оцінки тварин або прогнозу їх продуктивності в останні роки широко використовують модель випадкової регресії [47, 48, 69, 73].

Суть моделі випадкової регресії подібна до багатомірної. Це рівняння, що описується лінійною функцією або в матричному вигляді, але замість фіксованих ефектів впливу різноманітних факторів у ній використовують для кожної тварини два типи коефіцієнтів випадкової регресії, котрі представляють прямий генетичний адитивний вплив і дію факторів зовнішнього середовища. Коефіцієнти випадкової регресії для кожної тварини визначають підстановкою випадкових величин факторів впливу в рівняння регресії, яке відображає взаємодію ознак і описується лінійними, поліноміальними та іншими математичними функціями [74, 78, 83]. Використання моделі випадкової регресії порівняно з багатомірною дозволяє підвищити точність оцінки тварин на 4,3-5,9% [71].

Особливість племінної роботи у високопродуктивних стадах полягає в складності відбору в популяції тварин, які відповідають вимогам селекціонера одночасно за екстер`єром, продуктивністю та іншими цінними ознаками. В практиці зарубіжної селекції при відборі тварин по племінній цінності використовують продуктивно-екстер`єрний індекс корови (cow-index).

В сучасних програмах селекції обов`язково враховують такі ознаки, як тривалість господарського використання, якість вим`я і його здоров`я (кількість соматичних клітин у молоці), якість кінцівок та ряд інших ознак. В країнах європейської спільноти питома вага цих ознак досить різноманітна, що пов`язано не з їх економічною значимістю, а з метою і задачами селекції, які ставляться перед членами асоціацій з розведення молочної худоби на кожному конкретному етапі з породами [22].

Кореляція між різними господарсько-корисними ознаками молочних корів вивчена ще недостатньо, тому лише в небагатьох публікаціях вдалося встановити значимість взаємодії спадковості і факторів середовища в показниках фенотипових кореляцій. Генотипову кореляцію в більшості випадків пояснюють явищем плейотропії, тобто, що одні і ті ж гени впливають на дві ознаки. Другою

причиною може бути зчеплення між генами. Однак, не слід забувати, що внаслідок можливого кросинговеру проходить процес часткової зміни та комбінування хромосом в наступному поколінні тварин [24].

Для розробки селекційного індексу необхідно знати фенотипову і генотипову кореляцію між селекціонованими ознаками, рівень показника успадкованості (h^2) та відносну економічну цінність. На цій основі вираховують множинні регресії загального генотипу індивіда по різним господарсько-корисним ознакам, при цьому може бути отриманий селекційний індекс для всіх цих показників разом, який відображає максимально оптимізовану кореляцію з загальним генотипом. Необхідно пам'ятати, що селекційний індекс базується на лінійному зв'язку і тому не враховується ефект гетерозису, епістазу чи нелінійної взаємодії між генотипом і факторами зовнішнього середовища. Чим більший процент загальної мінливості, зумовлений ефектами вказаної взаємодії, тим менше значення буде мати селекційний індекс. В формулі селекційного індексу особливе значення має коефіцієнт значимості, який відображає відносне значення, яке слід надавати фактору, щоб досягти максимального показника кореляції між індексом селекції і генотипом особини [28, 35].

Ось чому оцінка і відбір тварин за комплексом ознак мають певні труднощі. До вирішення цієї проблеми в країнах з високорозвиненим молочним скотарством підходять по-різному. При формуванні комплексних селекційних індексів враховують як економічну значимість ознаки, так і необхідність покращення тієї чи іншої ознаки на даному етапі племінної роботи. Питання про вагові значення кожної ознаки вирішуються колегіально з участю фермерів, вчених, керівників і членів асоціацій з покращення порід.

Прийоми індексної селекції знаходять застосування і в інших галузях тваринництва. Особливо великий досвід накопичено у птахівництві, де в індекси включають не лише продуктивні й конституційні ознаки, але і характеристику якості отриманої продукції.

СЕЛЕКЦІЙНІ ІНДЕКСИ ТА ЇХ СТРАТЕГІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Програма розведення голштинської худоби в Ізраїлі

Ізраїльські голштини – одні з найбільш відселекціонованих тварин за комплексом ознак, у тому числі за тривалістю використання дочок бугаїв-поліпшувачів. Сучасний тип худоби – результат інтенсивної селекції за показниками молочної продуктивності, відтворною здатністю та відбору бугаїв-преферентів.

Процес формування ізраїльського типу голштинської худоби згідно з дослідженнями Р. Бар-Анана охоплює три етапи: перший – поглинальне схрещування місцевого аборигенного відріддя – дамаської та валдайської худоби – з плідниками голландської породи. Окремі помісні корови мали рекордну продуктивність, наприклад Стівіт з поселення Гільяді мала довічний надій 106000 кг молока. Серед помісних плідників найбільше високопродуктивних нащадків залишили бугаї Ацман 914 і Хандан 862 [43].

У 1947 р. об'єднанням з розведення худоби було завезено в Ізраїль 11 бугаїв і 60 корів голштино-фризької породи із Канади. Бугаїв розмістили в 11 зональних союзах штучного осіменіння худоби. Серед вказаних плідників найбільш цінним виявився Данді 190. Його 4 сини також відзначалися рекордними показниками. Шість дочок бугая Данді 190 закінчили продуктивне життя з сумарним надоєм більше 100 тис. кг молока. В 1950-1953 роках із США було імпортовано 11 тис. корів і телиць голштино-фризької породи. В 1999 році в генеалогічній структурі популяції ізраїльських голштинів майже 12% займали потомки лінії Валіанта 10.004; 1,5% плідників – із лінії С.Т.Рокіта 10100; 22% - Віс Бек Айдіала 10076; 3,7% - П.Ф.А. Чіфа 10010; 8,5% - С.Санібой 5143; 12,6% - С.Стендаут; 11,5% - Осборндейла 10030 (Б. Бенехіс, 2000). Всього використовували 271 бугаїв-плідників і 78847 корів. Інтенсивно використовували також помісних бугаїв, серед яких особливо виділявся плідник Ацмон 914. Близько 1/3 корів-матерів осіменяли спермою імпортних бугаїв. Ізраїльська голштинська порода виведена і відселекційована на високу молочність в умовах субтропіків та засушливих

регіонів. З 1960 року ведеться інтенсивний експорт молочної худоби із Ізраїля в країни Близького Сходу та східноєвропейських країн.

Успіхи скотарства Ізраїлю досягнуті завдяки створенню достовірної інформації, яка збирається в селекційному центрі з ферм кібуців і машавів через спеціальних контролерів, кожного місяця, при контрольних доїннях. Контролери мають спеціальне обладнання (прилад “Месуфон” РТС-860 фірми “Телксон”). Також обробляється інформація по осіменінню, якості молока, новонароджених, вибуття тварин тощо. Лінійна оцінка типу тварин ведеться по 12 ознакам за 10-бальною шкалою. Генетичні дані – VLAD, капа-казеїн, бета-глобулін, генетичні маркери та інші дані передають в головний комп'ютерний центр лабораторії генетики Інституту тваринництва в Реховоті і Єврейського університету в Єрусалимі. Підсумковим офіційним документом обробленої інформації є Племінна книга, яка видається щорічно, і включає 4 розділи: розведення, контроль молочної продуктивності, спеціальний звіт – продуктивність і відтворення. Крім того, по програмі Animal Model – двічі на рік – обробляються результати оцінки бугаїв по якості нащадків. Матеріали направляють в господарства кожні три місяці. Ця інформація є найважливішим критерієм, який зумовлює вибір фермерів при відборі корів і телиць для подальшого відтворення.

Програма розведення молочної худоби в Ізраїлі ґрунтується на результатах оцінки бугаїв по якості нащадків і спрямована на безперервний генетичний прогрес по надою, вмісту жиру і білка, зниженню кількості соматичних клітин в молоці, поліпшенню вим'я, підвищенню тривалості господарського використання корів та їх плодючості. До недавніх часів для ізраїльських голштинів існували такі стандарти: жир – 3,32%, білок – 3,06%, соматичні клітини – 300 тис./мл. Ці показники приймаються за 1. З 1 липня 2000 року введено в дію новий стандарт: вміст жиру – 3,37%, білок – 3,14%. Відповідно вводиться новий індекс розведення. Всі корови за цим показником ранжуються і верхні 350-500 корів включаються в число кандидатів в матері бугаїв. Показник перевершення відібраних бугайців над середнім генетичним показником популяції становить 800 кг молока. Відповідно програмі для осіменіння первісток

в підконтрольних стадах використовують 40 молодих бугаїв. В середньому, майже 250 корів-кандидатів в матері бугаїв з 6-ма найкращими плідниками. Щоб зменшити вірогідність спорідненого розведення майже 1/3 молодих бугайців є синами зарубіжних плідників. Із 40 бугаїв щорічно відбирають лише 5 плідників для широкого використання, решту направляють на м'ясокомбінат. Вважають, що генетичний щорічний прогрес становить без ембріопересадок – 115 кг молока стандартної якості і 122 кг – при використанні ембріопересадок. Успіхи ізраїльських селекціонерів – очевидні: із 100 плідників-преферентів 22 країн світу – 16 належать Ізраїлю. Особливу цінність має плідник Піцпон, який при +748 кг молока, ще відзначається і найбільшим показником тривалості господарського використання своїх дочок. Враховують також особливості протікання отелень. Коефіцієнт успадковуваності “особливості отелення” у дочок плідників становить 6% по першому отеленню [23].

В 1991 році був введений новий індекс розведення молочної худоби з співвідношенням цін у вигляді 3 : 1 між білком і жиром. Формула індексу:

$$РД_{91} = -0,274 \times \text{кг молока} + 6,41 \times \text{кг жиру} + 34,85 \times \text{кг білка}.$$

З 1996 року в індекс селекції включили показник про кількість соматичних клітин в молоці. В умовах Ізраїлю показник $h^2 = 0,15$ із стандартним відхиленням 0,4 одиниці. Генетична кореляція між кількістю соматичних клітин і кг молока і білка позитивна і дорівнює 0,2. Цей позитивний показник свідчить про те, що селекція на високу продуктивність приведе до збільшення кількості соматичних клітин в 1 мл молока. Індекс селекції:

$РД_{96} = -0,274 \times \text{кг молока} + 6,41 \times \text{кг жиру} + 34,85 \times \text{кг білка} - 300 \times \text{кількість соматичних клітин}.$

Величезний вплив на генеалогічну структуру маточного поголів'я в ізраїльських стадах виявили і продовжують виявляти бугаї, якими за період їх племінного використання запроваджено 100000 – 200000 осіменінь. До них відносять бугаїв: Гіюс 829, Габі, Скорер, Пірхах 783 (правнук славнозвісного американського бугая Осборндейла 10030), Сінбад, Шоег, Амір, Шнаф, Флор, Тева, Тамім 3123, Шац, Гіносар та ін. Сучасна оцінка і ранжування бугаїв

проводиться за: 1) оцінкою за ознаками продуктивності; 2) оцінкою по типу (ознакам будови тіла); 3) оцінкою за кількістю соматичних клітин; 4) оцінкою за довголіттям - тривалістю господарського використання.

Таблиця 1. Питома вага різних ознак продуктивності в ізраїльських селекційних індексах по роках

Рік	Надій*, кг	Молочний жир, кг	Молочний білок, кг	Наявність соматичних клітин, тис./мл	Плодючість
< 1985	0,67	10	-	-	-
1985 - 1990	0,49	14	-	-	-
1991 - 1995	-0,274	6,41	34,85	-	-
1996 - 2001	-0,274	6,41	34,85	- 300	-
> 2001**	-0,274	6,41	34,85	- 300	26

*) молоко, скореговане для оплати по відповідному індексу;
 **) ознаки продуктивності (надій, жир, білок) в індексі складають 82%; кількість соматичних клітин та плодючість – по 9% кожна;
 Predicated Difference = $PD_{2001} = -0,274 \times \text{надій, кг} + 6,41 \times \text{жир, кг} + 34,85 \times \text{білок, кг} - 300 \times \log \text{КСК} + 26 \times 2,5 (h^2F)$

Наприклад: надій корови за 305 днів лактації становив 11342 кг молока, 3,16% жиру, 3,09% - білка, 432 тис./мл – кількість соматичних клітин; 26 кг молока прирівняної до 1% плодючості, 2,5 – величина успадкованості (h^2) плодючості (Fertility). І того: 11342 кг молока, 359 кг молочного жиру, 350 кг молочного білка, $\log 432 \text{ тис.} = 9$, 26 – постійна величина, 2,5 – h^2F .

ІС для цієї корови складе (в кг молока): $-0,274 \times 11342 + 34,85 \times 350 + 6,41 \times 359 + (-300 \times 5) + 26 \times 2,5 = -3108 + 12200 + 2301 - 1500 + 65 = 9258 (PD_{2001})$.

Особливість індексної селекції у молочному скотарстві Канади

Генетичні зміни: фактори, що на них впливають.

Покращення генотипу тварин повинно бути засновано на відборі батьків для наступного покоління. Характерним прикладом в цьому відношенні є виробництво молока в Канаді, яке за минулі 10 років зросло дуже швидкими темпами, а генетичний потенціал голштинських корів зріс, в середньому, на 1350 кг молока, що складає 135 кг за рік [54].

Як відбулися ці генетичні зміни? Є декілька чинників, що впливають на них:

- Інтенсивність селекції:** залежить від того, яку „частку” ми вибираємо і це залежить від вибраного нами відсотка. Якщо ми відбираємо межу в 1%, то можна відібрати тварин, які набагато кращі, ніж, якщо ми плануємо межу в 30%.
- Точність оцінок:** залежить від помилок, які ми робимо, вибираючи тварину. Оскільки, ми не можемо безпосередньо оцінити її генетичну структуру, то ми

залежимо від його генетичних ознак – продуктивності, або навіть лише зовнішній вигляд. Чим менше критеріїв ми використовуємо, тим більше помилок робимо, коли відбираємо тварин.

с) Генетична мінливість: це дуже важливо, тому що це визначає потенціал для змін. Як це не парадоксально, якщо ми відбирали всіх тварин з кращими генами і, таким чином, вони мали б цілком однакову генетичну структуру, не було б ніякої можливості для подальшого прогресу, тому що вони були б генетично ідентичні. Чим більша різниця між генетичними структурами тварин, тим більше можливостей для удосконалення.

д) Інтервал між поколіннями: це різниця у віці між поколіннями. Якщо є прогрес між поколіннями, і чим коротший діапазон часу між ними, тим швидший прогрес. Взагалі, інтервал між поколіннями і точність оцінки, працюють один проти одного: якщо ми вибираємо молодих тварин, як батьків наступного покоління, ми скорочуємо інтервал, але ми втрачаємо точність. З іншого боку, якщо ми убираємо старших тварин, їх оцінка точніша, але ми подовжуємо інтервал.

Як ці фактори взаємодіють між собою при визначенні генетичного прогресу свідчить формула [49]:

$$\text{Прогрес} = \frac{\text{плідники} \cdot \text{матері} \cdot \text{плідники} \cdot \text{матері}}{\text{бугаї} \cdot \text{корови}}$$

Інтенсивність відбору, точність і інтервал між поколіннями у молочному скотарстві для корів і бугаїв різний. Вони можуть також змінюватись залежно від того, чи вибираємо ми батьків для бугаїв, чи для корів. Тому, генетичний прогрес розділяють на чотири компоненти:



Генетичний прогрес може бути вирахований, як наведено в прикладі (табл. 2)

Таблиця 2. Генетичний прогрес молочної худоби

Групи тварин	% відбору → інтенсивність	Точність	Генетична мінливість	Генетичний прогрес, кг молока	Відсоток генетичного прогресу	Інтервал між поколіннями, роки
Плідники бугаїв	5 → 2.06	0.95	600 кг	1174	43%	8
Матері бугаїв	5 → 2.06	0.60	600 кг	742	27%	6
Бугаї корів	20 → 1.40	0.88	600 кг	739	27%	6
Матері корів	90 → 0.20	0.55	600 кг	66	3%	4

Найбільший внесок (70%) у генетичний прогрес популяції молочної худоби, забезпечується відбором батька і матері для бугаїв. Великим поштовхом є те, що центри штучного осіменіння в змозі охопити популяцію у цілому. З іншого боку, фермери є тими, хто відбирає батька і матір для своїх корів, і найбільший вплив на генетичний прогрес (близько 30%) здебільшого залежить від їх рішення щодо вибору батька. Чому ж вплив вибору матері для корів такий невеликий (3 – 5%)? Врешті-решт фермер знає своїх корів і їх родини вельми добре, і перший бачить отримані результати. Проте, йому доведеться тримати більшість з його корів для наступного покоління, тому інтенсивність селекції вельми низька. Також, факт, дійсно хороша корова не обов'язково означає, що вона передаватиме ці ознаки своєму потомству. Врешті-решт, генотип – тільки один з чинників, що визначають бажаний результат. Щоб мати хороший критерій генетичної цінності тварини, необхідно оцінити її потомство. Але корови в середньому, можуть мати 3-4 теляти і половину з них будуть чоловічої статі. І до того часу, коли її дочки будуть використовуватися, корови вже можливо не буде у стаді. От чому може бути корисною оцінка всієї родини, але все-таки є тільки небагато оцінок для кожної тварини, які можуть використовуватися для селекційних рішень. Тому, на рівні ферми, інтенсивність селекції і її точність для корів набагато нижча, ніж для бугаїв, і відбір бугаїв визначає перевагу з генетичного прогресу в межах стада (85 – 90%), тоді як для корів визначає лише 10-15%.

Повний генетичний прогрес за рік визначається сумою генетичного прогресу, поділену на суму інтервалів між поколіннями [76]:

$$(1174+742+739+66)/(8+6+6+4) = 2721/24 = 113.4 \text{ кг/рік}$$

Це теоретична ситуація.

На скільки генетичний прогрес був дійсно досягнутий?

Базуючись на генетичній цінності корів, народжених у різні роки, можливо оцінити фактичний прогрес для різних ознак. У багатьох країнах селекція була дуже ефективною і середня зміна в генетичному потенціалі вище за 100 кг/рік не була чимось незвичайним. На відміну від змін середовища існування, як наприклад, годівля генетичні зміни мають залишатися і накопичуватися.

В Канаді ефективність відбору була вельми чудова. За минулі 10 років тут відбувся швидкий генетичний прогрес для продуктивності та інших ознак (табл. 3). Це означає, що корови народжені в 2001 році, в порівнянні з тими, що народилися 10 років назад, мали вищу генетичну цінність: 1200 кг молока, 35 кг молочного жиру, 39 кг молочного білка і мають на 2 пункти вищу оцінку загального типу і ратиць та кінцівок та на 5 пунктів вище для ознак молочності (табл. 4) [54].

Таблиця 3. Генетичні тенденції Канади за роками народження голштинських корів

Роки	Корови	Молоко	КСК	Формат тулуба	Загальний тип	Кінцівки	MS	Індекс LPI
1991	67691	-914	2.98	-2.0	-0.5	-0.2	-2.5	-992
1992	91021	-827	2.97	-1.5	-0.2	-0.1	-2.0	-874
1993	111394	-707	2.97	-1.3	-0.1	-0.1	-1.9	-779
1994	129371	-609	2.98	-1.0	0.2	-0.3	-1.6	-710
1995	138154	-441	3.00	-0.8	0.3	-0.2	-1.5	-603
1996	131999	-296	3.03	-0.2	0.5	0.2	-0.9	-455
1997	137388	-103	3.00	0.9	0.6	0.9	0.3	-206
1998	139834	20	3.00	1.4	0.7	1.1	0.7	-77
1999	138746	124	3.00	2.0	1.1	1.3	1.4	35
2000	135549	217	3.00	2.8	1.6	1.6	2.1	165
2001	141435	290	2.99	3.5	1.9	2.2	2.6	277

(CDN, Feb 2005)

Таблиця 4. Генетичні зміни канадських голштинів за 10 років

Роки	Молоко, кг	Жир, кг	Білок, кг	Жир, %	Білок, %	КСК	Загальний тип	Кінцівки	MS
1991-2001	1200	36	39	-0.07	0.00	0.01	2	2	5

(CDN, Feb 2005)

Це результат центрів штучного осіменіння, що відбирають бугаїв, які вже були випробувані, а також фермерів, що вибирають бугаїв для фактичного використання. Потенціал для відбору корів в межах стада обмежений, тому що бракування у більшості випадків є вимушеним. Якщо норма заміни низька, то є деяка можливість для запланованого вибракування.

Пріоритети відбору

У 2003-2004 рр. багатьом фермерам Канади запропонували оцінити, які ознаки були найголовнішими для відбору тварин в їх фермах. Виходячи з їх

оцінок, на першому місці були ратиці та форма вим'я, за ними йшли молочний жир, молочний білок, загальний тип і кількість соматичних клітин в 1 мл молока (табл. 5) [64].

Таблиця 5. Середня оцінка ознак відбору всіх фермерів, які приймали участь в опитуванні (1=менш важлива, 5=найважливіша)

Ознаки*	Вим'я	Ратиці	Жир	Загальний тип	Білок	КСК	ТГВ	Стабільність лактац	Легкість отелень	Надій	ФТ
Середня оцінка	3.9	4.1	3.3	3.2	3.0	2.6	2.4	2.2	2.2	1.5	1.2
#Scores=5	9	10	6	7	6	2	4	3	4	2	5

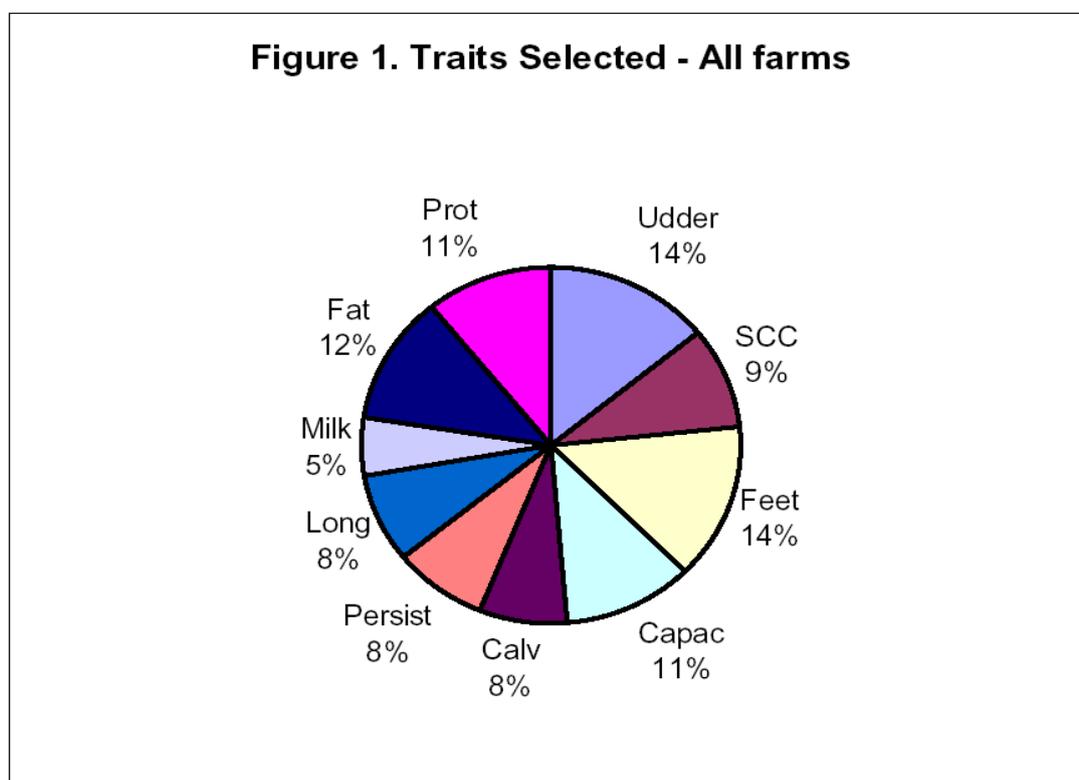
* Примітка: ТГВ – тривалість господарського використання; ФТ – формат тулуба

Загальний тип важливий тому, що пов'язаний із споживанням корму і КСК, які є індикатором здоров'я вимені і стійкості проти маститу. Тривалість господарського використання, стабільність лактаційної кривої і легкість народження теляти мали подібні оцінки. Молочна продуктивність була на останньому місці, причому лише 2 фермери визнали її як головну, а 12 взагалі знехтували нею.

З даного огляду можна зробити висновок, що фермери Канади надають перевагу функціональним ознакам порівняно з продуктивними, а форма вим'я і ратиць є найголовнішими ознаками, в той же час молочність була на останньому місці серед одинадцяти ознак. Тобто селекційний індекс може бути побудований, базуючись на ознаках, вибраних фермерами і співвідношенням їх оцінок. Такий індекс не заснований на об'єктивних економічних параметрах. Він заснований на перевагах, здійсненими фермерами, і повинен включати ознаки з таблиці 5.

При об'єднанні всіх ознак була знайдена їх відносна важливість, яка відображена у схемі: надій, молочний жир і молочний білок разом склали 28%, форма вимені і здоров'я (КСК) – 23%, ратиці і загальний тип – 25%, легкість отелення, стабільність лактаційної кривої, тривалість господарського використання – 24%. Відносна вага продуктивних ознак до функціональних складає близько 28 до 72. Для порівняння, відносна вага продуктивних ознак до функціональних в індексі LPI, що використовувався в Канаді у 2005 році зовсім

інша – 54 : 46. Вим'я, КСК, ратиці і загальний тип є найголовнішими функціональними ознаками для фермерів і вони мають майже ту ж вагу, як всі решта ознаки виробництва, що включені до селекції [86].



Пріоритет продуктивних і функціональних ознак селекції певною мірою залежить від рівня молочної продуктивності окремих стад (табл. 6). Коли ми розглядаємо продуктивні ознаки окремо, то надій є найголовнішим для низькопродуктивного стада, причому його величина становить втричі більше порівняно з стадами високого і середнього рівня молочної продуктивності. Фермери в таких господарствах відчувають, що втрачають багато молока і бажають повернути його. Жир – має більше значення для фермерів на рівні середнього виробництва, а білок – для тих, стада яких найпродуктивніші (табл. 7).

Таблиця 6. Відносна вага продуктивних ознак до функціональних згідно опитаних канадських фермерів, %

Рівень молочної продуктивності	Ознаки	
	продуктивні	функціональні
Високий	30	70
Середній	22	78
Низький	32	68

Таблиця 7. Відносна вага продуктивних ознак в стадах великої рогатої худоби канадських фермерів, %

Рівень молочної продуктивності	Продуктивні ознаки		
	надій	жир	білок
Високий	10	41	49
Середній	9	55	36
Низький	33	33	34

На відміну від продуктивних ознак, чия ціна є відомою, функціональні ознаки не мають ринкової вартості і дати їм таку ціну дуже важко. Тому питому вагу функціональних ознак розглядають залежно від послідовності оцінок наданих канадськими фермерами (табл. 8). Форма вим'я і здоров'я (вим'я +КСК) є найголовнішими і разом складають 32%. Наступними за значимістю виявились ратиці та загальний тип. Їх важливість дуже подібна для всіх стад і в цілому складає 65-70% з ваги функціональних ознак. Легкість отелення, стабільність лактаційної діяльності та тривалість господарського використання менш важливі і варіюють залежно від рівня продуктивності: тривалість господарського використання і легкість отелень важливі для стад з низьким рівнем продуктивності, тоді як для високопродуктивних стад більше уваги приділяють стабільності лактації.

Таблиця 8. Важливість функціональних ознак в стадах великої рогатої худоби канадських фермерів, %

Рівень молочної продуктивності	Форма вим'я	КСК	Вим'я + КСК	Ратиці	Загальний тип	Легкість отелень	Стабільність лактації	ТГВ
Високий	21	11	(32)	21	18	7	13	9
Середній	20	11	(31)	22	15	11	11	10
Низький	16	15	(31)	17	15	13	9	15

Не дивлячись на деякі відмінності у специфіці виробництва молока, канадські фермери зберігають відносну вагу продуктивних і функціональних ознак. Така послідовність у пріоритеті ознак відбору дає підставу для розробки селекційного індексу всіх молочних ферм Онтаріо (ORG-ALL), причому важливість кожної ознаки базується на стандартизованих величинах [84,85]:

Селекційний індекс молочних ферм Онтаріо (ORG-ALL) = (кількість білка x 0.11) + (кількість жиру x 0.12) + (надій x 0.05) + (Mammary system x 0.14) - (КСК x 0.09) + (ратиці та кінцівки x 0.14) + (формат тулуба і загальний тип x 0.11) + (легкість отелень x 0.08) + (стабільність лактації x 0.08) + (тривалість життя в стаді x 0.08)

(all traits must be standardized, that is divided by the specific standard deviation)

Відносну вагу кожної з ознак, що увійшли до селекційного індексу ORG-ALL, було доцільно порівняти із офіційним індексом відбору LPI, який використовують в цілому по країні з лютого 2005 року (табл. 9).

Таблиця 9. Порівняння відносної ваги (%) ознак продуктивності, терміну використання і здоров'я тварин у індексах відбору ORG-ALL та LPI

Ознаки	Індекс	
	ORG-ALL	LPI
Продуктивності:		
надій	5	0
жир	12	22
білок	11	32
в цілому	28	54
Пов'язані із терміном використання:		
термін перебування у стаді	8	7
ратиці	14	11
загальний тип	11	4
mammary system	14	14
в цілому	47	36
Здоров'я:		
плодючість	8	5
КСК	9	3
стабільність лактації	8	0
швидкість молоковіддачі	0	0,5
глибина вим'я		
(підтримуюча зв'язка вим'я)	0	1,5
в цілому	25	10

Дані таблиці свідчать, що ознаки продуктивності набагато нижчі в комплексному індексі канадських фермерів Онтаріо порівняно з індексом LPI (28% проти 54%), в той же час ознаки здоров'я важливіші в індексі ORG-ALL ніж у LPI (25% замість 10%).

Іншими дослідженнями було з'ясовано, чи є потреба у декількох селекційних індексах, розроблених для фермерів з різним рівнем виробництва (ORG-високий, ORG-середній, ORG-низький рівень молочної продуктивності) чи достатньо одного загального індексу ORG-ALL, висловленому всіма фермерами (табл. 10).

Таблиця 10. Порівняння відносної ваги (%) ознак продуктивності, терміну використання і здоров'я тварин у індексах відбору на фермах Канади з різним рівнем виробництва

Ознаки	Індекси			
	ORG-ALL	ORG-високий	ORG-середній	ORG-низький
Продуктивності:				
надій	5	3	2	10
жир	12	12	12	11
білок	11	15	8	11
в цілому	28	30	22	32
Пов'язані із терміном використання: термін перебування у стаді ратиці загальний тип mammary system				
	8	8	8	6
	14	15	17	12
	11	12	12	11
	14	14	16	12
в цілому	47	49	53	41
Здоров'я:				
плодючість	8	5	8	10
КСК	9	8	9	11
стабільність лактації	8	8	8	6
швидкість молоковіддачі	0	0	0	0
глибина вим'я (підтримуюча зв'язка вим'я)	0	0	0	0
в цілому	25	21	25	27

Розрахунки проводили на поголів'ї оцінених бугаїв ($n = 6739$ голів), які засвідчили, що кореляція комплексного індексу ORG-ALL з ORG-високим і ORG-середнім була дуже високою $r = 0,98-0,99$. Із відібраних кращих 30 бугаїв 25- задовольняли всі чотири молочні індекси.

Селекційні індекси, які використовуються у різних країнах світу

Більшість фермерів хочуть поліпшити у тварин стада як продуктивні, так і функціональні ознаки. Що необхідно зробити, щоб удосконалити декілька ознак?

Деякі фермери для покращення вибирають одну ознаку, вважаючи її самою головною, і здійснюють покращення лише за рахунок бугаїв, що мають вищі показники за цією ознакою. При цьому виникає проблема недооцінення дійсно цікавих бугаїв лише через те, що вони є нижче за межу вибраної ознаки. У країнах з розвиненим молочним скотарством ефективним шляхом вважають з'єднання декількох важливих ознак в індекс і відбирати кращих бугаїв необхідно керуючись саме цим індексом. Саме генетичний прогрес стада або популяції складається з комплексу важливих ознак, але при цьому необхідно враховувати те, що ознаки мають властивість пригнічувати одна одну.

В світовій практиці важливість ознак відбору в країнах є різною (табл. 11).

Таблиця 11. Оцінка важливості ознак відбору в різних країнах світу, % [72,88, 89]

Країна	Селекційний індекс	Ознаки	
		продуктивні	функціональні
Ізраїль	PD01	80	20
Великобританія	PLI	75	25
Японія	NTP	75	25
Ірландія	EBI	69	31
Австралія	APR	67	33
Нова Зеландія	BW	66	34
Іспанія	ICO	59	41
Італія	PFT	59	41
Нідерланди	DPS	58	42
США	Net Merit	55	45
США	TPI	54	46
Канада	LPI	54	46
Швейцарія	ISEL	53	47
Німеччина	RZG	50	50
Франція	ISU	50	50
Великобританія	TOP	50	50
Данія	S-Index	34	66
Швеція	TMI	29	71
В середньому		58	42

Частка продуктивних ознак коливається в межах 80 (Ізраїль)-29% (Швеція), але більшість країн оцінюють їх важливість, як мінімум 50%. Виключення складають Скандинавські країни, де продуктивним ознакам надають значно меншу важливість, - біля 30% [77].

Найголовнішою серед продуктивних ознак для всіх країн безумовно є білок молока із співвідношенням до жиру як 3 : 1, а надій ігнорується майже в половинах країн. Враховуючи 17 селекційних індексів, які розроблені у 15 країнах і до складу яких включений білок молока, лише чотири з цих країн не зрушили вміст білка у той чи інший бік. У світовій оцінці найголовніші функціональні ознаки, що включалися в селекційні індекси для голштинів, мали таку спадаючу послідовність (від найголовнішого до менш головного): тривалість господарського використання, кількість соматичних клітин в 1 мл молока, форма вимені, ратиці, плодючість, загальний тип, легкість отелення і ріст, темперамент (табл. 12) [72].

У різних країнах група ознак, що розглядаються в селекційних індексах, помітно відрізняється. Тільки ознака тривалість господарського використання увійшла до всіх індексів та ознаки форма вим'я, КСК і ратиці також були враховані більшістю країн. На відміну від інших, фермери Скандинавських країн виділяють плодючість, як найголовнішу ознаку.

В серпні 2000 року в США доповнили індекс розведення, який тепер включає ознаки продуктивності і оцінку типу, кількість соматичних клітин і тривалість продуктивного використання (Survive). Новий індекс (TPI - Total performance index) розраховують за формулою [32]:

$$TPI = 49 [4 (0,714 + PTAР/19 + 0,286 PТАF/22,5) + 2 (0,5 PТАТ/0,7 + 0,33 UDC/0,8 + 0,17 FLC/0,85) + 1 (0,9 PL/0,9 - 0,1 SCC/0,13)] + 425,$$

де PТАР – фунти білка, статистичне відхилення 19;

PТАF – фунти жиру, статистичне відхилення 22,5;

PТАТ – загальна оцінка типу, статистичне відхилення 0,7;

UDC – оцінка індексу вим'я, статистичне відхилення 0,8;

FLC – оцінка індексу ніг, статистичне відхилення 0,85;

PL – тривалість продуктивного використання, статистичне відхилення 0,9;

SCC – кількість соматичних клітин, статистичне відхилення 0,13.

В індексі: питома вага ознак продуктивності становить 57% = 4/7, оцінка типу – 29%, тривалість життя + кількість соматичних клітин – 14%.

Таблиця 12. Відносна вага (%) функціональних ознак у селекційних індексах різних країн [88]

Країна	Індекс	Тривалість господарського використання	Форми тулуба	Вим'я	Ратиці	Final Score	Інтенсивність молоковіддачі	КСК	Плодючість	Легкість отелення	Інші
Австралія	APR	8.5	-4				4	5.2	8.2		3.2 ¹
Канада	LPI	6.6	3.8	13.2	9.9			5	5		
Швейцарія	ISEL	7	3.3	9.6	4.8			10	6		4.8 ²
Німеччина	RZG	25	3	6	3.7			5	5		2.3 ³
Данія	S-Index	6	-2	9	5		2	14	9	6	13 ⁴
Іспанія	ICO	3		16	10	9		3			
Франція	ISU	12.5	2.5	7.5	2.5			12.5	12.5		
Великобританія	PLI	15			5			5			
Великобританія	TOP	2	8	18	14			8			
Ірландія	EBI	23							8		
Ізраїль	PD01							11	9		
Італія	PFT	8		13	6	4		10			
Японія	NTP			21.3	3.7						
Нідерланди	DPS	26						4	4	8	
Нова Зеландія	BW	5	-19						10		
Швеція	TMI	6		12	9		3	12	10	12	9 ⁵
США	Net	11	-3	7	4			9	7	4	
США	Merit										
США	TPI	11		10	5	15		5			

Примітка: 1- молоковіддача; 2 – ширина в крижах (2.4%) та молочність типу (2.4%); 3 – молочний характер; 4 – Якість м'яса (5%), інтенсивність молоковіддачі (6%) та інші ознаки здоров'я (2%); 5 – Якість м'яса (6%) та інші ознаки здоров'я (3%)

В Німеччині голштини відзначаються крупністю, добре вираженим молочно-м'ясним типом, підвищеним вмістом жиру і білка в молоці, подовженим періодом господарського використання. Масово використовують трансплантацію ембріонів. В спеціалізованих лабораторіях на основі комплексного аналізу проб крові проводять прогнозування майбутньої відтворної здатності телиць на ранніх етапах їх онтогенезу (9-12 місяців після народження). У комплексному індексу (RZG) враховують 56% племінній цінності за надоєм (RZM), 20% - екстер'єру (RZE), 14% - вмісту соматичних клітин у молоці (RZS), 6% - тривалості господарського використання і 4% - відтворним якостям. Останнім часом в Німеччині питома вага ознаки "тривалість господарського використання" збільшена до 25%.

Особливості селекції голштинської породи в Голландії в тому, що у створених фермах концентрується генетичний матеріал із США, Ізраїлю, Японії, Німеччини та інших країн світу і відбір плідників ведуть в першу чергу з таких ферм. В Голландії добавили в індекс розведення показник тривалості господарського використання з питомою вагою в 1/3 від всього значення індексу. Інші країни – Канада, Великобританія, Італія і т.д. – теж збільшили в індексі розведення молочної худоби значимість додаткових ознак.

Індекс розведення в Італії – ILQM – включає: питому вагу молока – 20,8%; жиру – 5,8%; білка – 53,6%; прикріплення вим'я спереду – 3,8% та ззаду – 3,4%; задня підтримуюча зв'язка 4,2%, глибина вим'я – 5,2%; постановка дійок – 3,4%. Частина індексу, яка відображає ознаки продуктивності, виглядає так:

$$0,41 \times \text{кг жиру} + 1,75 \times \text{кг білка} + 0,095 \times \% \text{ жиру} + 0,33 \times \% \text{ білка}.$$

Питома вага ознак продуктивності в індексі розведення становить 60%, де кг жиру – 12%, % жиру – 2%, кг білка – 42%, % білка – 3%.

Функціональні ознаки і оцінка типу в його структурі мають такий вигляд: загальна оцінка – 4%; індекс вим'я (ICM) за питомою вагою становить 13%; індекс кінцівок (IAP) – 6%; тривалість господарського використання – 10% і кількість соматичних клітин – 8%.

У Франції (S. Mattalia, 2000) рекомендують не менше 70% осіменінь спермою молодих бугаїв проводити по первістках, генетичний рівень повинен бути подібним з таким у корів, яких осіменяють спермою перевірених бугаїв; дочки молодих бугаїв повинні телитись в межах середнього віку. Оцінку типу експерти проводять максимум у 30% всіх дочок бугая.

В більшості країн світу з розвиненим молочним скотарством в індексі розведення надають показникам продуктивності від 50 до 60%, а інші – ознакам здоров`я вимені, плодючості дочок і особливостям отелення. Просліджується тенденція об`єднання різних країн світу при випробуванні плідників за єдиною методикою.

За даними Белтсвіллської лабораторії США (AIPL, 2001), в Швеції і Данії в загальному індексі племінної цінності бугаїв і корів продуктивними ознаками відводять 29-35%, а в Новій Зеландії і Англії – 77-78%. У більшості країн селекція за надоем здійснюється не безпосередньо через облік племінної цінності за надоем, а через вихід білка і вихід жиру за 305 днів лактації. Причому першому з цих показників приділяється першочергове значення. Усі показники, що опубліковані по молочних коровах, це розрахункові величини, які коректуються щодо віку тварин, сезону отелення, кількості лактацій і т.д.

В економіці спеціалізованих фермерських господарств особливу роль має плодючість молочного стада, в т.ч. показники плодючості дочок окремих плідників. Різниця між бугаями за даною ознакою становить майже 11%. Однак включення цієї ознаки в індекс досить складне завдання, враховуючи низький показник успадкованості (біля 2,5%, а генетичне середнє квадратичне відхилення дорівнює 1,9). Кореляція плодючості з вмістом соматичних клітин в 1 мл молока становить 0,14, а відтворної здатності і тривалості господарського використання – на рівні 0,3. Економічні розрахунки свідчать, що вартість 1% плодючості дорівнює вартості 40 кг молока. Чим нижчі показники запліднюваності, тим вище економічна вартість плодючості. В індексі 2000 року значення плодючості прирівняний 26 кг молока за 1%.

В останнє десятиріччя (1996-2006 рр.) до основних селекційних ознак (максимальне отримання молока і м'яса) додаються інші, пов'язані з екстер'єрним типом, продуктивним довголіттям та станом здоров'я тварин. Таке різноманіття спонукало селекціонерів до виділення пріоритетів за ознаками селекції. У сучасних програмах розведення молочної худоби головну увагу приділяють ознакам, які об'єднані під назвою FITNES. За звичай, при оцінці фітнеса використовують у певному співвідношенні ознаки репродуктивності (запліднююча здатність, плодючість, легкість отелень, мертвонародженість), кількість соматичних клітин у молоці, термін господарського використання тварин.

У таблиці 13 країни розташовані в порядку зменшення частки ознак м'ясної продуктивності у селекції симентальської породи і підвищення частки за ознаками фітнесу та молочних якостей. Аналіз даних свідчить, що селекція симентальської худоби в європейських країнах спрямована на збільшення молочності, екстер'єру і особливо фітнесу та зменшенням частки м'ясної продуктивності. Наприклад, у Німеччині і Австрії ознаки фітнесу займають домінуючий стан в оцінці племінної цінності тварин симентальської породи, на долю яких припадає 44 із 100% [33].

Таблиця 13. Частка основних ознак селекції в структурі індексу племінної цінності тварин симентальської породи у країнах Європи [33]

Країна	Ознаки селекції (%)				Індекс молоко/ м'ясо
	молочні	м'ясні	фітнесу	екстер'єрні	
Сербія	50	50	0	0	1,0
Хорватія	50	50	0	0	1,0
Польща	50	50	0	0	1,0
Словакія	60	40	0	0	1,5
Угорщина	60	40	0	0	1,5
Чехія	40	24	0	36	1,7
Італія	44	26	12,5	17,5	1,7
Румунія	60	35	5	0	1,7
Швейцарія (симентал)	35	20	25	20	1,8
Німеччина	39	17	44	0	2,3
Австрія	39	17	44	0	2,3
Франція	50	у екстер'єрі	37,5	12,5	4,0
Швейцарія (плямиста худоба)	40	10	30	20	4,0
Словенія	45	10	23	22	4,5

Однак треба засвідчити те, що у Франції селекція за м'ясною продуктивністю є складовою екстер'ерної оцінки тварин породи монбельярд. Тобто прогрес за м'ясною продуктивністю залежить від успішної селекції екстер'ерного типу тварин.

Вперше в Російській Федерації розрахована і запропонована модель індексу корів для ефективного відбору тварин у племінне ядро стада. Досліджені основні селекційно-генетичні параметри інгредієнтів індексу племінної цінності корів в одному із найбільш високопродуктивних стад (держплемзавод "Гражданський" Ленінградської області) Російської Федерації [36]. Для визначення комплексного показника оцінки і відбору корів за продуктивністю і екстер'ером використані чотири моделі продуктивно-екстер'ерної ознаки:

1. $CI_1 = [3\Pi_{\text{ж}} + \Pi_{\text{е}} + (0,5 \text{ ПЕІ}_3 (\text{батька}) / 100)] \times 100;$
2. $CI_2 = [4\Pi_{\text{ж}} + \Pi_{\text{е}} + (0,5 \text{ ПЕІ}_3 (\text{батька}) / 100)] \times 100;$
3. $CI_3 = [4\Pi_{\text{ж}} + 2 \Pi_{\text{б}} + (0,5 \text{ ПЕІ}_3 (\text{батька}) / 100)] \times 100;$
4. $CI_4 = [2\Pi_{\text{ж}} + 2 \Pi_{\text{б}} + 2 \Pi_{\text{е}} + (0,5 \text{ ПЕІ}_3 (\text{батька}) / 100)] \times 100,$

де CI_1, CI_2, CI_3, CI_4 – індекси племінної цінності корів;

$\Pi_{\text{ж}}, \Pi_{\text{б}}, \Pi_{\text{е}}$ – племінна цінність відповідно за кількістю молочного жиру, кількістю молочного білка і племінна цінність за екстер'ером;

ПЕІ_3 – продуктивно-екстер'ерний індекс батька корови

Найбільш придатні для практичного використання продуктивно-екстер'ерні індекси, які розраховані за 3-ю і 4-ю моделям (CI_3, CI_4).

В досліджах Ж.Г.Логінова та ін. вірогідну племінну цінність чорно-рябих корів ленінградського типу за комплексом ознак розраховували за трьома моделями [20]:

- 1) $CI_3 = (4\text{СТА}_{\text{вихід жиру}} + 1\text{СТА}_{\text{екстер'ер}} + 1\text{СТА}_{\text{UDC}}) \cdot 50;$
- 2) $CI_4 = [4\text{СТА}_{\text{вихід жиру}} + 2(0,5\text{СТА}_{\text{екстер'ер}} + 0,33\text{СТА}_{\text{UDC}} + 0,17\text{СТА}_{\text{FLC}})] \cdot 50;$
- 3) $CI_5 = [2\text{СТА}_{\text{вихід жиру}} + 2\text{СТА}_{\text{вихід білка}} + 2(0,5\text{СТА}_{\text{екстер'ер}} + 0,33\text{СТА}_{\text{UDC}} + 0,17\text{СТА}_{\text{FLC}})] \cdot 50.$

Згідно твердженням авторів під вірогідною племінною цінністю тварини розуміють оцінку генетичної переваги особини над середнім показником групи ровесниць, із якої ця тварина була відібрана. Різниця між показником особини і середнім по популяції, яка виражена в долях стандартизованого відхилення, називається стандартизованою передаючою здібністю (STA – Standard Transmitting Ability). Дослідники використали показники стандартизованої передаючої здатності за виходом молочного жиру і молочного білка за 305 днів лактації, фінальною оцінкою екстер'єру, індексу вим'я (UDC – Udder Composite) та індексу будови кінцівок (FLC – Feet and Legs Composite). 976 первісток п'яти господарств Ленінградської області з середньою молочною продуктивністю 7890 кг молока, вмістом жиру 3,71% і білка 3,10% ранжували за СІ на плюс- і мінус-варіанти. Корови з плюс-варіантом індексу переважали корів з мінус-варіантом за надоєм (+20-21%), екстер'єром (+1,6-2 бали), індексом будови вим'я (+0,37-0,43), індексом будови кінцівок (+0,34-0,39).

В.П. Прожерін та Б.П. Завертяєв для індексної оцінки племінної цінності (ІПЦ) корів – потенційних матерів бугаїв використовували модель, яка об'єднувала приватні племінні цінності корови, матері і батька [27]:

$$ИПЦ = v_k^2 \cdot (x - x_k) + v_m \cdot (x - x_m) + v_o \cdot (x - x_o),$$

де v_k , v_m , v_o – вагові коефіцієнти корови, матері, батька;

x_k , x_m , $x_{пс}$, $x_{св}$ – показники продуктивності корови, матері, напівсестер за батьком і ровесниць, відповідно.

Використання ІПЦ матерів бугаїв дозволяє покращити генетичний потенціал продуктивності при суттєвому зростанні точності оцінки їх племінної цінності.

Дослідженнями В.П. Гавриленко [12] виявлено, що остаточний відбір симентальських корів у биковиробничу групу можна уточнювати за селекційним індексом для високопродуктивних симентальських корів (надій за вищу лактацію 6000 кг молока і більше):

$$SI = 19,6 \cdot (X_1 - 60) + 99,94 \cdot (X_2 - 38) + 24,25 \cdot (X_3 - 76),$$

де 19,6; 99,94; 24,25 – коефіцієнти регресії;

60; 38; 76 – прийняті стандарти відбору відповідно надою (ц), вмісту жиру в молоці (0,1%) та коефіцієнту відтворення (КВ).

Корови, які мали SI 290 и більше, відзначалися як високою молочною продуктивністю так і плодючістю (КВ = 82,5%).

Цим же автором запропонована формула для підрахунку селекційного індексу корів-первісток бестужевської породи:

$$SI = 0,23 \cdot (X_1 - 3600) + 150 \cdot (X_2 - 3,70) + 13,2 \cdot (X_3 - 56),$$

де X_1 , X_2 , X_3 – відповідно надій корови (кг), вміст жиру в молоці (%), коефіцієнт відтворення (%);

3600; 3,70; 56 – мінімальні стандарти відбору корів-первісток бестужевської породи.

Відбір корів за даним селекційним індексом забезпечив збільшення надою на 258 кг, вміст жиру в молоці на 0,04% та коефіцієнт відтворення на 0,8% порівняно з початковою групою .

До недавніх часів в Україні селекційний індекс (СІ) розраховували за основними методичними вимогами Канадської асоціації тваринників. Селекційний індекс для бугая чи корови обчислювали за формулою:

$$SI = 6(3Ж + 8Б) + 4(3Т + 4В + 2К + ФТ).$$

У цій формулі використовують розрахункову племінну цінність в стандартизованих одиницях за показниками селекційних ознак: Ж – жирномолочність; Б – білковомолочність; Т – загальний тип; В – вим'я; К – кінцівки і ратиці; ФТ – формат тулуба [20].

Горловим О.І. (2001) проведено наукове дослідження щодо удосконалення визначення генетичних кореляцій. Основна суть удосконалення полягає в застосуванні часткових кореляцій однойменних селекційних ознак предків і нащадків в якості міри генетичних кореляцій. Запропоновано метод визначення генетичних кореляцій для розрахунку селекційних індексів великої рогатої худоби, свиней і овець. Застосування методу підвищує рівень об'єктивної оцінки генотипу тварин і дає можливість селекціонеру одержати максимальний ефект щодо зростання генетичної середньої кожної популяції за продуктивними ознаками [14].

З 2001 року в молочному скотарстві України оцінку тварин за комплексом ознак здійснюють за індексом селекційної цінності CI_j , який для j -того бугая або j -корови обчислюється за формулою [17]:

$$CI_j = 60 \cdot \left(\frac{3RПЦ_{Жj}}{\sigma_{Ж}} + \frac{8RПЦ_{Бj}}{\sigma_{Б}} \right) + 40 \cdot \left(\frac{3RПЦ_{Тj}}{\sigma_{Т}} + \frac{4RПЦ_{Вj}}{\sigma_{В}} + \frac{2RПЦ_{Кj}}{\sigma_{К}} + \frac{RПЦ_{ФТj}}{\sigma_{ФТ}} \right),$$

де $RПЦ_{Жj}$, $RПЦ_{Бj}$ – розрахункова племінна цінність j -тої тварини відповідно за молочним жиром ($Ж$) і молочним білком ($Б$);

$RПЦ_{Тj}$, $RПЦ_{Вj}$, $RПЦ_{Кj}$, $RПЦ_{ФТj}$ – розрахункова племінна цінність j -тої тварини відповідно за оцінкою загального типу ($Т$), вим'я ($В$), кінцівок та ратиць ($К$), формату тулуба ($ФТ$);

$\sigma_{Ж}$, $\sigma_{Б}$, $\sigma_{Т}$, $\sigma_{В}$, $\sigma_{К}$, $\sigma_{ФТ}$ – генотипове стандартне відхилення за цими ознаками.

Індекс походження ($ПІ_j$) j -тої тварини обчислюється за формулою:

$$ПІ_j = 60 \cdot \left(\frac{3RПЦП_{Жj}}{\sigma_{Ж}} + \frac{8RПЦП_{Бj}}{\sigma_{Б}} \right) + 40 \cdot \left(\frac{3RПЦП_{Тj}}{\sigma_{Т}} + \frac{4RПЦП_{Вj}}{\sigma_{В}} + \frac{2RПЦП_{Кj}}{\sigma_{К}} + \frac{RПЦП_{ФТj}}{\sigma_{ФТ}} \right),$$

де $RПЦП_{Жj}$, $RПЦП_{Бj}$ – розрахункова племінна цінність j -тої тварини за походженням (формула ... або ...) відповідно за молочним жиром ($Ж$) і молочним білком ($Б$);

$RПЦП_{Тj}$, $RПЦП_{Вj}$, $RПЦП_{Кj}$, $RПЦП_{ФТj}$ – розрахункова племінна цінність j -тої тварини за походженням (формула ... або ...) відповідно за оцінкою загального типу ($Т$), вим'я ($В$), кінцівок та ратиць ($К$), формату тулуба ($ФТ$);

$\sigma_{Ж}$, $\sigma_{Б}$, $\sigma_{Т}$, $\sigma_{В}$, $\sigma_{К}$, $\sigma_{ФТ}$ – генотипове стандартне відхилення за цими ознаками.

У віці 6-12 місяців молодняк оцінюють за походженням і живою масою:

$$ПФІ_j = 0,7ПІ_j + 30 \frac{RПЦ_{Wj}}{\sigma_W},$$

де $ПФІ_j$ – індекс племінної цінності j -тої тварини за походженням і фенотипом;

$ПІ_j$ – індекс походження j -тої тварини;

$RПЦ_{Wj}$ – розрахункова племінна цінність за живою масою j -тої тварини;

σ_W – генотипове стандартне відхилення за живою масою.

Після 15-місячного віку племінні бугаї оцінюються за такими індексами:

а) для молочних порід

$$PFI_j = 0,7PI_j + 3 \cdot \left(\frac{3RПЦ_{Wj}}{\sigma_W} + \frac{RПЦ_{BXj}}{\sigma_{BX}} + \frac{2RПЦ_{Tj}}{\sigma_T} + \frac{4RПЦ_{Kj}}{\sigma_K} \right),$$

а) для комбінованих порід

$$PFI_j = 0,6PI_j + 3 \cdot \left(\frac{3RПЦ_{Wj}}{\sigma_W} + \frac{RПЦ_{BXj}}{\sigma_{BX}} + \frac{2RПЦ_{Tj}}{\sigma_T} + \frac{4RПЦ_{Kj}}{\sigma_K} \right) + 10 \frac{RПЦ_{IPj}}{\sigma_{IP}},$$

де PFI_j – індекс племінної цінності j -племінного бугая за походженням і фенотипом;

PI_j – індекс походження j -ого бугая;

$RПЦ_{Wj}, RПЦ_{BXj}, RПЦ_{Tj}, RПЦ_{Kj}, RПЦ_{IPj}$ – розрахункова племінна цінність j -го бугая за живою масою (W), висотою в холці (BX), типом будови тіла (T), кінцівками (K), інтенсивністю росту (IP);;

$\sigma_W, \sigma_{BX}, \sigma_T, \sigma_K, \sigma_{IP}$ – генотипове стандартне відхилення за цими ознаками.

Присвоєння бугаям розряду племінної цінності за якістю потомства.

Розряд племінної цінності присвоюється за індексом селекційної цінності (CI_j) бугая, що визначається за формулою ..., з урахуванням середнього CI_n у групі із n бугаїв і стандартів розподілу (CT_p). Стандарт установлюють на основі функції нормального розподілу тварин за формулою: $CT_p = u_k \sigma_{ci}$, де u_k – величина відсікаємої абсциси; σ_{ci} – стандартне відхилення за селекційним індексом (табл.).

Шкала розподілу бугаїв за розрядом племінної цінності

Розряд	Коефіцієнт відбору (κ), %	Величина абсциси (u_k)	Алгоритм розподілу
Поліпшувач відмінно (П5)	5	+1,64	$CI_j > CI_n + 1,64 \sigma_{ci}$
Поліпшувач добре (П4)	25	+0,67	$CI_n + 0,67 \sigma_{ci} < CI_j \leq CI_n + 1,64 \sigma_{ci}$
Поліпшувач задовільно (П3)	35	+0,41	$CI_n + 0,41 \sigma_{ci} < CI_j \leq CI_n + 0,67 \sigma_{ci}$
Нейтральний плюс (Н+)	50	0	$CI_n < CI_j \leq CI_n + 0,41 \sigma_{ci}$
Нейтральний мінус (Н-)	65	-0,41	$CI_n - 0,41 \sigma_{ci} < CI_j \leq CI_n$
Погіршувач (ПГ)	100	∞	$CI_j \leq CI_n - 0,41 \sigma_{ci}$

Результати оцінки племінних бугаїв визнаються офіційними за повторюваності $\geq 50\%$. Розряд племінної цінності П5 бугай може отримати лише за повторюваності $\geq 75\%$ і за наявності результатів оцінки за молочним жиром і молочним білком. Племінним бугаям, що за СІ мають ранг 99, присвоюють статус "Лідер породи".

Останнім часом в Україні [40] передбачуваний розмір доходу від реалізації додатково одержаної молочної продукції від дочок оціненого бугая рекомендовано визначати на основі індекса селекційної цінності за формулою:

$$CI = 60 \cdot \left(\frac{3РПЦ}{\sigma} + \frac{8РПЦ}{\sigma} \right) + 40 \cdot \left(\frac{3РПЦ}{\sigma} + \frac{4РПЦ}{\sigma} \right) + \left(\frac{2РПЦ}{\sigma} + \frac{РПЦ}{\sigma} \right),$$

де $РПЦ_{жj}$, $РПЦ_{бj}$ – розрахункова племінна цінність j -тої тварини відповідно за молочним жиром (кг) і молочним білком (б);

$РПЦ_{тj}$, $РПЦ_{вj}$, $РПЦ_{кj}$, $РПЦ_{фтj}$ – розрахункова племінна цінність j -тої тварини відповідно за: оцінкою загального типу (т), вим'я (в), кінцівок та ратиць (к), формату тулуба (фт).

Цю формулу застосовують як основну для визначення селекційного та економічного коефіцієнтів оцінки бугаїв. Їх враховують у передбачуваному розмірі доходу від реалізації додатково одержаної молочної продукції від дочок бугая. Одержаний показник коригується на частоту повторюваності оцінки племінної цінності бугая та на щорічний генетичний тренд за молочним жиром 0,72, молочним білком 0,6 кг.

Запровадження в Україні системи управління молочним скотарством "Орсек-СЦ" принесло певну користь: вона сприяла систематизуванню наявного племінного поголів'я та створенню інформаційної бази даних бугаїв імпортової та вітчизняної селекції. Але, на жаль, цю систему не скрізь впроваджено, що не дає змоги провести повноцінну оцінку тварин для формування єдиного селекційного індексу.

Бугаї надходили з різних країн, у кожній із них свої підходи та методи оцінки за потомками, свої формули вирахування селекційних індексів. Звичайно, оцінку за продуктивними ознаками включено до всіх формул, і деякі ознаки екстер'єру подібні, але в кожній країні є свої особливості в цінній

політиці на молоко, в годівлі та утриманні, а, найголовніше, - всі країни різняться за національними системами оцінки: різні виробничі групи (корови, бугаї), різні одиниці виміру (кг, фунти), різне вираження генетичних оцінок (EBV, PTA), різні методи (модель тварини, контрольний день), різна частота оцінок (2 або 4 рази на рік). Тому порівняння EBV в кг та PTA США у фунтах через перерахунок кілограмів на фунти та EBV на PTA є некоректним.

Якщо в селекційних індексах з країн з високим розвитком тваринництва вносяться дані, одержані об'єктивним шляхом (тобто їх надали незалежні організації), то в Україні в інформаційну систему кожен власник вносить суб'єктивні дані, що є абсолютно неприпустимим для виведення об'єктивного селекційного індексу. В селекційний індекс для бугаїв, оцінених в Україні, вводять тільки дані про продуктивність (які, знову ж таки, надають власники тварин) з різною їх достовірністю і зовсім не вводять лінійну оцінку тварин, фактори груп крові, наявність генетичних дефектів, плодючість, кількість соматичних клітин та генотип каппа-казеїну в молоці. Тож при введенні поняття СІ +1200 про який селекційний індекс для голштинів, оцінених в Україні, йде мова [38] ?

Отже, результативність племінного добору обумовлюється багатьма факторами, але головним з них є рівень точності оцінки генотипу тварини. Від правильної оцінки спадкових якостей, особливо матерів майбутніх бугаїв-плідників, залежить ефективність добору. Теорія і практика селекції свідчать, що оптимальних результатів можна досягти за комплексною оцінкою генотипу. Провідним методом такої оцінки є індексний вираз, який акумулює в одному показнику оптимальне співвідношення селекційних ознак. Це дозволяє одержати максимальний ефект щодо зростання генетичної середньої кожної популяції за продуктивними ознаками.

Перераховані принципи конструювання індексів племінної і селекційної цінності молочних корів використовуються в країнах з розвинутим тваринництвом і в більшості випадків вони входять в комп'ютерні програми селекційного процесу. В умовах України для практичного застосування

зоотехнікам-селекціонерам доцільно запропонувати такий алгоритм розрахунку СІ, який доступний спеціалісту при використанні ПЕОМ. Підвищення генетичного потенціалу популяцій молочної худоби в країні повинно здійснюватись шляхом створення ефективних інформаційних технологій, розробки методів маркерної селекції та удосконалення способів оцінки генотипу тварин.

Таким чином, за 1990-2005 рр. в теорії і практиці молочної худоби провідне місце зайняли селекційні індекси, але їх не слід абсолютизувати, тому що в багатьох випадках це відносні величини (наприклад, +400 кг молока для 5 і 8 тис. кг молока за лактацію – це різні ступені поліпшення), вони мають порівняно малу ймовірність (від 0,1 до 0,5), залежать від поправочних коефіцієнтів і, саме основне, відповідають лінійній функції лише в певних межах розподілу або динаміки величин, вимагають розробки складних комп'ютерних програм (достатньо дорогих). Тому для умов України, де молочні породи (українська чорно- та червоно-ряба молочні породи) ще недостатньо консолідовані, стада перебувають в різних умовах середовища та рівня і повноцінності годівлі, доцільно розробити власні селекційні індекси за комплексом господарсько-цінних ознак молочних корів, як інтегральної оцінки при ранжуванні стада на основі використання звичайних калькуляторів. Важливо, щоб при цьому була висока кореляція між селекційним індексом та величиною показників продуктивних ознак тварин, щоб достовірно відібрати кращі генотипи серед кращих фенотипів.

Система селекційних індексів у молочному скотарстві

Республіки Беларусь

На пост радянському просторі серед бувших республік СРСР найбільш вагомі досягнення у тваринництві має Республіка Білорусь. Тому є сенс більш детально зупинитися на оцінці племінних якостей молочної худоби саме в цій країні, акцентуючи увагу на методичному підході і побудові селекційних індексів, які детально викладені в “Инструкции по определению племенной

ценности крупного рогатого скота черно-пестрой породы” і схвалені Міністерством сільського господарства і продовольства Республіки Беларусь [16].

Визначення племінної цінності племінних бугаїв

Оцінка за генотипом:

Враховують походження плідника, розрахунки ведуть за формулою:

$$ІГ = (ІБ + ІМ) \cdot 0,5,$$

де ІГ – індекс за генотипом (походженням), %;

ІБ – індекс батька, %;

ІМ – індекс матері, %.

ІБ розрахований як відносна племінна цінність за кг молочного жиру.

ІМ можливо розрахувати за формулою:

$$ІМ = h^2_i \cdot \frac{x_i - \bar{x}_i}{\bar{x}_i} \cdot 100 + 100,$$

де x_m – надій матері за вищу лактацію;

\bar{x}_m – середній надій матерів бугаїв з відповідним номером максимальної лактації;

h^2_m – коефіцієнт успадкованості надою (0,25)

Оцінка за розвитком.

Ремонтних бугайців в племпідприємствах контролюють за ростом і розвитком шляхом щомісячних зважувань. Рівень годівлі тварин повинен забезпечувати отримання середньодобових приростів 800-900 г.

У віці 6 місяців племінну цінність бугайців визначають за величиною індексу за генотипом (походженням) та індексу розвитку. Племінна цінність бугаїв за комплексом індексів визначають за формулою:

$$ІК = 0,8 \cdot ІГ + 0,2 \cdot ІР,$$

де ІК – індекс комплексний, %;

ІГ – індекс за генотипом, %;

ІР – індекс за розвитком, %.

0,8 і 0,2 – відносні вагові коефіцієнти певних індексів

$$ІР = h^2_M \cdot \frac{M - \bar{M}}{\bar{M}} \cdot 100 + 100,$$

де h^2_M – коефіцієнт успадкованості за розвитком;

M – жива маса бугайця;

\bar{M} – середня жива маса в популяції бугайців такого ж віку

З 10-місячного віку бугайців оцінюють за статевою активністю та якістю сперми.

Оцінка за екстер'єром

У віці 12 місяців визначення ПЦ бугайців за походженням та розвитком доповнюють **індексом оцінки екстер'єру** за 9 основними ознаками, використовуючи 9-бальну шкалу. Перелік ознак екстер'єру наступний:

- Тип тварини. Оцінюють гостроту холки, ніжність шкіри та кістяку, будову голови і шиї, відстань між ребрами. За оптимальний тип дають 9 балів;
- Міцність будови тіла. При цьому оцінюють передню частину тулуба (вид спереду). Оптимально 8 балів;
- Ріст – 8 балів;
- Глибина тулуба. Обхват тулуба в області останнього ребра – ідеальне значення 7 балів;
- Положення заду. Прямі крижі оцінюють ідеально в 5 балів, приспущений 1-4, дещо піднятий 6-9 балів;
- Ширина заду. Відстань між сідничими виступами. Оптимальне значення 9 балів;
- Постанова задніх кінцівок. Оглядають збоку кут задніх кінцівок у місті скакального суглоба. Ідеальне значення 6 балів;
- Постанова ратиць. Визначається кут між лінією зовнішньої поверхні ратиці та підлоги. Ідеальне значення 6 балів;
- Статеві органи – 6 балів.

Індекс за екстер'єром розраховують за наступними формулами:

$$\bar{X}_B = \frac{-\sum_{I=1}^9 |I_I - X_{BI}|}{9} \quad (1)$$

$$I = h^2_{\bar{a}} \cdot \frac{\bar{X}_A - \bar{X}}{|\bar{X}|} \cdot 100 + 100 \quad (2),$$

де I – ідеальне значення для i -тої ознаки;

X_{BI} – значення ознаки i -тої статі;

\bar{X}_B – середнє відхилення за всіма 9-ма ознаками для бугая;

\bar{X} – середнє всіх 9-ти відхилень за всіма бугаями популяції;
 h^2_e – коефіцієнт успадковуваності екстер'єрних ознак (0,35)

Племінну цінність (ПЦ) бугайців у 12 місяців за комплексом ознак (генотип, розвиток, екстер'єр) визначають за формулою: ,

$$IK = 0,7 \cdot I_G + 0,1 \cdot I_P + 0,2 \cdot I_E ,$$

де IK – комплексний індекс, %;

I_G – індекс за генотипом, %;

I_P – індекс за розвитком, %;

I_E – індекс за екстер'єром, %;

0,7; 0,1; 0,2 – відносні вагові коефіцієнти окремих індексів

Оцінка за відтворними якостями

У віці 2 роки визначають ПЦ за генотипом (походженням), розвитком, екстер'єром ще додатково доповнюють оцінку за відтворними якостями (запліднююча здатність сперми бугая, вивчена при осіменінні не менше 50 маток). Визначають за числом первинних плідотворних осіменінь.

ПЦ бугаїв за комплексом ознак визначають за формулою:

$$IK = 0,6 \cdot I_G + 0,1 \cdot I_P + 0,1 \cdot I_E + 0,2 \cdot I_B ,$$

де IK – комплексний індекс, %;

I_G – індекс за генотипом, %;

I_P – індекс за розвитком, %;

I_E – індекс за екстер'єром, %;

I_B – індекс відтворної здатності, %;

0,6; 0,1; 0,1; 0,2 – відносні вагові коефіцієнти окремих індексів

$$I_A = h^2_a \cdot \frac{\hat{A} - \bar{A}}{\bar{A}} \cdot 100 + 100 ,$$

де I_B – відтворний індекс, %;

h^2_e - коефіцієнт успадковуваності відтворних якостей (0,1)

B – запліднююча здатність сперми бугая;

\bar{B} – середня запліднююча здатність сперми всіх бугаїв популяції

Лінійна оцінка бугаїв за типом будови тіла дочок

Лінійну (лінійну) оцінку дочок за типом проводять добре підготовлені для цієї роботи спеціалісти (бонітери) племпідприємств сумісно із зоотехніками-селекціонерами господарств активної частини популяції, де ведуть перевірку бугаїв за якістю потомства.

Оцінюють корів-первісток 4 рази в рік за період 50-150 днів лактації. Для оцінки відбирають 25 дочок як мінімум з 3-х господарств. При розрахунках 15% кращих і 15% гірших за кожним показником – відкидають.

На основі окомірної оцінки описують окремі ознаки екстер'єра. Ознаку описують за шкалою 9 балів. 1 бал і 9 балів – біологічно екстремальні значення. Для кожної ознаки визначають оптимальне значення залежно від спрямованості селекції. За результатами проводиться лінійний (лінійний) профіль плідника. В систему лінійної оцінки типу первісток включені 14 основних ознак.

Індекс лінійної (лінійної) оцінки бугая визначають за формулами:

$$\bar{L}_B = \frac{-\sum_{i=1}^{14} |I_i - L_{Bi}|}{14} \quad (3),$$

$$I_{\text{ЛД}} = h^2_{\text{ЛД}} \cdot \frac{\bar{L}_B - \bar{L}}{|\bar{L}|} \cdot 100 + 100 \quad (4),$$

де I_i – ідеальне значення для i -тої ознаки;

L_{Bi} – значення ознаки i -тої статі;

\bar{L}_B – середнє відхилення за всіма 14-ти ознаками екстер'єра дочок бугая;

\bar{L} – середнє значення всіх 14-ти відхилень за всіма бугаями популяції;

$h^2_{\text{ЛД}}$ – коефіцієнт успадкованості лінійного профілю дочками бугая (0,35);

$I_{\text{ЛД}}$ – індекс лінійного профілю дочок бугая

Максимальне значення цих індексів дорівнює $100 \cdot (1 + h^2_{\text{ЛД}})$ буде у бугаїв за всіма статтями відповідно модельній тварині. При $h^2 = 0,35$ значення відповідних індексів можуть варіювати від 0,65 до 1,35.

Комплексний індекс ПЦ бугая у віці 5 років визначають за формулою:

$$IK = 0,5 \cdot I_G + 0,05 \cdot I_P + 0,1 \cdot I_E + 0,1 \cdot I_B + 0,25 \cdot I_{\text{ЛД}},$$

де IK – комплексний індекс, %;

I_G – індекс за генотипом, %;

I_P – індекс за розвитком, %;

I_E – індекс за екстер'єром, %;

I_B – індекс відтворної здатності, %;

$I_{\text{ЛД}}$ – лінійний індекс дочок, %;

0,5; 0,05; 0,1; 0,1 і 0,25 – відносні вагові коефіцієнти окремих індексів

Перевірка бугаїв за якістю потомства

Постановка бугаїв на перевірку (оцінку) за якістю потомства проводиться у віці 14 місяців і оформлюється відповідним документом.

Не менше 3-х бугаїв, які перевіряються, використовують одночасно не менше, ніж у 3-х господарствах терміном не більше 6 місяців. Щомісячно спермою кожного з них осіменяють рівну кількість корів всіх вікових груп і телиць. Для достовірної оцінки ПЦ бугая необхідно провести його перевірку за 50 дочками. Для їх отримання спермою кожного бугая у всіх господарствах плідотворно осіменяють не менше 250 корів і 50 телиць (без вибору).

Запліднюючу здатність сперми бугаїв, які перевіряються, визначають числом первинних плідотворних осіменінь. Якщо запліднилось менше 50% корів і 70% телиць, плідників із перевірки виключають.

За період перевірки за якістю потомства від бугаїв регулярно отримують сперму за оптимальних умов їх використання з врахуванням віку тварин. Накопичують для зберігання 10-40 тис. спермодоз.

Приплід, отриманий від корів, яких осіменяли спермою бугаїв, які перевіряються, реєструють у встановленому порядку, мітять вушними бірками, враховують число мертвонароджених та виродків.

Визначення ПЦ бугаїв

Племінну цінність плідників розраховують у комп'ютерних центрах „Минсельхозпрода” Республіки Беларусь два рази на рік станом на 30.VI і 31.XII на основі баз даних племобліку. Враховують середню продуктивність за ряд років.

Абсолютна племінна цінність (АПЦ) визначається за формулою:

$$АПЦ = \frac{\sum_{i,j,k} (\bar{x}_{i,j,k} - \bar{y}_{i,j,k}) * w_{i,j,k}}{\sum_{i,j,k} w_{i,j,k}},$$

де $\bar{x}_{i,j,k} - \bar{y}_{i,j,k}$ – різниця між продуктивністю дочок і ровесниць бугая в і-тому господарстві, j-тому році, k-тому сезоні отелення;
 $w_{i,j,k}$ – кількість ефективних дочок в і-тому господарстві, j-тому році, k-тому сезоні отелення (визначається за формулою):

$$w_{i,j,k} = \frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2},$$

де n_1 – кількість дочок бугая-плідника;
 n_2 – кількість ровесниць дочок.

Відносна племінна цінність (ВПЦ) бугая визначається за формулою:

$$ВПЦ = \frac{АПЦ + B}{B} * 100$$

де B – середній показник величини ознаки за якою визначають відносну племінну цінність бугая в популяції.

Для отримання достовірної оцінки бажано щоб кожний плідник мав 35 ефективних дочок, або 53 дочок бугая, що забезпечить необхідну величину повторності при оцінці окремих бугаїв у загальному числі всіх бугаїв.

ПЦ бугаїв при наступних переоцінках може змінюватись, при цьому ціна на сперму формується після кожної переоцінки.

ПЦ бугаїв, оцінених за якістю потомства, визначають за формулою:

$$ІК = 0,03 \cdot ІГ + 0,01 \cdot ІР + 0,02 \cdot ІЕ + 0,02 \cdot ІВ + 0,12 \cdot ІЛД + 0,8 \cdot ІПД,$$

де $ІК$ – комплексний індекс, %;

$ІГ$ – індекс за генотипом, %;

$ІР$ – індекс за розвитком, %;

$ІЕ$ – індекс за екстер'єром, %;

$ІВ$ – індекс відтворної здатності, %;

$ІЛД$ – лінійний індекс дочок, %;

$ІПД$ – продуктивний індекс дочок, %

0,03; 0,01; 0,02; 0,02; 0,12 і 0,8 – відносні вагові коефіцієнти окремих індексів

Продуктивний індекс дочок розраховують за формулою:

$$ІПД = 0,7 \cdot ВПЦ_{Н} + 0,15 \cdot ВПЦ_{КГЖ} + 0,15 \cdot ВПЦ_{КГБ},$$

де $ІПД$ – продуктивний індекс дочок, %

$ВПЦ_{Н}$ – відносна племінна цінність за надоем;

$ВПЦ_{КГЖ}$ – відносна племінна цінність за кг молочного жиру;

$ВПЦ_{КГБ}$ – відносна племінна цінність за кг молочного білка

0,7; 0,15; 0,15 – відносні вагові коефіцієнти.

До отримання даних щодо вмісту білка в молоці дочок, продуктивний індекс можливо розрахувати за формулою:

$$ІПД = 0,8 \cdot ВПЦ_{Н} + 0,2 \cdot ВПЦ_{КГЖ}$$

Результати оцінки бугаїв за якістю потомства при показнику повторюваності більше 30% заносять в базу даних бугаїв-плідників.

При показниках ПЦ нижче 95 одиниць за надоєм та кількістю молочного жиру за умови достовірної оцінки (наявність не менше 35 ефективних дочок), сперму бугаїв вибраковуюють. У племпідприємствах використовують бугаїв, які мають величину ВПЦ не менше 100 одиниць за основними ознаками (надій, молочний жир, молочний білок, кг). Сперму бугаїв, у яких індекс ПЦ за продуктивністю дочок ($I_{ПД}$) варіює в межах від 95 до 100 одиниць, використовують у сільськогосподарських підприємствах, що мають надій корів, меншу, ніж у дочок бугаїв.

Визначення ПЦ маточного поголів'я

Оцінка за генотипом

ПЦ за генотипом (походженням) розраховують за формулою:

$$IГ = (IБ + IМ) \cdot 0,5,$$

де $IГ$ – індекс за генотипом (походженням), %;

$IБ$ – індекс батька, %;

$IМ$ – індекс матері, %.

Якщо відсутня індексна оцінка батьків, розраховують індекси ПЦ батька і матері.

Індекс матері розраховують наступним чином:

$$IМ = h^2_{м} \cdot \frac{y_{м} - \bar{y}_{м}}{\bar{y}_{м}} \cdot 100 + 100,$$

де $y_{м}$ – надій матері за вищу лактацію;

$\bar{y}_{м}$ – середній надій підконтрольного поголів'я за вищу лактацію;

$h^2_{м}$ – коефіцієнт успадкованості надою (0,25)

Визначення індексу ПЦ ($IБ$) батька ведуть за вказаній формулі раніше.

Оцінка за розвитком

У 6-місячному віці ПЦ визначають за величиною індексу за генотипом (походженням) та розвитку. Індекс ПЦ за розвитком визначають за формулою:

$$IР = h^2_{м} \cdot \frac{M - \bar{M}}{\bar{M}} \cdot 100 + 100$$

де $h^2_{м}$ – коефіцієнт успадкованості даної ознаки, розрахований для телиць певної породи, наприклад, чорно-рябої, дорівнює 0,3;

M – жива маса оцінюваної ремонтної телиці;

\bar{M} – середня жива маса одновікових телиць підконтрольного поголів'я.

Комплексний індекс двох ознак визначають за формулою:

$$IK = 0,7 \cdot IG + 0,3 \cdot IP,$$

де IK – індекс комплексний, %;

IG – індекс за генотипом, %;

IP – індекс за розвитком, %.

0,7 і 0,3 – відносні вагові коефіцієнти певних індексів

Оцінка за екстер'єром

У віці 6, 12 місяців звертають увагу на міцність кістяку, пропорційність будови тіла, правильну постановку кінцівок та ратиць.

У віці 12 і 18 місяців у комплексний показник ПЦ ремонтних телиць поряд з походженням і розвитком вводиться індекс оцінки екстер'єру за 10-бальною шкалою: 1 бал – мінімальна оцінка; 6 балів – задовільна оцінка; 10 балів – без пороків і недоліків.

Розраховують індекс за формулою:

$$I_E = h^2_E \cdot \frac{E_T - \bar{E}_{ТП}}{\bar{E}_{ТП}} \cdot 100 + 100$$

де I_E – індекс екстер'єра, %;

h^2_e – коефіцієнт успадкованості екстер'єрних ознак (0,35);

E_T – бал за екстер'єр телиці;

$\bar{E}_{ТП}$ – середній бал за екстер'єр одновікових ровесниць телиць підконтрольного поголів'я.

Племінну цінність ремонтних телиць в 12 і 18 місяців за комплексом ознак (генотип, розвиток, екстер'єр) визначають за формулою:

$$IK = 0,7 \cdot IG + 0,15 \cdot IP + 0,15 \cdot IE,$$

де IK – комплексний індекс, %;

IG – індекс за генотипом, %;

IP – індекс за розвитком, %;

IE – індекс за екстер'єром, %;

0,7; 0,15; 0,15 – відносні вагові коефіцієнти окремих індексів

За результатами оцінки ПЦ телиць формують:

- групи для ремонту основного стаду;
- групи для продажу;
- групи телиць, що підлягають вибракуванню;
- ціни на племінних телиць

Оцінка продуктивності корів

Молочну продуктивність корів визначають за контрольними надоями, вмістом жиру і білка в молоці за 305 днів лактації або за укорочену (не менше 240 днів) закінчену лактацію. Початком лактації вважають другий день після отелення, а закінченням – останній день доїння.

ПЦ корів визначають за відхиленням показників величини надою (кг), молочного жиру (кг), молочного білка (кг) від середніх величин по стаду, підконтрольного поголів'я з врахуванням коефіцієнтів успадкованості та міжстадних відмін.

Розрахунок за цими ознаками ведуть за формулою:

$$A_{1,2,3} = h^2 \cdot (P_{K1,2,3} - P_{1,2,3}) + h^2_c \cdot (P_{1,2,3} - B_{1,2,3}),$$

де $A_{1,2,3}$ – індекс ПЦ корови: 1 – за надоєм за 240-305 днів лактації; 2 – за молочним жиром (кг); 3 – за молочним білком (кг);

h^2 – коефіцієнт успадкованості за надоєм, рівний 0,25; % вмісту жиру в молоці – 0,4; % вмісту білка – 0,3;

$P_{K1,2,3}$ – надій, молочний жир, молочний білок за лактацію корови, яку оцінюють

$P_{1,2,3}$ – середній надій, молочний жир, молочний білок корів у стаді, яке оцінюють, що закінчили аналогічну (1, 2 або 3 і старше) лактацію і які телились в цьому ж році;

h^2_c – міжстадна генетична мінливість, що дорівнює 0,1;

$B_{1,2,3}$ – середній надій, молочний жир, молочний білок у підконтрольному поголів'ї за попередній рік.

Відносну величину продуктивного індексу (I_{Π}) корови виражають у % і визначають за формулою:

$$I_{\Pi} = \frac{A_{1,2,3} - B_{1,2,3}}{B_{1,2,3}} \cdot 100,$$

На основі окремих продуктивних індексів розраховують комплексний індекс за молочною продуктивністю згідно формули:

$$I_K = 0,7 \cdot I_H + 0,15 \cdot I_J + 0,15 \cdot I_B,$$

де I_K – комплексний індекс за молочною продуктивністю, %;

I_H – індекс за надоєм корови, %;

I_J – індекс за кількістю молочного жиру (кг);

I_B – індекс за молочним білком (кг);

0,7; 0,15; 0,15 – відносні вагові коефіцієнти окремих індексів

До отримання показників вмісту білка в молоці комплексний індекс за молочною продуктивністю розраховують за надоем і молочним жиром згідно формули:

$$IK = 0,8 \cdot I_H + 0,2 \cdot I_J ,$$

де ІК – комплексний індекс за молочною продуктивністю, %;

I_H – індекс за надоем корови, %;

I_J – індекс за кількістю молочного жиру (кг);

Індекс продуктивності корови розраховують по кожній закінченій лактації і враховують найвищий індекс із зазначенням номера лактації.

Лінійна (лінійна) оцінка екстер'єру

Лінійна оцінка екстер'єру проводиться один раз протягом всього життя тварин. Оцінюють спочатку всіх корів в період 50-150 днів лактації, а в наступні періоди – лише первістки. За лінійної оцінки будови тіла (лінійний метод) використовують 9-бальну систему, включаючи 14 основних ознак екстер'єру, два з яких характеризують загальний розвиток тварини, чотири – тулуба, два – кінцівки, шість - вим'я.

Розраховують індекс екстер'єру згідно формул:

$$\bar{X}_K = \frac{-\sum_{I=1}^{14} |I_i - X_{KI}|}{14} \quad (1) ,$$

$$I_{\bar{A}} = h_{\bar{A}}^2 \cdot \frac{\bar{X}_K - \bar{X}}{|\bar{X}|} \cdot 100 + 100 \quad (2) ,$$

де I_i – ідеальне значення для і-тої статі;

X_{KI} – значення ознаки для і-тої статі корови;

\bar{X}_K – середнє відхилення від оптимальної величини всіх 14-ти лінійних ознак корови;

$h_{\bar{A}}^2$ – коефіцієнт успадкованості екстер'єрних ознак (0,35);

\bar{X} – середнє відхилення від оптимальної величини всіх лінійних ознак екстер'єру корів підконтрольного поголів'я.

Оцінка швидкості молоковіддачі

Інтенсивність молоковіддачі (кг/хв.) у корів визначають на 2-3 місяцях лактації після 1-го і 3-го отелень шляхом ділення кількості надоемого молока

(кг) на витрачений при цьому час (хв.). Контрольне доїння проводять один раз на добу.

ПЦ корів за показником швидкості молоковіддачі визначають відносною величиною індексу. Його розраховують за формулою:

$$I_i = h^2_i \cdot \frac{\tilde{N}_i - \bar{N}_i}{\bar{N}_i} \cdot 100 + 100 ,$$

де I_M – індекс ПЦ корови за швидкістю молоковіддачі, %;

h^2_M – коефіцієнт успадкованості швидкості молоковіддачі (0,5);

C_M – швидкість молоковіддачі корови, кг/хв;

\bar{C}_M – середня швидкість молоковіддачі у підконтрольному поголів'ї, кг/хв.

Розрахунок комплексного індексу ПЦ корови

Для розрахунку комплексного індексу племінної цінності корови використовують формулу:

$$IK = 0,03 \cdot I_G + 0,15 \cdot I_E + 0,76 \cdot I_P + 0,06 \cdot I_M ,$$

де IK – комплексний індекс ПЦ корови, %;

I_G – індекс за генотипом, %;

I_P – індекс за продуктивністю, %;

I_E – індекс за екстер'єром, %;

I_M – індекс швидкості молоковіддачі, %;

0,03; 0,15; 0,76; 0,06 – відносні вагові коефіцієнти окремих індексів

Загальний (комплексний) індекс розраховують для кожної молочної корови після завершення лактації.

За результатами оцінки формують:

- селекційне стадо (50-60%), корови, від яких вирощують молодняк для відтворення основного стада. Виділяють кращих корів з метою отримання від них племінних бугаїв;
- виробниче стадо (30-40%);
- корови, які підлягають вибракуванню та виранжировуванню зі стада.

Розробка власного селекційного індексу системної оцінки молочних корів

На основі узагальнення проведених досліджень нами розроблено новий спосіб відбору молочних корів за комплексом ознак. Суть його в наступному [.

Молочних корів оцінюють за багатьма ознаками: рівнем надоїв молока, вмістом у ньому жиру, білка, сухих речовин, плодючістю тварин, резистентністю до захворювань і т.п. Відбір тварин ускладнюється тим, що всі

вказані ознаки дуже варіюють, наприклад, корова № 1 має надій 5000 кг молока за першу лактацію при вмісті жиру 4% (200 кг молочного жиру), а корова № 2 також за першу лактацію мала надій 7000 кг молока жирністю 2,9% (203 кг молочного жиру). Яку з цих корів залишити в стаді для подальшого племінного використання? А якщо в систему оцінки корів включити ще і їх плодючість, термін господарського використання, стан здоров'я і т.п., то завдання відбору кращих тварин ще більше ускладнюється.

На основі існуючої системи бонітування молочної худоби, що є своєрідним індексом оцінки тварин за комплексом ознак, що взято за основу, був розроблений новий принцип побудови СІ.

Задачею нового СІ системної оцінки є розробка простого способу оцінки молочних корів за комплексом ознак на основі фактичного рівня продуктивності тварин та інших взаємопов'язаних ознак відбору з метою підвищення ефективності селекції.

Результатом запропонованого способу є підвищення достовірності оцінки корів на основі реальної (а не у відсотках) продуктивності тварин за комплексом провідних ознак відбору: молочний жир, молочний білок, плодючість, стійкість до захворювань вим'я, що сприяє також поліпшенню економіки молочного скотарства.

Для вирішення поставленої задачі використовують інформацію первинного зоотехнічного і ветеринарного обліку за надоями молока, вмісту в ньому жиру і білка, рівня плодючості, тривалості господарського використання тварин, здоров'я молочної залози за показником кількості соматичних клітин в 1 см³ молока і вираховують селекційний індекс за спеціальною формулою.

У стаді корів червоно-рябої голштинської породи Матусівського племрепродуктора Черкаської області вели систематичний первинний зоотехнічний і ветеринарний облік продуктивності та інших господарсько-корисних ознак. Селекційний індекс системної оцінки корів вираховували за розробленою нами формулою:

$$CI = (E_{\phi} - 80) + M_{ж} + M_{б} + Пл. + Тр - \left(\frac{\Phi КСМ - 500000}{10000} \right),$$

де E_{ϕ} – фактична оцінка екстер`єру за 100-бальною системою, бали;

80 – мінімальна оцінка екстер`єру в балах для класу еліта

$M_{ж}$ – кількість молочного жиру, кг;

$M_{б}$ – кількість молочного білка, кг;

Пл. – плодючість корів, за формулою: Пл. = кількість телят/вік корови, років x 100;

Тр – тривалість господарського використання корів, місяців;

$\Phi КСМ$ – фактична кількість соматичних клітин в 1 мл молока;

500 тис./см³ – граничний рівень кількості соматичних клітин у молоці, який може свідчить на субклінічну форму маститу вим`я корів.

Проведені розрахунки СІ системної оцінки молочних корів (див. таблицю) засвідчили, що цей показник варіював від 264,9 до 770 у корови з найвищим надоєм за лактацію (10520 кг молока жирністю 3,98%, вмістом білка 3,0%, кількістю соматичних клітин 866 тис./см³, тривалістю господарського використання 42 місяці, плодючістю 28,6).

Даний селекційний індекс системної оцінки молочних корів за комплексом ознак включає одночасно найважливіші господарсько-корисні показники: молочний жир, молочний білок, плодючість тварин, тривалість господарського використання і здоров`я молочної залози тварин.

Селекційний індекс системної оцінки молочних корів, вирахований даним способом за комплексом ознак, має ряд переваг перед традиційним бонітувальним класом (чи бальною оцінкою), а саме: відображає реальний (а не у відсотках) рівень продуктивності корів; оцінюється плодючість тварин, тривалість господарського використання та здоров`я вим`я, що має також економічне значення внаслідок отримання більшої кількості телят, менших витрат ветеринарних препаратів на лікування захворювань вим`я і тривале використання корів у більшій мірі окупає всі витрати, понесені господарством (чи фермером) в процесі вирощування телиць до їх переводу в основне стадо корів.

Таким чином, в селекційну групу корів відбирають тих, селекційний індекс яких за комплексом ознак перевищує середній рівень по даному стаду.

СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ СЕЛЕКЦІЇ

Управління селекційним процесом і прийняття оперативних заходів у молочному скотарстві ґрунтується на використанні багаточисельної інформації як про кожну окрему тварину, так і популяцій в цілому. Цей процес значно полегшується завдяки використанню спеціально розроблених програмних засобів для персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ) [11].

У селекційній практиці зарубіжних країн великого значення надають вірогідній оцінці корів за показниками молочної продуктивності, яку здійснюють відповідно до вимог Інтернаціонального комітету з оцінки продуктивності у племінному тваринництві (ICAR) [15].

Іншою стратегічною потребою у подальшому розвитку молочного скотарства є створення інформаційних систем селекції, які дозволяють не тільки ефективніше проводити облік і оцінку тварин, але й накопичувати бази даних в межах порід і використовувати ці матеріали для удосконалення методів добору.

Таблиця 3.103

Розрахунок селекційного індексу системної оцінки молочних корів за комплексом ознак

Кличка, інв. № корови	Молочний жир кг	Молочний білок, кг	Плодючість	Тривалість господарського використання, міс	Ф. К. С. К	СІ	Продуктивність				
							днів лактації	надій, кг	жир %	білок %	сом. клітини, тис./мл
Jutta 820	171	134	30,3	40	-29,8	405,1	305	4648	3,69	2,88	202
Atti 882	195	153	32,2	37,6	-37,6	455,4	305	5309	3,68	2,88	124
Ronda 835	419	317	28,6	42	-36,6	770	305	5309	3,98	3,01	866
Senta 870	165	125	30	40	-22,8	382,8	279	4473	3,7	2,8	272
Ida 869	131	105	31,2	38,8	-31,5	337,5	305	3612	3,64	2,9	185
Uschi 845	107	79	31,5	38	-6,9	262,4	236	2626	4,08	3,01	431
Vera 895	202	152	28	43,2	-30,1	455,3	305	5400	3,75	2,81	199
Hortense 899	168	126	29,4	40,8	-40,2	404,4	281	4335	3,88	3,91	98
Lotte 813	105	87	30,8	39	-37,3	299,1	237	2862	3,66	3,04	127
Biene 819	175	140	32,2	37,2	5,5	378,9	271	5277	3,31	2,65	555
Hanni 836	208	160	30,3	39,6	-22,4	460,3	305	5360	3,88	2,99	276
Anni 826	99	75	32,2	37,2	-21,5	264,9	305	2585	3,83	2,89	285
Erina 848	140	102	33,8	35,5	-24,1	335,4	302	3560	3,94	2,86	259
Elbe 847	175	133	28,2	42,5	-16,8	395,5	305	5106	3,43	2,6	332
Elena 853	221	149	34,8	34,4	-4,2	443,4	276	5163	4,29	2,89	458
Emsige	147	109	34	35,3	-28,4	353,7	281	3868	3,79	2,81	216
Kia 884	175	137	27	44,4	-41,1	424,5	305	4646	3,76	2,95	89
Jana 892	147	113	28,6	42	-30,5	361,1	305	3973	3,69	2,85	195
Tonne 815	145	96	33,3	36	-24,7	335	243	3501	4,15	2,75	253
Ines 903	130	104	33	36,5	-44,1	347,6	276	3773	3,44	2,76	59
Molke 898	182	142	31,6	38	-34,2	427,8	305	4727	3,85	3,01	158
Marga 856	180	131	31,6	38	13	367,6	305	4414	4,07	2,97	63
Petra 852	115	84	31	39	-45,8	314,8	276	3074	3,75	2,72	42
Kora 908	188	141	29,4	40,8	-33,7	432,9	293	5051	3,73	2,79	163
Ortrud 890	178	134	30,3	43,2	-0,7	386,2	305	4494	3,96	2,99	493

Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем у світовому тваринництві охоплюють всі сфери діяльності: дуже широко використовують програми збору та накопичення даних, управління виробничими і селекційними процесами. Перспективними напрямками вважають системи і обладнання, побудовані з використанням принципів телеметрії і сенсорної передачі даних, що дозволяє мати постійний контроль за тваринами, накопичувати дані не лише про поведінку, а й зміни фізіологічного стану і, після системного аналізу, використовувати їх у роботі тваринників.

У зв'язку із досягненнями в популяційній генетиці та інформаційних технологій селекція молочної худоби здійснюється на підвищення генетичного потенціалу популяцій шляхом вдосконалення способів оцінки генотипу тварин, розробки методів маркерної селекції, створення ефективних інформаційних технологій та врахуванні ведучих ознак відбору: якості та біобезпеки продукції тваринництва, регулярної плодючості тварин, тривалості їх господарського використання, технологічності, резистентності до захворювань. Саме тому для оптимізації відбору тварин за комплексом господарсько-біологічних ознак використовують метод селекційних індексів, який акумулює в одному показнику їх оптимальне співвідношення.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Розглянуті системи побудови і використання селекційних індексів мають позитивні і негативні аспекти. Система, прийнята в Республіці Беларусь, може ефективно використовуватись для уточнення оцінки тварин на протязі їх онтогенезу, тобто в 6-12-місячному віці за розвитком, екстер'єром і т.п. Однак, при цьому не слід зрівнювати поняття генотип з походженням, тому що тварини з однаковим походженням можуть мати зовсім різні генотипи. Бажано також обґрунтовано приймати базу для порівняння. Не у всіх випадках оптимальним варіантом є стадо, чи підконтрольне поголів'я. Можливо, доцільніше орієнтуватись на певні, науково-обґрунтовані стандарти, загальноприйняті, наприклад, в Європейських країнах. Сумнівно також використовувати одні і ті ж показники коефіцієнтів успадковуваності, тому що відомо: з підвищенням рівня продуктивності вони змінюються. Теоретично не зовсім коректно розглядати „відхилення” певних показників від так званого „середнього” генотипу, якого в природі не існує, тому що основа генотипу – дискретна і в даному випадку математична середня не зовсім точно відображає реальну картину.

Потребує додаткового обґрунтування принцип формування комплексного індексу, наприклад, молочних корів, в якому є інформація щодо оцінки походження, розвитку і т.п. Відомо, - чим більше включено в індекс ознак для відбору, тим менший буде прогрес в процесі селекції.

Особливої уваги заслуговують „вагові коефіцієнти”, навіть в тому випадку, якщо вони відображають так звані „ринкові ціни”, які змінюються частіше, чим стратегія селекції.

Старше покоління вчених завжди дотримувалось принципів порівняння фактичних фенотипових показників тварин, без корекції на дію різних факторів, тому що кожний організм специфічно реагує на умови середовища. Саме ця проблема – „взаємодія генотип x середовище” найбільш досліджена, але чомусь найчастіше використовуються різні коефіцієнти корегування, які мають більше логічного, ніж раціонального обґрунтування.

Мудрість селекціонера полягає в тому, щоб в селекційному індексі взаємно врівноважити найбільш важливі показники відбору. В таких випадках не завжди є абсолютним прийом використання σ (сигма), як це практикується в багатьох формулах, тому що σ за надром і σ за показниками плодючості не співставні. В даному аспекті доцільно керуватися взаємодією величин складових індексів так, щоб зміна кожного з них відповідно впливала на кінцевий показник величини селекційного індексу.

Не слід також переоцінювати „лінійну”, а правильніше „лінійну” систему класифікації екстер’єрного типу тварин. Суб’єктивізм в даному випадку не виключається, тому проблема „цифрової” оцінки екстер’єру залишається і потребує подальшого вивчення.

Залишається поки що межами наукової системи селекції проблеми біобезпеки і якості продукції тваринництва, спадкових захворювань, особливо з рецесивним типом успадкування, мінімальних показників довічної продуктивності і т.п. Саме тому нами проведені експериментальні дослідження в цьому напрямі. Розроблений нами селекційний індекс системної оцінки молочних корів, на нашу думку, більш об’єктивно враховує сучасні вимоги селекції молочної худоби при обґрунтованому мінімумі селекційних ознак.

У близькому майбутньому селекційні індекси сформовані на основі фенотипових показників будуть замінені індексами генетичної переваги, побудованими на генетичній інформації: типах білків, ферментах, частотах певних генів і їх комплексів, в т.ч. і факторів груп крові та їх поєднань на протязі 2-3-х поколінь тварин і т.п., що дасть можливість вести ефективний відбір тварин бажаного генотипу на ранніх етапах їх онтогенезу.

Для відбору коней бігових порід вже розроблені комп’ютерні програми, які на основі реєстрації фізіологічних показників серцевої, легеневої діяльності, індексів екстер’єру молодих коней, що лише увійшли в початковий тренінг, прогнозується з високою вірогідністю майбутня жвавість коня. Цей метод теж можна назвати фізіологічним індексом. В подібному напрямку можливі прогнозні індекси і для інших видів тварин та їх продуктивних особливостей.

Однак, не слід забувати, що продуктивність є результатом дії не лише генів, а всіх систем організму, тому оцінка типу будови тіла тварин повинна включати інформацію і про взаємозв'язки систем та нервово-гормональної управлінської діяльності протягом певного періоду доби, фізіологічної стадії та протягом лактації чи циклів розмноження. Селекційні індекси повинні бути лише інструментом у проведенні комплексної оцінки тварин, головним же залишаються знання та спостереження селекціонера за реалізацією генотипів у конкретні фенотипи в даних умовах середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агафонов Б., Святченко С., Сиромолот В. Селекція молочної худоби за комплексом ознак // Тваринництво України. – 1996. – № 10. – С. 12-13.
2. Агафонов Б.А., Серомолот В.В. Система селекції молочного скота по індексу желательного типу // Зоотехнія. – 1991. - № 4. – С. 18-20.
3. Барабаш В.И., Козловская М.В. Отбор быков-улучшателей для стабилизации молочной продуктивности дочерей // Зоотехнія. – 2002. – № 10. – С.2-5.
4. Барабаш В.И. , Радченко В.В. Прогнозирование белкомолочности у голштинского скота //Зоотехнія. – 1998. – № 3. – С. 2-4.
5. Басовський М.З. та інші. Вирощування, оцінка і використання плідників. – К.: Урожай, 1992. – 216 с.
6. Басовский Н.З. Взаимодействие между генотипом и средой в популяции молочного скота // Вісник аграрної науки. – К., 1997. – № 12. – С. 40-43.
7. Бондаренко Г.П. Застосування імуногенетичного та генетикостатистичного методів при прогнозуванні молочної продуктивності корів: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.01 / Нац. агр. ун-т. – К., 2003. – 20 с.
8. Вінничук Д.Т. Основні принципи відбору // Досвід племінної роботи на молочнотоварній фермі. – К.: Урожай, 1973. – 230 с.
9. Винничук Д.Т. Прогноз молочної продуктивності животнох по их родословным // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1974. – № 8. – С. 25-26.
10. Винничук Д.Т., Гавриленко В.П. Селекційний індекс в оцінці молочного скота // Цитология и генетика. – К., 1989. – Т. 23. – № 2. – С. 59-62.
11. Власов В.І., Мільченко Ю.В., Попов О.Є. Селекційний індекс для оцінки і відбору бугаїв за відтворною здатністю // Розведення та штучне осіменіння великої рогатої худоби. – 1992. – Вип. 24. – С. 8-10.
12. Гавриленко В.П. Система оцінки, отбора и эффективность подбора в повышении продуктивности молочного скота: Авт. дис. на соиск. научн. степ. доктора с.-х. наук. – Ульяновск, 2007. – 42 с.
13. Гончаренко І.В. Селекційні індекси молочних корів //Вісник аграрної науки. – 2003. - № 12. – С. 47-50.
14. Горлов О.І. Удосконалена методика визначення генетичних кореляцій для селекційних індексів. – Асканія-Нова, 2001. – 28 с.
15. Дідківський В.О. Селекційно-генетичні аспекти створення високопродуктивного молочного стада: Авт. дис. на здобуття наук. ступ. кандидата с.-г. наук. – К.-Чубинське, 2007. – 20 с.
16. Инструкция по определению племенной ценности крупного рогатого скота черно-пестрой породы. – Минск, 2005. – 20 с.
17. Каталог бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід для відтворення маточного поголів'я в 2005 році / За ред.. М.М. Майбороди. – К.: Держ. наук.-вироб. концерн „Селекція”, 2005. – 196 с.
18. Кравченко Н.А. Разведение сельскохозяйственных животных. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 377 с.

19. Крупномасштабная селекция в животноводстве / Н.З. Басовский, В.П. Буркат, В.И. Власов, В.П. Коваленко. – К.: ПНА Украина, 1994.- 374 с.
20. Логинов Ж.Г., Примак В.А., Рахматуллина Н.Р. Оценка черно-пестрых коров ленинградского типа по комплексу хозяйственно-полезных признаков // Зоотехния. – 2004. – № 7. – С. 2-5.
20. Майборода М.М., Германчук С.Г. Розрахунок племінної цінності тварин // Науковий вісник НАУ. – К., 2000. – Вип. 21. – С. 77-80.
21. Методы оценки генотипа племенных животных в молочном скотоводстве (методические рекомендации) / Сост. Попов В.П., Шкирадно Ю.П. – Л.: Изд-во ВНИИРГЖ, 1983. – 54 с.
22. Методичні рекомендації щодо селекції молочних корів на резистентність до маститу / І.В. Гончаренко. – К.: Аграрна наука, 2006.- 32 с.
23. Пабат В.О., Гончаренко І.В. Як воно у людей: фактори високої продуктивності молочної худоби Ізраїлю // Молочна промисловість. – 2003. - № 4(7). – С. 36-39.
24. Петренко І.П. Генетико-популяційні процеси при інбридингу, схрещуванні і регулюванні статевого складу потомства у тварин. Авт. дис. на здобуття наук. ступ. доктора с.-г. наук. – К., 1994. – 56 с.
25. Племенное дело в животноводстве / Л.К. Эрнст, Н.А. Кравченко, А.П. Солдатов и др.; Под ред. Н.А. Кравченко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 287 с.
26. Погребная Н.П., Багрий Б.А. Использование индекса молочности в работе со стадом // Зоотехния. – 1993. - № 10. – С.2-3.
27. Прожерин В.П., Завертяев Б.П. Эффективность индексной оценки племенной ценности коров – потенциальных матерей быков // Зоотехния. – 2006. - № 9. – С. 4-7.
28. Прохоренко П.Н., Завертяев Б.П. Генетика и селекция молочного скота // Зоотехния. – 2004. – № 9. – С.2-8.
29. Розведення сільськогосподарських тварин / М.З. Басовський, В.П. Буркат, Д.Т.Вінничук та ін.; за редакцією М.З.Басовського. – Біла Церква, 2001. – 400 с.
30. Рубан С.Ю., Даншин В.А. Современная методология оценки быков-производителей (обоснование статистической модели) // Вісник аграрної науки. – 1999. - № 3. – С. 34-40.
31. Рубан Ю.Д. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини. – Х.: Еспада, 2005. – 576 с.
32. Сафиуллин Н. Рейтинговая оценка молочного скота // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 1. – С. 29-30.
33. Сельцов В.И. Состояние и пути совершенствования европейской популяции симментальской породы // Зоотехния. – 2007. - № 7. – С. 2-4.
34. Система племенной работы по совершенствованию стада // <http://www.sciteclibrary.ru/texsts/rus/stat/st333/01.htm>
35. Созинов А.А., Глазко В.И. Современные технологии в решении традиционных вопросов генетики и селекции // Цитология и генетика. – 1999. – Т. 33. – № 6. – С. 53-76.

36. Степанов П.А., Примак В.А., Логинов Ж.Г. Оценка молочных коров по комплексному продуктивно-экстерьерному индексу // Зоотехния. – 2002. – № 8. – С. 2-4.
37. Титова С.В., Кузнецов В.М. Оценка быков-производителей методом BLUP // Зоотехния. – 2005. – № 3. – С. 2-4.
38. Фіалова С. Селекційний індекс по-українському // Пропозиція. – 2005. - № 6. – С. 116-118.
39. Чекменева Н. Ю. Повышение генетического потенциала продуктивности молочного скота айрширской породы: Авт. дис. на соиск. научн. степ. доктора с.-х. наук. – Сп.-Петербург – Пушкин, 2007. – 37 с.
40. Шаран П., Полупан Ю., Костенко О., Кравченко Г. Сучасне ціноутворення на племінні ресурси // Тваринництво України. – 2007. - № 2. – С. 11-14.
41. Andersen-Ranberg I.M., Klemetsdal G., Heringstad B., Steine T. Heritabilities, Genetic Correlations and Genetic Change for Female Fertility and Protein Yield in Norwegian Dairy Cattle // J. of Dairy Science. – 1991. – Vol. 88. – P. 348-355.
42. Bapst B. Swiss experience on practical cattle breeding strategies for organic dairy.// The 4th NAHWOA Workshop. - Wageningen, 2001. – P. 9-14.
43. Bar-Anan R., Ron M., Wiggans G.R. Associations among milk yield, yield persistency, conception and culling of Israeli Holstein dairy cattle // J. of Dairy Science. – 1985. – Vol. 68. – № 2. – P. 382-386.
44. Bargo F., Muller L.D., Kolver E.S. and Delahoy J.E. Production and Digestion of supplemented dairy cows on pasture: and invited review // J. Dairy Sci. – 2002. – 86:1-42.
45. Barkema HW, Schukken YH, Lam TJGM, Beibor ML, Wilmlink H, Benedictus G, and Brand A. Incidence of Clinical mastitis in dairy herds grouped in 3 categories by bulk milk somatic cell counts // J Dairy Sci. - 1998. - 81:411-419
46. Barnes M.A., Pearson K.E., Lee K.L., Lukes A.J. Factors contributing to variation in reported milk component percentage in Holstein and Jersey milk //J. Dairy Sc. – 1989. – Vol. 72. - №6. – P. 1596-1604.
47. Bermejo J.L., Roehe R., Schulze V. etc. Random regression to model genetically the longitudinal data of daily feed intake in growing pigs // Livestock Production Science. – 2003. – Vol. 82, Issues 2-3. – P. 189-199.
48. Berry D.P., Buckley F., Dillon P. etc. Estimation of genotype x environment interactions, in a grass-based system, for milk yield, body condition score, and body weight using random regression models // Livestock Production Science. – 2003. – Vol. 83, Issues 2-3. – P. 191-203.
49. Boettcher P.J., Fatehi J. and Schutz M.M. Genotype by environment interaction in conventional versus pasture based dairies in Canada // J. Dairy Sci. – 2003.- 86:383-404
50. Breeding and selection of dairy cows // <http://agriculture.kzntl.gov.za/portal/Publications/ProductionGuidelines/DairyinginKwaZuluNatal/BreedingandSelectionofDairyCows/tabid/240/Default.aspx>
51. Breeding for Carcass Traits in Dairy Cattle //

<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/kotie/vk/liinamo/breed4.html>

52. Christensen K. Division of Animal Genetics // English edition. – 2002. – 112 p.

53. Canwest DHI 2003 Provincial Statistics //

http://www.canwestdhi.com/pdf_files/2003%20provincial%20statistics.pdf

54. CDN (Canadian Dairy Network), Feb 2005 //

<http://www.cdn.ca/Articles/0502/trends/gtrends.nat.0502.ho.EN.html>

55. Comstock R.E. et al. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability // *Agron. J.*, 1949. – Vol. 41. – P. 360-367.

56. Da Y., Grossman M. Multitrait Animal Model with Genetic Groups // *J. Dairy Science.* – 1991. – Vol. 74. - №9. – P. 3183-3195.

57. de Jong G., Bijma P. Selection and phenotypic plasticity in evolutionary biology and animal breeding // *Livestock Production Science.* – 2002. – Vol. 78, Issues 3. – P. 195-214.

58. Dillon P, Buckley F, O'Connor P, Hegarty D, Rath M. A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 1 Milk production, live weight, body condition score and DM intake // *Liv Prod. Sci.* – 2003. – 83:21-33

59. Dillon P, Snijders S, Buckley F, Harris B, O'Connor P, Mee J.F. A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 2. Reproduction and survival // *Liv Prod. Sci.*, - 2003. – Vol. 83. – P.35-42

60. Haas E., Bapst B. Swiss organic Dairy farmer survey: Which path for the organic dairy cow in the future? // *Proceeding fo 2nd SAFO Workshop (25-26 march, 2004).* - Witzenhausen, 2004. – P. 56-61.

61. Hardeng F., Edge V.L. Mastitis, chetosis and milk fever in 31 organic and 93 conventional Norwegian dairy herds // *J. Dairy Sci.* – 2001. – Vol. 84. – P. 2673-2679.

62. Harris B.L., Kolver E.S. Review of Holsteinization on intensive pastoral dairy farming in New Zealand // *J. Dairy Sci.* – 2001. – Vol.84:(Suppl) E56-E61.

63. Hazel L.N. The genetic basis for constructing selection indexes // *Genetics.* – 1943. – Vol. 28. – P. 476-490.

64. Hemming J. “Carving out your niche”, *Ontario Milk Producer*, March 2002. – P. 23-25.

65. Jonsson B.S.E. Results from the Ojebyn-project. Eleven years of organic production // *The 4th NAHWOA Workshop.* - Wageningen, 2001. – P. 87-91.

66. Kearny J.F., Schutz M.M., Boettcher P.J., Weigel K.A. Genotype by environment interaction for grazing versus confinement. I Production traits // *J. Dairy Sci.* – 2004. – Vol. 87. – P.501-509.

67. Knaus W.F., Steinwigger A. and W. Zollitsch. Energy and protein balance in organic dairy cow nutrition - model calculations based on EU regulations // *The 4th NAHWOA Workshop.* - Wageningen, 2001. – P. 117-122.

68. Kristensen T., S. Struck Pedersen. Organic dairy cow feeding with emphasis on Danish conditions // *The 4th NAHWOA Workshop.* - Wageningen, 2001. – P. 122-125.

69. Lopez-Romero P., Carabaño M.J. Comparing alternative random regression models to analyse first lactation daily milk yield data in Holstein-Friesian cattle // *Livestock Production Science.* – 2003. – Vol. 82, Issues 1. – P. 81-96.

70. Lush J.L. Family merit and individual merit as bases for selection // *Amer. Naturalist*, 1947. – Vol. 81. – P. 241-261.
71. Meyer K. Scope for a random regression model in genetic evaluation of beef cattle for growth // *Livestock Production Science*. – 2004. – Vol. 86, Issues 1-3. – P. 69-83.
72. Miglior F., Muir B. L., Van Doormaal B. J. Selection indices in Holstein cattle of various countries // *J. Dairy Sci.* – 2005. – Vol. 88. – P. 1255-1263.
73. Mrode R.A., Swanson G.J.T. Estimation of genetic parameters for somatic cell count in the first three lactations using random regression // *Livestock Production Science*. – 2003. – Vol. 79, Issues 2-3. – P. 239-247.
74. Mrode R.A., Swanson G.J.T. Calculating cow and daughter yield deviations and partitioning of genetic evaluations under a random regression model // *Livestock Production Science*. – 2004. – Vol. 86, Issues 1-3. – P. 253-260.
75. Olori V.E., Hill W.G., McGuirk B.J., Brotherstone S. Estimating variance components for test day milk records by restricted maximum likelihood with a random regression animal model // *Livestock Production Science*. – 1999. – Vol. 61, Issues 1. – P. 53-63.
76. OMAFRA, 2003: Ontario Dairy Summary // www.gov.on.ca/OMAFRA/english/busdvc/download/ondai03.htm
77. Philipsson J., Banos G., Arnason T. Present and Future Uses of Selection Index Methodology in Dairy Cattle // *J. Dairy Sci.* – 1994. – Vol. 77. – P. 3252-3261.
78. Pool M.H., Meuwissen T.H.E. Reduction of the number of parameters needed for a polynomial random regression test day model // *Livestock Production Science*. – 2000. – Vol. 64, Issues 2-3. – P. 133-145.
79. Powell et al (eds), UK organic research 2002: Proceedings of the COR Conference (26-28 March 2002). - Aberystwyth, 2002. – P. 179-184.
80. Pryce J. E., Nielsen B. L., Veerkamp R. F. and Simm G. Genotype and feeding system effects and interactions for health and fertility traits in dairy cattle // *Liv. Production Sci.* – 1999. – Vol. 57. – P. 193-201.
81. Robertson A. Group size in progeny testing // *Biometrics*, 1957. – Vol. 13. – P. 442-450.
82. Robertson A., Mason I.L. The progeny testing of dairy bulls // *J. Agr. Sci.*, 1956. – Vol. 47. – P. 377-381.
83. Schaeffer L.R. Application of random regression models in animal breeding // *Livestock Production Science*. – 2004. – Vol. 86, Issues 1-3. – P. 35-45.
84. Sehested J., Kristensen T., Soegaard K. Effect of concentrate supplementation level on production, health and efficiency in an organic dairy herd // *Liv. Prod. Sci.* – 2003. – Vol. 80. – P. 153-165.
85. Sholubi Y. O., Stonehouse D. P., Clark E. A. Profile of organic dairy farming in Ontario *American Journal of Alternative Agriculture*. – 1997. – Vol.13, Issues 3. – P. 133-139
86. Stonehouse DP, Clark EA and Ogini Y.A. Organic and conventional dairy farms comparisons in Ontario, Canada *Biological Agriculture and Horticulture*. – 2001. - 19:115-125

87. Tsuruta S., Miszral I., Lawlor T.J., Klei L. Modelling final scores in US Holsteins as a function of year of classification using a random regression model // *Livestock Production Science*. – 2004. – Vol. 91, Issue 3. – P. 199-207.
88. Van Raden P. M. Selection of dairy cattle for lifetime profit Proceeding of the 7th World Congress on genetics Applied to Livestock production. – 2002. – 29:127
89. Van Raden P M. Invited Review: Selection on Net Merit to improve lifetime profit // *J. Dairy Sci.* – 2004. – Vol. 87. – P. 3125-3131
90. Weigel KA, Rekaya R, Zwald NR, Fikse WF. International genetic evaluation of dairy sires using a multiple-trait model with individual animal performance records // *J. Dairy Sci.* – 2001. - Dec;84(12). – P. 2789-2795
91. Wiggans G.R., Godard M.E. A Computationally Feasible Test for Genetic Evaluation of Yield Traits in the United States // *J. Dairy Sci.* – 1997. – Vol. 80. – P. 1795-1800.
92. Zwald N. R., Weigel K. A., Fikse† W. F., Rekaya R. Identification of Factors That Cause Genotype by Environment Interaction Between Herds of Holstein Cattle in Seventeen Countries // *J. Dairy Sci.* – 2003. – Vol. 86. – P. 1009-1018

НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

ГОНЧАРЕНКО Ігор Володимирович

СЕЛЕКЦІЙНІ ІНДЕКСИ У СИСТЕМІ СЕЛЕКЦІЇ МОЛОЧНИХ КОРІВ

SELECTION INDEXES IN THE SYSTEM OF DAIRY COWS SELECTION

I. Goncharenko.

National Agricultural University of Ukraine

It has been summarized the data on selection indexes construction and their use in selection of cows by the complex of traits: exterior, milk fat and protein yields, cow fertility and longevity, udder health and somatic cell counts per 1 ml milk. The cows with selection indexes exceeding the herd average should be saved for breeding purposes.

Підписано до друку Формат Папір офс. № 1.

Офс. друк. Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. ... Ум. фарбо-вид.

арк. ... Наклад ... прим. Зам. ...

Видавництво “Аграрна наука”
03022, Київ, вул. Васильківська, 37