

OSZACOWANIE METODĄ NAJWIĘKSZEJ WIAROGODNOŚCI
PARAMETRÓW GENETYCZNYCH WYDAJNOŚCI MLEKA I JEGO SKŁADNIKÓW
U KRÓW RASY CZARNO-BIAŁEJ

Janusz Jamrozik

Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt AR w Krakowie

WSTĘP

Uzyskanie nieobciążonych błędem oszacowań parametrów genetycznych jest ważnym elementem w ocenie wartości hodowlanej buhajów i krów.

Odziedziczalności, korelacje genetyczne i fenotypowe otrzymać można z komponentów wariancji i kowariancji dla mających wpływ na daną cechę losowych /genetycznych i niegenetycznych/ czynników, przy równoczesnej eliminacji systematycznych oddziaływań środowiska.

Oszacowania komponentów wariancji i kowariancji uzyskiwano do początku lat siedemdziesiątych głównie na podstawie analizy wariancji wykorzystując trzy, zaproponowane przez Hendersona, metody [3]. Metody największej wiarygodności /Maximum Likelihood - ML/ [2] i największej wiarygodności z ograniczeniem /Restricted Maximum Likelihood - REML/[6] - uwzględniająca fakt równoczesnego szacowania wartości efektów stałych - są w ostatnich latach coraz częściej stosowane, głównie w oparciu o tzw. układ równań mieszanych [4].

Estymatory największej wiarygodności komponentów wariancji są wystarczające, nieujemne, asymptotycznie nieobciążone i o minimalnej wariancji. Metoda REML umożliwia dodatkowo nieobciążoną estymację komponentu wariancji dla błędu.

Celem niniejszej pracy jest zastosowanie metody REML do oszacowania parametrów genetycznych wydajności mleka, tłuszczu i białka bydła czarno-białego.

METODA I MATERIAŁ

Ogólny liniowy model mieszany dla oszacowań komponentów wariancji można przedstawić przy pomocy zapisu macierzowego w postaci:

$$y = X\beta + Zs + e,$$

gdzie:

y - N -elementowy wektor obserwacji,

β - p -elementowy wektor stałych efektów środowiskowych,

s i e - oznaczają odpowiednio wektor q losowych, genetycznych efektów ojców i wektor błędów losowych,

X i Z - macierze znanych współczynników.

Przyjmuje się, że s i e mają dwumiarowy rozkład normalny oraz

$$E[y] = X\beta, E[s] = E[e] = \text{cov}[s, e'] = 0; V[s] = I_q \sigma_s^2, V[e] = I_N \sigma_e^2.$$

Układ równań mieszanych po absorpcji stałych efektów β ,

$$[Z'MZ + \sigma_e^2 / \sigma_s^2 I_q] [\hat{s}] = [Z'My], \quad /1/$$

gdzie $M = (I - X/X'X^{-1}X')$ jest macierzą absorpcji, służyć może do iteracyjnego oszacowania σ_s^2 i σ_e^2 metodą REML.

Oszacowania komponentów wariancji w kolejnym kroku iteracji uzyskuje się rozwiązując układ równań liniowych

$$\begin{bmatrix} N-p-q + \text{tr}(\hat{T}\hat{T}) \gamma [\text{tr}(\hat{T}) - \text{Tr}(\hat{T}\hat{T})] \\ \text{sym.} \quad \sigma_e^2 [q - 2\text{tr}(\hat{T}) + \text{tr}(\hat{T}\hat{T})] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_e^2 \\ \hat{\sigma}_s^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y'My - \hat{s}'Z'My - \gamma \hat{s}'\hat{s} \\ \sigma_s^2 \hat{s}'\hat{s} \end{bmatrix}, \quad /2/$$

gdzie $\gamma = \hat{\sigma}_e^2 / \hat{\sigma}_s^2$ jest stosunkiem oszacowań wariancji uzyskanych w poprzedniej rundzie iteracji, $1/\gamma \hat{T}$ jest macierzą odwrotną do macierzy układu /1/, $\text{tr}(A) = \sum a_{ii}$ oznacza ślad macierzy A .

Elementy odwrotności macierzy układu równań /2/ mnożone przez $1/2 \hat{\sigma}_e^4$ tworzą macierz asymptotycznych wariancji i kowariancji oszacowań wartości σ_s^2 i σ_e^2 . Można z nich wyliczyć przybliżone błędy standardowe oszacowań odziedziczalności.

Proces iteracji rozpoczyna się od przyjęcia początkowej wartości $\gamma/0$, a kończy się z chwilą osiągnięcia odpowiedniej zbieżności przez σ_s^2 i σ_e^2 . Szczegółowy opis metody REML znaleźć można w opracowaniu Searle'a [7].

Dane o 12263 krowach rasy czarno-białej z OSHZ w Gdańsku, córkach 226 buhajów, zarejestrowanych w systemie SYMLEK w latach 1977-82, wykorzystano do oszacowania metodą REML komponentów wariancji i kowariancji dla wydajności mleka, tłuszczu i białka w pierwszej laktacji.

Ogólną charakterystykę danych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Charakterystyka danych /N = 12263/

Cecha	\bar{x}	S.D.
Wydajność mleka, kg	3200,0	1020,0
Wydajność tłuszczu, kg	127,0	44,0
Wydajność białka, kg	106,0	36,0
Długość laktacji, dni	307,0	50,0
Wiek krowy, miesiące	30,0	4,0

Zastosowano jednakowy dla wszystkich cech model liniowy, uwzględniający wpływ stada-roku-sezonu ocielenia krowy - czynnika stałego, absorbowanego w układzie równań /1/, oraz losowy efekt ojca krowy. Wszystkie wydajności skorygowano przed wykonaniem właściwych obliczeń przy pomocy poprawek mnożnikowych na wiek i miesiąc ocielenia krowy.

Wartości komponentów kowariancji pomiędzy poszczególnymi cechami wyliczono z wzoru.

$$\sigma_{12} = 1/2(\sigma_{1+2}^2 - \sigma_1^2 - \sigma_2^2),$$

gdzie σ_{1+2}^2 jest wariancją sumy cech 1 i 2.

Z oszacowań komponentów wariancji i kowariancji wyliczono odpowiednie wartości współczynników odziedziczalności, korelacji genetycznych i fenotypowych.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Uzyskano ustabilizowane wartości oszacowań komponentów wariancji σ_s^2 i σ_e^2 wydajności mleka, tłuszczu i białka oraz sum odpowiednich cech po średnio 6 rundach iteracji, dla wartości początkowej stosunku wariancji $\gamma_{/0/} = 15/h^2 = 0,25/$.

Tabela 2 prezentuje odziedziczalność, korelacje genetyczne i fenotypowe dla badanych cech.

Uzyskane wartości parametrów genetycznych są ogólnie zgodne z wielkościami cytowanymi w literaturze tak krajowej [1, 8, 9], jak i zagranicznej [5].

Wartości h^2 wynosiły 0,24, 0,18, 0,21 odpowiednio dla wydajności mleka, tłuszczu i białka. Odziedziczalność wydajności tłuszczu jest nieco niższa od wyników badań innych autorów; z drugiej strony uzyskano bardzo wysokie wartości korelacji genetycznych i fenotypowych, szczególnie między produkcją białka a pozostałymi cechami.

Tabela 2

Odziedziczalności /na przekątnej/, korelacje genetyczne /nad przekątną/ i fenotypowe /pod przekątną/ dla wydajności mleka, tłuszczu i białka

	Mleko, kg	Tłuszcz, kg	Białko, kg
Mleko, kg	0,24 /0,036/	0,97	1,01
Tłuszcz, kg	0,94	0,18 /0,030/	0,99
Białko, kg	0,95	0,90	0,21 /0,033/

Wysoka dodatnia korelacja genetyczna między produkcją białka /1,01/ oraz wydajnością tłuszczu /0,99/ wskazuje na brak konieczności uwzględniania wydajności białka w pierwszej laktacji u bydła czarno-białego w procesie oceny i selekcji buhajów i krów. Stosowana obecnie selekcja, oparta głównie na indeksie wydajności tłuszczu, spowodować powinna wysoką reakcję selekcyjną w produkcji mleka i białka.

Ze względu na skomplikowane obliczenia nie były szacowane wartości błędów standardowych współczynników korelacji. Oszacowania komponentów kowariancji uzyskiwane w sposób wykorzystany w niniejszej pracy są jednak zwykle obciążone stosunkowo dużym błędem. Użycie metody największej wiarygodności w wielocechowym modelu mieszanym [3] powinno zwiększyć dokładność oszacowań współczynników korelacji.

LITERATURA

1. Dymnicki E., Grabowski R.: *Genet. Pol.*, 15: 449-457, 1974.
2. Hartley H. O., Rao J. N. K.: *Biometrika*, 54: 93-108, 1967.
3. Henderson C. R.: *Biometrics*, 9: 226-252, 1953.
4. Henderson C. R.: *Proc. of anim. breed. and genetic symp. in honour of Dr J. L. Lush, ASAS and ADSA, Champaign, Ill.*: 10-41, 1973.
5. Maijala K., Hanna M.: *World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, Madrid*, 1: 541-563, 1974.
6. Patterson H. D., Thompson R.: *Biometrika*, 58, 545-554, 1971.
7. Searle S. R.: *Notes on variance component estimation: a detailed account of maximum likelihood and kindred methodology*. Cornell University, N. York, 1979.
8. Żarnecki A., Ondrusz J. R.: *Livest. Prod. Sci.*, 6: 129-136, 1979.
9. Żuk B., Nowicki B., Szyszkowski L., Filistowicz A., Zwolińska-Bartczak I.: *Rocz. Nauk Rol., Ser. B*, 100: 7-22, 1981.

J. Jamrozik

ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS OF PRODUCTIVITY
OF MILK AND ITS CONSTITUENTS BY THE HIGHEST RELIABILITY METHOD

Summary

The variance and covariance components of the milk performance, fat and protein yield in the first lactation of black-and-white cows are calculated by the single-trait restricted highest reliability method. The data for 12263 cows, daughters of 226 bulls, are analyzed basing on a linear mixed model taking into consideration a random effect of the sire and dam as well as constant effect of the herd, calving year and season. Heritability, genetic and phenotypic correlation of the traits tested and the applied calculation method are described.

Я. Ямрозик

ОЦЕНКА ПО МЕТОДУ НАИВЫСШЕЙ ДОСТОВЕРНОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
МОЛОЧНОСТИ И СОСТАВНЫХ МОЛОКА ЧЁРНО-ПЁСТРЫХ КОРОВ

Р е з ю м е

Исчисляли компоненты вариации и ковариации молочности, выхода молочного жира и белка в первой лактации чёрно-пёстрого скота при использовании метода ограниченной одним признаком наивысшей достоверности. Анализировали данные для 12263 коров – дочерей 226 быков, на основании линейной смешанной модели с учётом случайного влияния отца и матери, а также постоянного влияния стада, года и сезона отела. Описывается наследуемость, генетические и фенологические корреляции исследуемых признаков, а также используемый метод расчёта.