

# SELEKTIONSMALTERNATIVEN, ALTERSAUFBAU UND GENETISCHER TREND BEI MILCHVIEH

## Alternatives de sélection, structure d'âge et progrès génétique chez les bovins laitiers

### Selection alternatives, age structure and genetic trend in dairy cattle

F. WEBER \*

#### PROBLEM

Der Beitrag der Selektion weiblicher Tiere zum genetischen Fortschritt bei Milchvieh wird oft zu unrecht vernachlässigt. Die lange Haltedauer der Kühe mit der daraus resultierenden Generationenvermischung kompliziert die Berechnung des Selektionserfolges. Hier soll der Einfluss zweier extremer Selektionsalternativen auf den Altersaufbau und den genetischen Trend untersucht werden.

#### ALTERSAUFBAU UND SELEKTIONSMALTERNATIVEN IN KUHBESTÄNDEN

Der Altersaufbau in einem stationären Kuhbestand, der ausschliesslich gestützt auf die 1. Laktation nach Milch selektioniert ist, lautet:

| Laktation | Anteil Kühe |   |
|-----------|-------------|---|
| 1         | $r$         | $r$ = Remontierungsrate.  |
| 2         | $q p r$     |   |
| 3         | $q p^2 r$   | $p$ = Überlebenswahrscheinlichkeit für alle mit der Milchleistung nicht korrelierten Abgangsursachen. |
| 4         | $q p^3 r$   | $p$ wird hier für alle Laktationen konstant mit 0.8 angenommen.                                       |
| 5         | $q p^4 r$   |   |
| 6         | $q p^5 r$   |   |
| 7         | $q p^6 r$   |   |
| 8         | $q p^7 r$   |   |
| 9         | $q p^8 r$   | $q$ = Überlebenswahrscheinlichkeit für Selektion nach Milchleistung am Ende der 1. Laktation.         |
| 10        | $q p^9 r$   |   |
| Total     | ... .. 1    |   |

\* Institut für Tierzucht, Eidg. Technische Hochschule (ETH), 8006 Zürich, Universitätstrasse 2, Schweiz.

Es gelten folgende Beziehungen:

$\Phi$  Anzahl Kälber pro Kuh:  $1/r = 1 + q p + q p^2 + \dots + q p^9$   
 $\Phi$  Alter der Kühe beim Kalben:  $t = e + q p/2 + q p^2 + \dots + q p^9/2$  Jahre.  
 (= Generationendauer Mütter  $\rightarrow$  Nachkommen) wobei:  $e =$  Erstkalbealter  
 Zwischenkalbezeit: 1 Jahr

Folgende zwei extremen Selektionsalternativen werden einander gegenübergestellt:

a) Keine Kühe ausgemerzt, so viele Kuhkälber als benötigt von den besten Kühen aufgezogen:

$$\begin{matrix} q = 1 \\ r = 0.224 \end{matrix}$$

b) Alle weiblichen Kälber aufgezogen, maximal mögliche Selektion der Kühe gestützt auf ihre Leistung in der 1. Laktation.

$$r = 0.5 \cdot 0.8$$

Anteil ♀ Kälber  $\cdot$  Ueberlebenschwindigkeit  
 Kalb  $\rightarrow$  1. Laktation

$$\begin{matrix} q = 0.4331 \\ r = 0.4 \end{matrix}$$

SELEKTIONSERFOLG

Fall a ( $S =$  Selektionserfolg pro Generation)

$\Delta G =$  » » Jahr)

| Laktation | Anteil Kühe      | Jahr $i-2$<br>$G_{i-2}$ | Zuchtwert $G$<br>Jahr $i-1$<br>$G_{i-1}$ | Jahr $i$<br>$G_i$   |
|-----------|------------------|-------------------------|--|---------------------|
| 1         | $r = 0.2240$     | $- 4 \Delta G + S$      | $- 3 \Delta G + S$                       | $- 2 \Delta G + S$  |
| 2         | $p r = 0.1791$   | $- 5 \Delta G + S$      | $- 4 \Delta G + S$                       | $- 3 \Delta G + S$  |
| 3         | $p^2 r = 0.1433$ | $- 6 \Delta G + S$      | $- 5 \Delta G + S$                       | $- 4 \Delta G + S$  |
| 4         | $p^3 r = 0.1156$ | $- 7 \Delta G + S$      | $- 6 \Delta G + S$                       | $- 5 \Delta G + S$  |
| 5         | $p^4 r = 0.0917$ | $- 8 \Delta G + S$      | $- 7 \Delta G + S$                       | $- 6 \Delta G + S$  |
| 6         | $p^5 r = 0.0733$ | $- 9 \Delta G + S$      | $- 8 \Delta G + S$                       | $- 7 \Delta G + S$  |
| 7         | $p^6 r = 0.0586$ | $- 10 \Delta G + S$     | $- 9 \Delta G + S$                       | $- 8 \Delta G + S$  |
| 8         | $p^7 r = 0.0469$ | $- 11 \Delta G + S$     | $- 10 \Delta G + S$                      | $- 9 \Delta G + S$  |
| 9         | $p^8 r = 0.0375$ | $- 12 \Delta G + S$     | $- 11 \Delta G + S$                      | $- 10 \Delta G + S$ |
| 10        | $p^9 r = 0.0300$ | $- 13 \Delta G + S$     | $- 12 \Delta G + S$                      | $- 11 \Delta G + S$ |

|   |                |              |   |
|---|----------------|--------------|---|
| $\Phi$ Zuchtwert aller Kühe:                                    | $- 2 \Delta G$ | $- \Delta G$ | 0 |
| $\Phi$ Anzahl Kälber pro Kuh:                                   | 4.46           |              |   |
| $\Phi$ Alter der Kühe beim Kalben:<br>(Erstkalbealter: 2 Jahre) | 3.73 Jahre     |              |   |

Nimmt man an, dass die Vatertiere denselben durchschnittlichen Zuchtwert aufweisen wie die zur Zucht verwendeten Kühe, so berechnet sich der Selektionserfolg pro Generation wie folgt:

$$S = \bar{i} \cdot h^2 \cdot s_p = 123.2 \text{ Kg, wenn } i = 0.704 \text{ (für } R = \frac{0.224}{0.40} = 0.560),$$

$$h^2 = 0.25 \text{ und } s_p = 700 \text{ Kg.}$$

Der Selektionserfolg pro Jahr wird dann:

$$r(-2 \Delta G + S) + p r(-3 \Delta G + S) + p^2 r(-4 \Delta G + S) + \dots + p^9 r(-11 \Delta G + S) = 0$$

$$-r \Delta G (2 + 3p + 4p^2 + \dots + 11p^9) + rS(1 + p + p^2 + \dots + p^9) = 0$$

$\frac{1}{r}$

$$\Delta G = \frac{S}{r(2 + 3p + 4p^2 + \dots + 11p^9)} = \frac{S}{4.80} = 25.7 \text{ Kg/Jahr}$$

Vereinfacht kann man auch setzen:

$$r(-2 \Delta G + S) + (1/r)(-\Delta G) = 0$$

$$\Delta G = \frac{sr}{r+1} = \frac{S}{5.46} = 22.6 \text{ Kg/Jahr}$$

Dieses Ergebnis stimmt überein mit MILLER (1969).

Nach der klassischen Selektionstheorie ergibt sich ein jährlicher Zuchterfolg von

$$\Delta G = \frac{S}{t} = \frac{S}{3.73} = 33.0 \text{ Kg/Jahr}$$

Damit überschätzt man also den Zuchterfolg um 28%.

Fall b ( $D$  = Zuchtwertdifferenz 1. Laktation - spätere Laktation)

| Laktation                          | Anteil Kühe        | Jahr $i-2$<br>$G_{i-2}$ | Zuchtwert $G$<br>Jahr $i-1$<br>$G_{i-1}$ | Jahr $i$<br>$G_i$  |
|------------------------------------|--------------------|-------------------------|--|--------------------|
| 1                                  | $r = 0.4000$       | $-4 \Delta G$           | $-3 \Delta G$                            | $-2 \Delta G$      |
| 2                                  | $q p r = 0.1386$   | $-5 \Delta G + D$       | $-4 \Delta G + D$                        | $-3 \Delta G + D$  |
| 3                                  | $q p^2 r = 0.1109$ | $-6 \Delta G + D$       | $-5 \Delta G + D$                        | $-4 \Delta G + D$  |
| 4                                  | $q p^3 r = 0.0887$ | $-7 \Delta G + D$       | $-6 \Delta G + D$                        | $-5 \Delta G + D$  |
| 5                                  | $q p^4 r = 0.0710$ | $-8 \Delta G + D$       | $-7 \Delta G + D$                        | $-6 \Delta G + D$  |
| 6                                  | $q p^5 r = 0.0568$ | $-9 \Delta G + D$       | $-8 \Delta G + D$                        | $-7 \Delta G + D$  |
| 7                                  | $q p^6 r = 0.0454$ | $-10 \Delta G + D$      | $-9 \Delta G + D$                        | $-8 \Delta G + D$  |
| 8                                  | $q p^7 r = 0.0363$ | $-11 \Delta G + D$      | $-10 \Delta G + D$                       | $-9 \Delta G + D$  |
| 9                                  | $q p^8 r = 0.0291$ | $-12 \Delta G + D$      | $-11 \Delta G + D$                       | $-10 \Delta G + D$ |
| 10                                 | $q p^9 r = 0.0232$ | $-13 \Delta G + D$      | $-12 \Delta G + D$                       | $-11 \Delta G + D$ |
| $\Phi$ Zuchtwert aller Kühe:       |                    | $-2 \Delta G$           | $-\Delta G$                              | 0                  |
| $\Phi$ Anzahl Kälber pro Kuh:      |                    | 2.50                    |  |                    |
| $\Phi$ Alter der Kühe beim Kalben: |                    | 2.77 Jahre              |  |                    |
| (Erstkalbealter: 2 Jahre)          |                    |                         |  |                    |

Dank der Selektion der Kühe nach ihrer Leistung in der 1. Laktation steigt der Zuchtwert in der 2. ff. Laktation um  $D = 0.908 \cdot 0.25 \cdot 700 = 158.9$  Kg

Der Selektionserfolg pro Jahr wird dann:

$$r(-2 \Delta G) + q p r(-3 \Delta G + D) + q p^2 r(-4 \Delta G + D) + \dots + q p^9 r(-11 \Delta G + D) = 0$$

$$-r \Delta G (2 + 3 q p + 4 q p^2 + \dots + 11 q p^9) + r D (q p + q p^2 + \dots + q p^9) = 0$$

$$\frac{1}{r-1}$$

$$\Delta G = \frac{D(1-r)}{r(2+3qp+4qp^2+\dots+11qp^9)} = \frac{D}{6.9377} = 22.9 \text{ Kg/Jahr}$$

## DISKUSSION

Die beiden einander gegenübergestellten extremen Selektionsalternativen führen zu einem ganz verschiedenen Altersaufbau der Kuhpopulation. Das Durchschnittsalter der Kühe beim Kalben ist um fast ein Jahr höher, wenn keine Kühe ausgemerzt werden und dafür nur von den besten Kühen Kälber aufgezogen werden. Der Beitrag der Selektion auf der weiblichen Seite zum gesamten Züchterfolg pro Jahr ist aber in beiden Fällen ungefähr derselbe. Für die Wahl der einen oder andern Selektionsalternative wird man deshalb auf wirtschaftliche Momente abstellen (AufzuchtKosten, Schlachterlöse, Amortisation, Platzbedarf, usw.) ein Schluss, zu dem auch SYRSTAD (1972) kam.

## RESUME

L'influence de deux alternatives extrêmes de sélection sur le progrès zootannique annuel est examinée dans le cas d'une population stationnaire de vaches: a) aucune vache n'est éliminée, seuls les veaux femelles des meilleures mères sont élevés; b) tous les veaux femelles sont élevés, sélection des vaches sur la base de leur première lactation. La structure de l'âge de la population de vaches est différente, mais le succès annuel de la sélection est pratiquement le même et comme conséquence du progrès génétique, il est, lorsque les générations se chevauchent, de 28 % inférieur à celui obtenu selon la théorie classique de sélection.

Le choix de l'une ou de l'autre alternative de sélection dépend donc de considérations économiques au niveau de l'exploitation.

## SUMMARY

The influence of two extreme selection alternatives on annual genetic gain in a stationary cow population is examined: a) no culling of cows, selection of calves according to dam's milk yield; b) all female calves raised, culling of cows according to first lactation milk yield. Although the age composition of the cow population is very different in the two cases, the annual genetic gain is nearly the same. As a consequence of the genetic trend in overlapping generations the

classical selection theory overestimates the annual genetic gain by 28 %. The genetic consequences being similar, the choice of the selection alternative must rely on management considerations.

#### L I T E R A T U R

- MILLAR, P. (1969): Relating progeny superiority to genetic trend in cattle. *J. Anim. Sci.*, 28: 577-583.
- SYRSTAD, O. (1972): Effects of intensive culling in dairy herds. *Acta Agric. Scand.*, 22: 25-28.

