Arch. Tierz., Dummerstorf 43 (2000) 3, 241-247

[1]Research Institute for Biology of Farm Animals (FBN), Dummerstorf, Germany
[2]Justus Liebig University, Giessen, Germany

GERTRAUDE FREYER[1] and GEORG ERHARDT[2]

First Results of a MAS Study in Dairy Cattle with Respect to Longevity (short communication)

Dedicated to Professor Dr. D. Simon on the occasion of his 70th birthday

Summary

A study where Casein loci were used to be markers for improving milk yield, fat content and protein yield in a marker assisted selection experiment focused on possible side effects of this process on longevity traits. Using the data of two samples of cows a simulation on the data was carried out evaluating the selection differences in period of use, period of life and production of the whole life indirectly. The selection criteria were flexible using one of the milk production traits each as well as marker information. During the investigated period no negative effect of simulated selection using EBV for milk yield, fat content and protein yield alone or in combination with the Casein loci used as markers on longevity traits occurred in the population. There are no significant differences regarding the longevity traits caused by selection for single milk trait based on pure EBV and MAS.

Key Words: dairy cattle, marker assisted selection, longevity, Casein loci

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: **Erste Ergebnisse eines Selektionsexperimentes unter Verwendung von Markern für Milchleistungsmerkmale im Hinblick auf die Langlebigkeit** (Kurzmitteilung)

Die Casein-Loci wurden in dieser Untersuchung wahlweise als Marker zur Verbesserung des Milchertrages, des Fettgehaltes und des Proteinertrages in ein markergestütztes Selektionsexperiment einbezogen, mit dem Ziel, mögliche Nebeneffekte auf Merkmale der Langlebigkeit aufzudecken. Die Marker- und Leistungsinformationen von Kühen aus zwei genetisch unterschiedlichen Gruppen des Schwarzbunten Rindes wurden in einer Simulation auf den Daten genutzt. Die so erhaltenen indirekten Selektionsdifferenzen wurden bezüglich der Merkmale Nutzungsdauer, Lebensdauer und Lebensleistung bewertet. Während des untersuchten Zeitraums wurde kein negativer Effekt der simulierten Selektion aufgrund der Zuchtwerte für Milchleistungsmerkmale weder allein noch in Verbindung mit den Casein-Loci als Marker für Milchleistungsmerkmale festgestellt. Es gab keine signifikanten Differenzen bezüglich der Lebensdauermerkmale, die durch Selektion auf den reinen Zuchtwert bzw. durch markergestützte Selektion verursacht wurden.

Schlüsselwörter: Milchrind, markergestützte Selektion, Langlebigkeit, Casein-Genort

Introduction

The progressive development of the number of mapped quantitative trait loci (QTL) is combined with the question of their application in dairy cattle breeding in the form of marker assisted selection (MAS). The productivity is considered to be on the first rang of selection schemes and applying MAS in general is aimed at an improvement of performances in economic important traits. Using MAS strictly in one direction improves the productivity of the next generation but may cause a loss of genetic

variants. An exclusive selection of desired genotypic variants using markers may also lead to an increased number of unknown linked loci which might increase a disease susceptibility or decrease positive genetic variants with unknown function so far. Such effects might be detected very late and may be followed by considerable negative economic responses. A compensation of them would take quite a long time in dairy cattle breeding. For this reason the examination for possible side effects on traits which are 'non-selection traits' in the sense of production, e.g. fertility and longevity, caused by a MAS focusing on the improvement of production traits, is more than necessary.
New studies dealing with the genetic basis of longevity underline the importance of these traits (e.g. ELO et al., 1999). Longevity is influenced by several other factors of importance (e.g. SHORT and LAWLOR, 1992; DEKKERS, 1993). It is also a mirror image of the management conditions. The relative breeding value for period of use is now involved into the comprehensive breeding value used in the German dairy cattle breeding system by the computing center for animal breeding VIT Verden (1998).

A number of studies focusing on the theoretical expectations applying simple schemes of MAS have been carried out (e.g. SPELMAN and BOVENHUIS, 1998; XIE and XU, 1998). The implementation of MAS in general may be successful if and only if the QTL focused on is verified. Falsely identified QTL applied in MAS may cause genetic loss versus a breeding scheme without any knowledge of QTL (SPELMAN and VAN ARENDONK, 1997).
But the consideration of the MAS effectiveness in general is not the topic of this paper. As it was mentioned above possible negative impacts of MAS on non-selection traits being of some importance have to be excluded before applying it.
Now in this paper we concentrate on possible side effects on longevity. Accepted parameters for this trait complex could be the period of use (sum of whole milking days), period of life (period from birth to the end of life) and the whole milk production (kg). Our first results are based on a simulated selection experiment on real data. The multiple allelic casein loci (CN) β-CN and κ-CN on the bovine chromosome 6 were used as markers for milk yield and fat content in different scenarios of a simulated selection. The positive selection response and the effectiveness of the selection on these milk traits using MAS in comparison to selection response using EBV alone are considered to be subject of a further paper.

Material and Methods

Information on 454 German Black and White cows from the herd for preservation this breed (SR) and 974 Black Pied Dairy cows (SMR) containing at least 75% Holstein Friesian genes fulfilled the demands of analysing longevity and could be included into this first analysis. Tables 1 and 2 show the production level for the longevity traits used here. A different allele frequency in both groups of cows especially in κ-CN and β-CN is to be considered. As could be shown in earlier studies (e.g. PANICKE et al., 1996) the changed production level is reflected by an alteration of allelic frequency. The age at first calving was averagely 915 days, respectively. The birth period ranged from

1980 to 1990 and all cows with culling data till March 1999 were involved.

Table 1
Averages (and standard deviations) of samples SMR and SR in longevity traits (Mittelwerte (und Standardabweichungen) innerhalb der Stichproben SMR und SR bezüglich Langlebigkeit)

Sample	Period of use		Period of life		Life Performance	
SR n = 454 birth period 12/80 till 12/88	1145	(505)	2462	(650)	20401	(10208)
SMR n = 974 birth period 05/80 till 04/90	1052	(513)	2237	(663)	21961	(12003)

Table 2
Milk production level of cows involved given in average (standard deviation) of the first lactation (Milchleistungsniveau der einbezogenen Kühe als Mittelwert (Standardabweichungen) innerhalb der Stichproben SMR und SR bezüglich Langlebigkeit)

Sample	Milk yield (kg)		Fat content (%)		Protein content (%)	
SR	4650	(674)	3.97	(0.31)	3.47	(0.20)
SMR	5250	(930)	4.37	(0.40)	3.51	(0.22)

The programmes VCE and PEST (GROENEVELD, 1992, 1993) were used for prediction of animal effects. The general population genetic model allowing for fixed environmental effects (herd, year and season of calving) and the relation between animals has been adapted. The animal effects were the basic individual values for analysing the selection effects on longevity traits (Tables 3 and 4).

Table 3
Averages and standard deviations SD of animal effects in period of use, period of life and life performance (milk yield kg) in SR cattle (genotypes n > 10 involved) (Mittelwerte und Standardabweichungen SD der Tiereffekte für Nutzungsdauer, Lebensdauer und Lebensleistung für die Stichprobe SR (über 10 Tiere hier gezeigt))

		Period of Use		Period of Life		Life Performance	
		Average	SD	Average	SD	Average	SD
β - CN	A1A1	3.8	53	1.1	31	83	1558
	A1A2	19.1	65	2.3	39	450	1880
	A2A2	43.8	77	8.8	46	1038	2460
κ - CN	AA	10.1	60	4.4	33	281	1706
	AB	8.7	60	-2.2	35	123	1810
	AE	19.7	58	0.4	36	418	1735
	BB	-9.5	38	-17.3	22	-374	1240
	BE	9.5	60	-0.1	44	490	1850

MAS focused on improving milk traits with respect to estimated breeding values of milk traits (EBV) was carried out including related effects of marker genotypes in a simulated selection on the data. The selection intensities (SI) were 50 and 25 %. The results of our former studies mentioned dealt with the estimation of effects of CN-loci on milk traits and results of segregation and linkage analyses were considered for the choice of selection criteria.

Table 4
Averages and standard deviations (SD) of animal effects in period of use, period of life and life performance in milk yield (kg) in SMR cattle (genotypes n > 10 involved) (Mittelwerte und Standardabweichungen SD der Tiereffekte für Nutzungsdauer, Lebensdauer und Lebensleistung für die Stichprobe SMR (über 10 Tiere hier gezeigt))

		Period of Use		Period of Life		Life Performance	
		Average	SD	Average	SD	Average	SD
β - CN	A1B	51.6	70	16.8	53	1606	2353
	A1A1	10.7	62	4.0	46	376	2089
	A1A2	11.2	56	-0.6	46	380	1985
	A2B	30.2	78	-0.7	49	960	2663
	A2A2	10.0	55	-0.6	50	275	2003
κ - CN	AA	10.5	59	-0.8	47	326	2087
	AB	16.8	61	3.3	46	538	2039
	AE	-1.9	47	-6.9	46	-4	1975
	BB	31.0	64	7.8	50	1066	1978
	BE	-0.4	71	-5.7	48	220	2392

Milk yield was chosen as a selection trait because of highly significant effects of β-CN on this trait in favour of the β-CN^{A2} allele (PANICKE et al., 1996). An evidence for genetic linkage of κ-CN and QTL for fat content was given (FREYER et al., 1996). In this population the positive QTL allele is linked to the κ-CN^{B} allele. Linkage is a real prerequisite for applying MAS which has been fulfilled in this case. The reason for including protein yield was the fact that a high protein yield plays an indicator role for stability. A 'suggestive linkage' of β-CN and QTL for protein yield was given by own results using the same material described above.
The selection criteria may be described as follows:

(1) milk yield EBV (Mkg)
(2) b_MAS combines Mkg EBV and effects of β-CN on milk yield
(3) fat content EBV (F%)
(4) k_MAS combines F% EBV and effects of κ-CN genotypes on fat content
(5) protein yield EBV (Pkg), SMR only
(6) bP_MAS combines Pkg EBV and effects of β-CN genotypes on protein yield, SMR only

The basis for evaluating the effects of the selection criteria 1 to 6 on the longevity traits is the comparison of the means and standard deviations between the selected groups 1 to 6 following the selection criteria. The selection differences for longevity traits are therefore 'indirectly estimated selection differences'.

Results and Discussion

As described earlier in the introduction part this paper is dealing with the results of a simulation on the data selecting cows for milk traits both alone on the basis of their EBV and using markers with respect to longevity traits only. The selection response on longevity traits is gained indirectly.

The results of simulated selection on the data both for SR and SMR show the same outline as is presented here for period of use (Table 5). Looking at the results from involving the markers into the selection criterion for milk production traits this is likely due to the same direction of the genotypic effects of β-CN on milk yield, protein yield on one hand and κ-CN on milk fat content on the other in both samples. Because of that similarity also for period of life and the whole productivity which are reflecting the period of use those traits are not shown as extendedly.

Table 5
Averages and standard deviations (SD) of period of use absolute and animal effects in selected groups (Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) für die absolute Nutzungsdauer und Tiereffekte in selektierten Gruppen)

Sample			SI = 50 %				SI = 25%	
Select criterion	absolute		animal effect		absolute		animal effect	
	Average	SD	av.	SD	av.	SD	av.	SD
SR								
M_kg	1148	515	6.5	58	1172	489	7.1	56
β_MAS	1136	512	7.6	58	1154	484	5.1	57
F%	1139	499	11.0	59	1160	485	10.9	59
κ_MAS	1136	500	10.1	60	1132	477	9.0	58
SMR								
M_kg	1068	505	15.1	61	1041	483	11.4	55
β_MAS	1062	513	14.4	60	1057	481	12.2	55
F%	1069	523	17.0	60	1051	524	23.5	59
κ_MAS	1076	519	17.5	60	1168	532	25.1	61
Pkg	1080	522	16.6	61	1102	507	18.6	56
βP_MAS	1068	519	15.9	60	1105	505	16.0	54

We concentrate on the results of SMR because of containing more data and representing a cow stock reflecting the present conditions regarding increased impact of Holstein Friesian cows on the dairy cow population in the East of Germany (Table 6).

Table 6
Averages and standard deviation (SD) of selected groups (SI = 25%) in longevity traits on the basis of animal effects (SMR) (Mittelwerte und Standardabweichungen von Nutzungsdauermerkmalen in selektierten Gruppen (SI = 25%) auf der Basis der Tiereffekte (SMR))

Selection Criterion		Period of Life (days)		Period of Use (days)		Whole Milk Yield (kg)	
		Average	SD	Average	SD	Average	SD
(1)	Mkg EBV	4	43	11	55	676	2099
(2)	β_MAS	5	45	12	55	698	2103
(3)	F% EBV	7	47	24	59	680	1969
(4)	κ_MAS	7	50	25	61	724	2012
(5)	Pkg EBV	8	44	19	56	928	2081
(6)	βP_MAS	6	45	16	54	863	2051

Only small differences are gained. The only fact what should be mentioned is that the results suggest, a selection for fat content whether the marker is used or not, causes a slightly higher selection response on the longevity traits. Only a small superiority of

e.g. 11 to 14 days of use might be noticed, compared to a selection focused on milk yield. Selection on milk yield caused small positive deviations from the population mean in all longevity traits, both in 50 % and 25 % of the positive selected cows. This is shown by indirectly estimated selection differences for example in period of use (Fig.). The selection for fat content equally shows slightly positive effects on days of use. The protein yield used as a selection criterion both alone and combined with the marker information affects the period of use moderately as well, whereas the whole milk yield is higher than using both other selection traits. The small effects of all selection criteria on period of life may be ignored (Table 6).

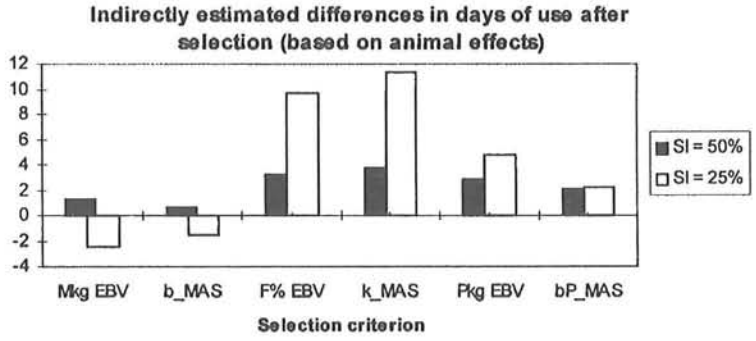

Fig.: Selection differences in days of use estimated indirectly whereas selection was carried out in favour of milk production traits (SMR) (Indirekte Selektionsdifferenzen für das Merkmal Nutzungstage nach Selektion auf Milchleistungsmerkmale (SMR))

We consider that no negative effects on any longevity trait were detected using the CN loci in our selection experiment focused on improving milk performances.
The present selection strategy in German Holstein involving the relative breeding value of longevity into the comprehensive breeding value (VIT, 1998) might be a guarantee for allowing for this important trait. So it should be no reason to assume that MAS applying e.g. the CN loci as markers focused on improving milk production traits would impair longevity.

Short Conclusion from first Results

During the investigated period no negative effect of a simulated selection using EBV for milk yield, fat content and protein yield alone or in combination with the CN loci, used as markers for milk traits, on longevity traits occurred in the population. There are no differences to be considered in this stage of the analysis caused by selection on pure EBV and MAS within a trait. Further examinations are necessary.

Acknowledgements

The VIT Verden provided the data on milk production and general information on the cow stock analysed what we grateful acknowledge. A special thank is addressed to Eric Pasman for several discussions.

References

DEKKERS, J.C.M.:
Theoretical basis of genetic parameters of herd life and effects on response to selection. J. Dairy Sci 76 (1993), 1433-1443

ELO, K.T.: VILKKI, J.; DE KONNING, D.J.; VELMALA, R.J.; MAKI-TANILA, A.V.:
QTL analysis for production and longevity traits in dairy cattle. HSSS Workshop Lammi (Finnland), March 1999

FREYER , G.:
Zusammenhang zwischen Milchproteinpolymorphismus und Milchleistungseigenschaften. Univ. Rostock, Diss., 1997

FREYER, G.; LIU, Z.; ERHARDT, G.; PANICKE, L.:
Schätzung von QTL-Effekten für Milchleistungseigenschaften und Untersuchung der genetischen Kopplung mit Caseinmarkern unter Anwendung der Multipointanalyse. Arch. Tierz., Dummerstorf 39 (1996) 4, 369-385

GROENEVELD, E.:
REML VCE - a Multivariate Multimodel Restricted Maximum Likelihood (Co) Variance Component Estimation Package. EG-Seminar Application of Mixed Linear Models and the Prediction of Genetic Merit in Pigs. 25.7.1993 in Mariensee

GRONEVELD, E.; KOVAC, M.; WANG, T.:
Users manual' zum Computerprogrammpaket PEST Version 3.1 (1992)

PANICKE, L.; FREYER, G.; ERHARDT, G.; SCHLETTWEIN, K.:
Schätzung direkter Allel- und Genotypeneffekte der Milchproteingenvarianten auf Milchleistungsmerkmale. Arch. Tierz., Dummerstorf 39 (1996) 1, 3-16

SHORT, T.H.; LAWLOR, T.J.:
Genetic parameters of conformation traits, milk yield and herd life in Holstein. J. Dairy Sci. 75 (1992), 1987-1998

SPELMAN, R.J.; van ARENDONK, J.A.M.:
Effect of inaccurate parameter estimates on genetic response to marker assisted selection in an outbred population. J. Dairy Sci 80 (1997), 3399-3410

SPELMAN, R.J.; BOVENHUIS, H.:
Moving from QTL experimental results to the utilisation of QTL in breeding programmes. Animal Genetics 29 (1998), 77-84

VIT Jahresbericht 1998: Trends, Fakten, Zahlen.

XIE, C.; XU, S.:
Efficiency of multistage marker assisted selection in the improvement of multiple quantitative traits. Heredity 80 (1998), 489-498

Received: 1999-12-14

Accepted: 2000-02-09

Authors' addresses

Dr. GERTRAUDE FREYER
Forschungsinstitut für die Biologie
landwirtschaftlicher Nutztiere
Wilhelm-Stahl-Allee 2
D-18196 Dummerstorf,
Germany

freyer@fbn-dummerstorf.de

Prof. Dr. GEORG ERHARDT
Justus-Liebig-Universität Giessen
Ludwigstrasse 21 B
D-35390 Giessen
Germany

Arch. Tierz., Dummerstorf 43 (2000) 3, 248

Buchbesprechung

Tierproduktion

JÜRGEN WEISS, WILHELM PABST, KARL ERNST STRACK und SUSANNE GRANZ

12. neubearbeitete Auflage, 696 Seiten, 187 Tabellen,185 Abbildungen davon 30 mehrfarbig, Parey Buchverlag, Berlin im Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 2000, ISBN 3-8263-3217-2, 86,- DM, 628,- öS, 79,50 sFr

Als etabliertes Fachbuch für Lehre und Praxis liegt nunmehr die 12. neubearbeitete Auflage dieses Lehrbuches der Tierproduktion vor. Die umfassende Überarbeitung der Fachinhalte berücksichtigt den neuesten Stand wissenschaftlicher, technischer, ethologischer, betriebs- und marktwirtschaftlicher Erkenntnisse. Aktualisiert wurden auch neue gesetzliche Regelungen in den Bereichen Tierzucht, Futtermittel, Tierschutz und Tierseuchen sowie der Viehverkehrsordnung. Das Hauptanliegen als Lehrbuch berücksichtigend, wurde in bewährter Weise auch bei schwierigeren Sachverhalten auf eine einfache und verständliche Sprache sowie auf eine übersichtliche Darstellung Wert gelegt.

Die Gliederung in die Hauptteile nämlich Allgemeine Grundlagen, Tierernährung, Rinder-, Schweine-, Geflügel- und Schafproduktion wurde beibehalten. Der erste Hauptteil behandelt nach einer Einführung zur Bedeutung der Tierproduktion den Aufbau und die Arbeitsweise tierischer Organe. Es folgen die Kapitel Vererbung und Züchtung. Nicht ganz einheitlich wird die Einordnung der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung gehandhabt. Während für das Rind diese Fragen im allgemeinen Teil „Züchtung" besprochen werden, finden sie sich für Schwein und Schaf erst in den speziellen Abschnitten. Für die Rinderzüchtung wurden bei der Überarbeitung besonders bei den Abschnitten der Exterieurbeurteilung, der Leistungsprüfung, der Zuchtwertschätzung und der Biotechnik die aktuellen Entwicklungen berücksichtigt. Im Rahmen der folgenden Grundlagen der Tierernährung werden die Bestandteile der Futtermittel u.a. auch einschließlich der vielfältigen Neuerungen bei der Proteinversorgung und des Energiebewertungssystems besprochen, dem die Beschreibung der einzelnen Futtermittel folgen. Der Spezielle Teil beginnt mit dem umfangreichsten Kapitel Rinderproduktion, wobei den breitesten Raum die Fragen der Milchproduktion, der Aufzucht und der Mast einnehmen und ein eigener Abschnitt Mutterkuhhaltung aufgenommen wurde. Hervorzuheben sind die neuen Gesichtspunkte einer leistungs- und wiederkäuergerechten Fütterung und neuer Fütterungstechniken sowie die praxisrelevante Rationsplanung mit den zahlreichen Rationsbeispielen und Kriterien der Rationskontrolle. Im Kapitel Schweineproduktion werden u.a. die Leistungsprüfungen, die moderne Zuchtwertschätzung, Schweinerassen und Zuchtverfahren, die Ferkelerzeugung und Schweinemast dargestellt. Es folgen die Kapitel Geflügelproduktion mit der Eiproduktion und Junggeflügelmast und Schafproduktion mit allen die Schafhaltung tangierenden Fragen.

Dieses Buch vermittelt ein weites Spektrum von Informationen zur Tierproduktion. Bei dieser gewollten Themenbreite und dem vorgegebenen Umfang können nicht alle Fragen ausführlich dargestellt werden. Das Bemühen der Autoren um Vermittlung des neuesten Kenntnisstandes auf dem Gebiet der Tierproduktion in übersichtlicher, verständlicher und praxisrelevanter Form zeichnet dieses Buch aus. Die Vermittlung von Sachinhalten wird durch sehr zahlreiche Tabellen und Abbildungen unterstützt. Auch die drucktechnischen Hervorhebungen von Schlüsselwörtern, von Übungsfragen und den Zusammenfassungen der Hauptaussagen, demonstrieren die gute didaktische Aufbereitung des Buchinhaltes und zeichnen diesen Titel als Lehrbuch für den Landwirt besonders aus. Damit bildet dieses Buch nicht nur ein solides Fundament für alle in der Tierproduktion Auszubildenden, sondern es ist ebenso geeignet dem praktischen Landwirt, dem Berater und Lehrkräften der Landwirtschaft als Informations- und Entscheidungshilfe zu dienen.

ERNST RITTER, Dummerstorf