

BIOCHEMISCH-GENETISCHE ZUSAMMENHAENGE SPEZIFISCHER PROTEINE IN KUHMITLCH

Biochemical-genetical variability of specific proteins in the milk of cows

Variabilidad bioquímico-genética de las proteínas específicas
en la leche de vacas

B. SENFT *

F. KLOBASA **

F. MEYER *

U. v. MANTEUFFEL **

Die löslichen Proteine der Milch lassen sich elektrophoretisch in die 4 Molkenproteine β -Laktoglobulin, α -Lactalbumin, Serumalbumin und Immunprotein trennen. Dabei ergeben sich während der Laktation die in der Tabelle 1 zusammengestellten Durchschnittswerte.

Unmittelbar nach dem Kalben ist der Gehalt an löslichen Proteinen in der Milch am höchsten, wobei sich der Anteil an Immunprotein auf etwa 70 % beläuft. Diese hohe Proteinkonzentration fällt nach dem Kalben rasch ab und erreicht etwa am 20. Laktationstag den für reife Milch charakteristischen Gehalt von etwa 0.7 %. Dabei haben sich die Anteile an β -Laktoglobulin und α -Lactalbumin mehr als verdoppelt, während das Immunprotein auf durchschnittlich 12 %-15 % verringert ist. Am Ende der Laktation nimmt der Gehalt an Molkenprotein wieder zu, was im wesentlichen auf einen Anstieg im Anteil an Immunprotein zurückzuführen ist.

Bei Verwendung entsprechender Analysenverfahren können die Proteinfractionen der Molke in verschiedene Subfraktionen gestrennt werden, die sich in ihrem molekularen Aufbau sowie in ihrer elektrischen Ladung ähnlich sind. Dabei kann man im Bereich der Immunproteine eine beachtliche Vielfältigkeit beobachten. In den vorliegenden Untersuchungen waren das Immunglobulin G (IgG) und das Lactoferrin (Lf) von besonderem Interesse, weil deren physiologische Aufgabe in verschiedenen Schutzfunktionen für den Organismus vermutet wird.

Der molekulare Aufbau sowie die Eigenschaften dieser beiden Proteine konnten in den letzten Jahren weitgehend geklärt werden. Dagegen gibt es nur wenig

* Abt. f. biochemisch-physiol. Genetik, Institut für Tierzucht, Universität Giessen, 63 Giessen, Bundesrepublik Deutschland.

** Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tierernährung, 3051 Mariensee, Bundesrepublik Deutschland.

TABELLE 1

DIE VERÄNDERUNGEN IM GEHALT DER MILCH AN MOLKENPROTEIN (%) SOWIE IM RELATIVEN ANTEIL (R-WERT) AN DEN PROTEINFRAKTIONEN WÄHREND DER LAKTATION ($n = 63$)

Merkmal	Molkenprotein %			Relativer Anteil (R-Wert) am Molkenproteingehalt											
	\bar{x}	s	V	β -Laktoglobulin			α -Lactalbumin			Serumalbumin			Immunprotein		
Probenzeitpunkt	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V
1. Gemelk	7.53	2.34	31	19.4	8.39	43	7.2	3.85	53	2.1	1.0	48	70.9	10.5	15
2. Gemelk	5.88	1.50	26	19.6	8.35	43	9.1	4.09	45	1.8	1.3	72	69.5	10.9	16
3. Lakt. tag	1.27	0.38	30	37.5	8.79	23	21.4	5.71	27	2.4	1.8	75	40.0	11.8	30
5. Lakt. tag	1.18	0.29	25	49.9	11.41	23	25.0	6.30	25	2.2	1.5	68	23.2	15.3	66
10. Lakt. tag	1.03	0.22	21	52.5	7.24	14	27.8	3.35	12	2.6	1.4	54	17.4	6.0	34
20. Lakt. tag	0.74	0.10	14	52.8	7.62	14	29.1	5.40	19	3.0	1.5	50	14.7	8.1	55
50. Lakt. tag	0.74	0.09	12	54.4	8.73	16	30.1	5.51	18	4.4	2.4	54	12.0	8.5	71
150. Lakt. tag	0.85	0.12	14	53.5	8.00	15	28.8	5.64	20	4.7	2.3	49	12.8	9.3	73
250. Lakt. tag	1.37	0.31	23	52.1	7.35	14	28.4	7.60	27	3.9	2.0	51	14.9	8.8	59
270. Lakt. tag	1.51	0.41	27	52.0	7.55	14	29.4	6.12	21	3.7	1.6	43	14.8	8.1	55
290. Lakt. tag	1.64	0.35	21	51.0	8.10	16	29.9	8.31	28	3.3	1.2	36	15.8	8.4	53

Informationen über die genetisch bedingte Variabilität dieser Proteine, die als Faktor des natürlichen Abwehrmechanismus gegen mikrobielle Erreger eine praktische Bedeutung erlangen könnten.

In der Tabelle 2 sind die mittleren Konzentrationen von IgG und Lf in der Milch während der Laktation von 63 schwarzbunten Kühen zusammengestellt.

TABELLE 2

DIE VERÄNDERUNGEN IM GEHALT DER MOLKE AN IGG UND LF WÄHREND DER LAKTATION
($n = 63$)

Merkmal	IgG mg/ml Molke			Lactoferrin $\mu\text{g/ml}$ Molke		
	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V
1. Gemelk	110.0	46.06	42	1275	659	52
2. Gemelk	96.7	47.37	49	696	537	77
3. Lakt. tag	26.2	19.17	73	188	120	64
5. Lakt. tag	2.2	0.71	30	138	94	68
10. Lakt. tag	1.5	0.61	41	114	85	75
20. Lakt. tag	1.1	0.56	51	98	75	76
50. Lakt. tag	1.1	0.57	52	136	99	73
150. Lakt. tag	1.0	0.53	53	316	244	77
250. Lakt. tag	1.4	0.61	44	706	483	68
270. Lakt. tag	1.6	0.67	42	843	606	72
290. Lakt. tag	1.8	0.81	45	967	867	90

Die höchsten Konzentrationen an den beiden Proteinen wurden in der Kolostralmilch unmittelbar nach dem Kalben festgestellt. Bereits im 2. Gemelk waren die Gehalte jedoch erheblich abgesunken und erreichten am 20. Laktationstag die geringsten Durchschnittswerte. Am Ende der Laktation ist besonders im Gehalt an Lactoferrin ein beachtlicher Anstieg zu beobachten. Zwischen den Tieren bestanden in beiden Merkmalen jedoch große individuelle Unterschiede, die zu hohen Werten für die Standardabweichung führten. Diese Variabilität kann während der ganzen Laktation festgestellt werden. Bei den Untersuchungen über den Einfluß des Alters ergab sich, daß der Gehalt an IgG in der Molke mit zunehmendem Alter anzusteigen scheint. Dies gilt sowohl für die Kolostralmilch als auch für die spätere reife Milch, wobei die Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen jedoch statistisch nicht signifikant waren, was vorwiegend auf die großen individuellen Unterschiede zurückzuführen ist.

Die Untersuchungen über den Einfluß des Alters auf den Gehalt der Milch an Lactoferrin führten zu ähnlichen Ergebnissen. Auch in diesem Merkmal stiegen die hohen Konzentrationen in der Kolostralmilch ebenso wie die mittleren Werte der reifen Milch mit zunehmendem Alter der Kühe an.

Als Begründung für diesen altersbedingten Anstieg im Gehalt der Milch an IgG wäre denkbar, daß eine Intensivierung der Synthese von immunkompetenten Zellen durch die verlängerte Antigenstimulation verursacht wird. Ähnliche «Trainingsvorgänge» können auch für das Lactoferrin vermutet werden.

Zwischen beiden Proteinen konnte jedoch keine signifikante Korrelation festgestellt werden, so daß für IgG und Lactoferrin eine voneinander unabhängige Synthese und Schutzfunktion postuliert werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

In einer Untersuchung an 63 schwarzbunten Kühen wurde der Verlauf des Gehaltes der Milch an Immunglobulin G (IgG) und an Lactoferrin (*Lf*) während der Laktation festgestellt. Dabei war die Konzentration in der Kolostralmilch, insbesondere im 1. Gemelk sowohl beim IgG (110 mg/ml Molke) als auch beim Lf (1275 µg/ml Molke) am höchsten. Die geringsten Werte wurden etwa am 20. Tag der Laktation ermittelt mit 1.1 mg IgG je ml Molke und 98 µg Lf je ml Molke. Während die IgG-Konzentration am Ende der Laktation nur wenig ansteigt, erhöht sich der Lf-Gehalt zu der Zeit auf über 900 µ/ml Molke. Der durchschnittliche Gehalt der Molke an beiden Proteinen scheint sich mit zunehmendem Alter zu erhöhen. Zwischen beiden Merkmalen konnten keine korrelativen Beziehungen gefunden werden, so daß eine unabhängige Synthese und Schutzfunktion postuliert wird.

SUMMARY

63 Holstein cows were used to investigate the variability of immunoglobulin G (IgG) and lactoferrin (Lf) during lactation. It was found that the concentration of both IgG and Lf was highest in colostrum, especially in 1. milkings, with average values for IgG of 110 mg/ml whey and for Lf of 1275 µg/ml whey. The lowest values were found around the 20. day of lactation being 1.1 mg IgG per ml whey and 98 µg Lf per ml whey. At the end of lactation the IgG-concentration rises only to limited extent whereas the content of Lf increases considerably at that time. The average content of both proteins seems to increase with increasing age of the cows. No correlations could be found between the two parameters so that an independent synthesis and protection function can be postulated.

RESUMEN

Se utilizaron 63 vacas Holstein para investigar la variabilidad de la inmunoglobulina G (IgG) y de la lactoferrina (Lf) durante la lactación, encontrándose que la concentración de ambas fue más elevada en el calostro, especialmente en las vacas primerizas, con valores medios de 110 mg/ml de suero para IgG y de 1.275 µg/ml de suero para Lf. Los valores más bajos fueron los encontrados aproximadamente al vigésimo día de lactación, siendo de 1,1 mg de IgG y de 98 µg de Lf por ml de suero. Al final de la lactación, la concentración de IgG aumenta solamente hasta un cierto límite, mientras que el contenido de Lf aumenta considerablemente en este momento. El contenido medio de ambas proteínas parece aumentar cuando mayor es la edad de las vacas. No se han podido encontrar correlaciones entre los dos parámetros, de tal manera que se sugiere la independencia de la síntesis y función protectora de ambas proteínas.