

(Aus dem Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. A. Haiger, Abteilung Tierernährung, Leiter: o. Univ.-Prof. Dr. F. Lettner)

Einfluß der Lagerungsdauer von Trockenmagermilch auf die Leistung von Mastkälbern

Von F. LETTNER, W. WETSCHEREK und H. KRAUTSACK

1. Einleitung

In Österreich werden jährlich etwa 180.000 Mastkälber aus der Inlandsproduktion geschlachtet, nebenbei sind Kalbfleischimporte notwendig, um den Kalbfleischbedarf zu decken. Es wäre daher eine gewisse Ausdehnung in der Kälbermast noch möglich. In der intensiven Kälbermast erfolgt die Mast hauptsächlich auf der Basis von Milchaustauschfutter. Die österreichischen Milchaustauschfutter für die Kälbermast enthalten etwa 60 % Trockenmagermilch. Die Qualität des Milchaustauschfutters wird daher sehr wesentlich von dieser Hauptkomponente abhängen. Da nicht immer die frisch produzierte Trockenmagermilch verwendet werden kann, sondern auch länger gelagerte Trockenmagermilch eingesetzt werden muß, wird die Frage nach der Qualität solcher Milchaustauschfutter gestellt. Aus Kreisen der praktischen Kälbermäster wurde die Meinung geäußert, daß teilweise rückläufige Masterfolge auf die Verwendung von älterer Trockenmagermilch zurückzuführen seien. Es wurde daher ein Kälbermastversuch mit unterschiedlich lange gelagerter Trockenmagermilch durchgeführt.

2. Literatur

Eine Schädigung des Magermilchpulvers ist bei der Herstellung und Lagerung möglich, hier soll die Schädigung durch die Lagerung behandelt werden.

Die Hauptursache der Labilität des Milcheiweißes während der Lagerung ist die Zucker-Amino-Reaktion, die sogenannte „*Maillard-Reaktion*“. Hierbei gehen die funktionellen Gruppen der Aminosäuren, vor allem der freien Aminosäuren wie Lysin, sowie Proteine leichte Reaktionen mit reduzierenden Gruppen von Milchzucker ein. Diese Voraussetzungen sind im Magermilchpulver gegeben, da reichliche Mengen an reaktionsfähigen reduzierenden Gruppen des Milchzuckers, sowie leichtlösliche lysinreiche Eiweiße vorhanden sind.

Nach ERBERSDOBLER (1966) sind für das Zustandekommen der Maillard-Reaktion verschiedene Voraussetzungen notwendig:

- Vorhandensein reduzierender Kohlenhydrate, entscheidend ist die Art und Konzentration der Zucker.
- Ein entsprechender Wassergehalt muß gegeben sein. Das Maximum der Schädigung liegt bei 7,5 bis 15 % Wassergehalt.

- Entscheidend ist auch die Höhe und Dauer der Reaktionstemperatur. Eine Erhöhung der Reaktionstemperatur um 10° C kann die Reaktionsgeschwindigkeit vervierfachen.

WÖHLBIER (1977) schlägt folgende Bedingungen für eine sorgfältige Lagerung von Trockenmagermilch vor:

- Der Feuchtigkeitsgehalt der Trockenmagermilch soll bei 3 bis 4 % liegen.
- Die Lagerung soll bei niedriger Temperatur erfolgen.
- Es soll ein luftdichter Abschluß gegeben sein.

SCHILLER (1956) führte einen Lagerungsversuch mit Sprühmilchpulver durch. Das Magermilchpulver hatte Wassergehalte von 3, 5 und 7,6 % und wurde bei Temperaturen von 20, 28,5 und 37° C in Blechdosen zwei Jahre gelagert. Die Proben wurden in gewissen Zeitabständen auf verschiedene Kriterien untersucht. Die Proben mit den niedrigen Wassergehalten (3 und 5 %) veränderten sich sehr wenig. Hingegen verlor die Probe mit 7,6 % Wassergehalt bei höheren Lagerungstemperaturen (28,5 und 37° C) sehr schnell an Qualität, die an Protein gebundene Zuckermenge stieg an und die biologische Wertigkeit des Eiweißes fiel bei der ungünstigsten Probe von 87 auf 66.

EGGUM und Ma. (1971) führten einen Versuch unter natürlichen Lagerungsbedingungen durch. Die Trockenmagermilchproben wurden in Papiertüten 13 Monate auf einem Heuboden gelagert. Es kam in erster Linie zu einem Rückgang in der Lysin- und Methioninkonzentration.

ERBERSDOBLER (1970) konnte bei seinen Versuchen eine Abnahme der Lysinverfügbarkeit bei Lagerung zeigen. Bei einem Lagerungsversuch von Magermilchpulvern bei zwölfmonatiger Lagerung bei 20° C und Wassergehalten der Magermilchpulver von 4, 6 und 8 % kam es zu Lysinverlusten von 2, 8 und 20 bis 40 %.

Über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit bei der Lagerung von Trockenmagermilch führte HUSS (1970) Versuche durch. Der kritische Dampfdruckbereich, bei dem gerade die Kristallisation der Laktose eintrat, lag zwischen 40 und 42 % Luftfeuchtigkeit. Bei 40 % Luftfeuchtigkeit konnte das Milchpulver sieben Monate gelagert werden, ohne daß eine Kristallisation eintrat. Hingegen wurden bei 42 % schon nach 21 Tagen Kristalle festgestellt. Mit der Zunahme der kristallinen Laktose war eine Abnahme an verfügbarem Lysin verbunden.

Aus den Berichten der Literatur geht hervor, daß bei der Lagerung von Trockenmagermilch Umsetzungen auftreten, die durch Feuchtigkeit, Temperatur, Luftsauerstoff und Dauer der Lagerung beeinflußt werden, es ist daher eine sorgfältige Lagerung notwendig.

ERBERSDOBLER (1970) kam aufgrund von Versuchen mit Ratten zu dem Ergebnis, daß die Proteinschädigung durch die Lagerung ernährungsphysiologische Nachteile bringt. Versuche mit Mastkälbern, vor allem der Einfluß auf die Mastleistung, liegen nicht vor.

3. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde im Kälbermastversuchsstall der MIRIMI Ges.m.b.H. in Haindorf bei Markersdorf durchgeführt (für die Möglichkeit der Durchführung soll der MIRIMI Ges.m.b.H. bestens gedankt werden). Die Kälber waren in Einzelständen angebunden und standen auf Stroheinstreu. Der Stall war mit einer Warmwasser-Gebläseheizung ausgestattet. Durch einen Thermostat, der auf das Gebläse wirkt, konnte die Temperatur konstant gehalten werden. Die Tränke wurde mit Zitzeneimern zweimal täglich angeboten. Für den Versuch wurden 36 weibliche Fleckviehkälber mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 80,1 kg (s = 10,4 kg) angekauft. Die Kälber wurden auf die drei Versuchsgruppen gleichmäßig verteilt, sodaß jede Versuchsgruppe aus zwölf Kälbern bestand.

Tabelle 1

Versuchsplan

Gruppe	Lagerungsdauer der Trockenmagermilch	Kälberzahl
1	2 Monate	12
2	10 Monate	12
3	18 Monate	12

Als Basisfutter dienten die handelsüblichen Milchaustauschfutter der MIRIMI Ges.m.b.H. SF 18 und SF 22. Das Anfangsmastfutter SF 18 wurde die ersten sechs Wochen gefüttert und dann bis Mastende das Endmastfutter SF 22.

Die Versuchsmilchaustauschfutter unterschieden sich nur durch den Einsatz von unterschiedlich lange gelagerter Trockenmagermilch laut Versuchsplan in Tabelle 1. Es wurde die gesamte im Milchaustauschfutter eingesetzte Trockenmagermilch gleich lange gelagert, auch die im Fettkonzentrat enthaltene.

Die Trockenmagermilch wurde vom ÖMOLK zur Verfügung gestellt, dadurch war die Lagerungszeit genau bekannt.

Die Zusammensetzung und der Gehalt an wertbestimmenden Bestandteilen der Milchaustauschfutter wird in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2

Zusammensetzung und wertbestimmende Bestandteile der Versuchsmilchaustauschfutter

Merkmal		Anfangsmast SF 18	Endmast SF 22
Zusammensetzung:			
Trockenmagermilch	%	60,0	56,0
Trockenmolke	%	16,0	16,0
Fettmischung	%	18,0	22,0
Mineral-Wirkstoffmischung	%	6,0	6,0
Wertbestimmende Bestandteile:			
Rohprotein	%	23,0	22,0
Verdauliches Eiweiß	%	21,0	20,0
Lysin	%	1,8	1,7
Rohfett	%	18,0	22,0
Rohfaser (höchstens)	%	0,5	0,5
Calcium	%	1,1	1,2
Phosphor	%	0,9	1,0
Natrium	%	0,4	0,4
Vitamin A	I. E./kg	50.000	37.500
Vitamin D ₃	I. E./kg	4.000	3.000
Vitamin E	mg/kg	50	40
Vitamin K	mg/kg	5	4
Vitamin B ₁	mg/kg	3	2
Vitamin B ₂	mg/kg	6	5
Pantothensäure	mg/kg	13	10
Nicotinsäure	mg/kg	30	23
Folsäure	mg/kg	1	1
Cholinchlorid	mg/kg	280	210
Vitamin C	mg/kg	100	75
Zink-Bacitracin	mg/kg	100	80
Milchsäurebakterien IMB 52	Anzahl/g	1·10 ⁶	1·10 ⁶

Die Analysen für die Trockenmagermilch, entsprechend der Spezifikation, wurden über Veranlassung des ÖMOLK an der Bundesanstalt für Milchwirtschaft in Wolfpassing durchgeführt und die Ergebnisse werden in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3
Untersuchungsergebnisse der Trockenmagermilch

Merkmal		Lagerungsdauer		
		2 Monate	10 Monate	18 Monate
Wassergehalt	%	3,78	4,10	4,28
Fettgehalt (TEICHERT)	%	0,25	0,25	0,25
F. i. T.	%	0,26	0,26	0,26
Säuregrad	SH	5,8	5,7	5,9
Löslichkeit (ADAMI)	ml	<0,1	<0,1	<0,01
Schüttgewicht	ml	676	588	667
Reinheit (1-fach)		B	A	B
Reinheit (3-fach)		C	B	C
HMF-Wert	µmol	7,46	9,58	9,63
Nitrite	ppm	0,2	0,2	0,1
Konservierungsmittel	g/kg	0,12	0,09	0,11
Gesamtkeimzahl	pro g	5600	260	5300
Coliforme		neg.	neg.	neg.
Hefen u. Schimmelpilze		neg.	neg.	neg.
Aussehen	Punkte	5	5	5
Geruch	Punkte	5	5	5
Geschmack	Punkte	5	5	5
A-10-Wert		0	0	0
r-Wert	Minuten	>45	>45	>45

Mit zunehmender Lagerungsdauer war eine gewisse Zunahme des Wassergehaltes und des HMF-Wertes feststellbar.

Das Ergebnis der Nährstoffanalysen der Milchaustauschfutter wird in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4
Untersuchungsergebnisse der Milchaustauschfutter

Merkmal		Anfangsmast — SF 18			Endmast — SF 22		
		1	2	3	1	2	3
Trockenmasse	%	97,2	97,3	97,4	96,9	96,9	97,1
Rohprotein	%	20,9	20,8	22,2	21,7	21,9	21,4
Rohfett	%	16,9	17,2	17,8	20,9	20,1	20,0
Rohasche	%	7,6	7,5	7,6	7,4	7,2	7,3
Calcium	%	0,78	0,82	0,91	0,77	0,84	0,80
Phosphor	%	0,83	0,87	0,93	0,83	0,80	0,84
Magnesium	%	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09
Kalium	%	1,32	1,33	1,31	1,25	1,33	1,22
Natrium	%	0,43	0,47	0,39	0,42	0,44	0,40

Tabelle 5
Tränkeplan

Versuchswoche	Liter-Tränke Tagesmenge	g Milchaustauschfutter pro Liter Wasser
1.	6—8	120
2.	9—10	130
3.	10—12	130
4.	12—14	140
5.	14—16	140
6.	14—16	150
7.	14—17	160
8.	14—17	170
9.	14—17	180
10.	14—17	180
11.	14—17	180

Die Tränkezuteilung erfolgte zweimal täglich nach dem in Tabelle 5 angegebenen Plan. Je nach Aufnahme wird bei den einzelnen Kälbern etwas variiert und die tatsächlich je Mahlzeit aufgenommene Tränkemenge notiert.

Folgende Merkmale der Mast- und Schlachtleistung wurden erhoben:

Tageszunahme: Die Kälber wurden wöchentlich gewogen. Es werden hier aber nur die Gruppenmittelwerte der täglichen Zunahme für die 1. Mastperiode (bis zum 42. Versuchstag), die 2. Mastperiode (vom 43. Versuchstag bis Versuchsende) und die Gesamtversuchsperiode angegeben.

Rohverwertung: Die Tränkemenge wurde für jedes Kalb täglich erhoben. Hier wird der Verbrauch an Milchaustauschfutter je 1 kg Zunahme für die 1. Mastperiode, die 2. Mastperiode und die Gesamtperiode angegeben.

Fleischfarbe: Die Fleischfarbe wurde subjektiv bewertet und es wurden Punkte von 1 bis 3 vergeben.

- 1 = sehr gut (die Fleischfarbe entspricht vollkommen den Marktwünschen),
- 2 = mittel (das Fleisch ist schon etwas dunkler und entspricht daher nicht mehr ganz den Marktwünschen),
- 3 = schlecht (das Fleisch ist zu dunkel und wird vom Markt abgelehnt).

Fleischkonsistenz: Wurde subjektiv bewertet und es wurden Punkte von 1 bis 3 vergeben.

- 1 = sehr gut (Druckstellen an der Karreefläche gleichen sich allmählich aus, das Wasserbindungsvermögen des Fleisches ist gut),
- 2 = mittel,
- 3 = schlecht (das Fleisch ist weichfleischig, das Wasserbindungsvermögen des Fleisches ist schlecht).

Verfettungsgrad: Es wurden die Nierenfettmenge und die Schlachtkörperfettabdeckung subjektiv beurteilt.

- 1 = sehr gut (gute Fettabdeckung der Nieren und der Schlachtkörperoberfläche, die Verfettung darf aber auch nicht zu stark sein),
- 2 = mittel,
- 3 = schlecht (schlechte bzw. zu geringe Fettabdeckung oder eine zu starke Verfettung).

Schlachtkörperzerlegung: Es erfolgte eine fleischhauermäßige Zerlegung (etwa nach der DLG-Schnittführung) der linken Schlachthälfte in Hals, Karee, Nierenbraten, Schlögel, Schulter und Brust. Bei der Schlachtkörperzerlegung wurde auch noch das Nierenfett erhoben, da es einen gewissen Maßstab für die Verfettung des Mastkalbes darstellt.

Die biometrische Auswertung des Versuches erfolgte nach den üblichen Methoden (Essl. 1987). In Tabelle 6 wird für die erhobenen Merkmale der Gruppenmittelwert und das Ergebnis der biometrischen Auswertung angeführt. Ein P-Wert von < 5 % würde bedeuten, daß sich die Gruppen signifikant unterscheiden.

4. Versuchsergebnisse

Tabelle 6

Versuchsergebnisse

Merkmal		Versuchsgruppe			P-Wert
		1	2	3	
Mastleistung:					
Lebendgewicht					
Versuchsbeginn	kg	80,1	80,1	80,3	0,99
Ende 1. Mastperiode	kg	126,3	127,2	128,0	0,95
Versuchsende	kg	154,6	159,8	157,6	0,55
Tageszunahme					
1. Mastperiode	g	1099	1121	1134	0,83
2. Mastperiode	g	992	1210	1071	0,06
Gesamtperiode	g	1063	1153	1109	0,25
Rohverwertung					
1. Mastperiode	kg	1,41	1,40	1,37	0,71
2. Mastperiode	kg	2,40	1,98	2,22	0,06
Gesamtperiode	kg	1,76	1,64	1,69	0,25

Merkmal		Versuchsgruppe			P-Wert
		1	2	3	
Schlachtleistung:					
Fleischfarbe	Punkte	1,08	1,25	1,25	0,52
Fleischkonsistenz	Punkte	1,50	1,83	1,25	0,12
Verfettungsgrad	Punkte	1,50	1,67	1,17	0,12
Hals	kg	4,26	4,35	4,17	0,58
Karree	kg	4,16	4,16	4,31	0,69
Nierenbraten	kg	6,01	6,12	5,93	0,83
Schlögel	kg	16,88	17,57	17,28	0,56
Schulter	kg	6,65	7,02	6,93	0,23
Brust	kg	8,08	8,53	8,27	0,47
Nierenfett	kg	0,93	0,74	0,80	0,30

Bei den untersuchten Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, sodaß die drei Gruppen als gleichwertig bezeichnet werden können. Bei der Tageszunahme und der Rohverwertung im 2. Mastabschnitt wurde die Signifikanzgrenze knapp verfehlt. Hier waren die Gruppen 2 und 3 mit der längeren Lagerungsdauer der Trockenmagermilch in der Tendenz besser als die Gruppe 1, bei der die Trockenmagermilch nur zwei Monate gelagert wurde. Insgesamt ergab sich aber beim vorliegenden Versuch, daß die Lagerungsdauer der Trockenmagermilch keinen Einfluß auf die Leistung der Mastkälber hatte.

5. Diskussion

Im vorliegenden Versuch hatte die Lagerungsdauer der im Milchaustauschfutter eingesetzten Trockenmagermilch keinen Einfluß auf die Leistung der Mastkälber.

Die Hauptursache der Labilität des Milcheiweißes während der Lagerung ist die Maillard-Reaktion. Für das Zustandekommen der Maillard-Reaktion sind nach ERBERSDOBLER (1966) verschiedene Voraussetzungen notwendig. Der Wassergehalt des Milchpulvers spielt dabei eine wichtige Rolle, die maximale Schädigung liegt bei Gehalten von 7,5 bis 15 %. Der Wassergehalt der im Versuch verwendeten Trockenmagermilch lag zwischen 3,78 und 4,28 % und damit unter der kritischen Grenze. Der Wassergehalt lag damit im Bereich der von WÖHLBIER (1977) geforderten 3 bis 4 %.

Die Lagerung der Trockenmagermilch erfolgte in geeigneten Lagerräumen und in luftdichten Behältnissen, wie es WÖHLBIER (1977) verlangt. Es stiegen daher mit längerer Lagerungsdauer bei der im Versuch verwendeten Trockenmagermilch nur der Wassergehalt und der HMF-Wert leicht an. Diese Veränderungen decken sich mit den Angaben von SCHILLER (1956), der bei der Lagerung von bis zu zwei Jahren unter günstigen Verhältnissen sehr geringe Veränderungen fand. Auch bei EGGUM und Ma. (1971) kam es bei 13-monatiger Lagerung unter nicht sehr günstigen Verhältnissen vor allem zu Schädigungen bei den Aminosäuren. ERBERSDOBLER (1970) berichtet von geringen Lysinverlusten (etwa 2 %) in der Trockenmagermilch bei zwölfmonatiger Lagerung unter günstigen Verhältnissen und Wassergehalten von 4 %. Auf die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit bei der Lagerung von Trockenmagermilch weist HUSS (1970) hin.

Die nur geringe Veränderung der Trockenmagermilch bei längerer Lagerung unter günstigen Lagerungsbedingungen und niedrigem Wassergehalt von etwa 4 % entspricht daher den Berichten der Literatur. Es war deshalb auch nicht mit ernährungsphysiologischen Nachteilen bei der Verfütterung zu rechnen, wie sie

ERBERSDOBLER (1970) bei Rattenversuchen fand. Vergleichbare Versuche mit Mastkälbern konnten wir leider in der Literatur nicht finden.

Aus den Versuchsergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß Trockenmagermilch unter günstigen Verhältnissen durchaus einige Zeit gelagert werden kann, ohne daß beim Einsatz in der Kälbermast Leistungsminderungen eintreten.

Zusammenfassung

In einem Kälbermastversuch sollte der Einfluß der Lagerungsdauer der Trockenmagermilch auf die Leistung der Kälber überprüft werden. Es standen drei Gruppen in Prüfung und jede Gruppe bestand aus zwölf weiblichen Fleckviehkälbern. Der Versuch wurde bei einem Lebendgewicht von etwa 80 kg begonnen und bei einem Mastendgewicht von etwa 158 kg abgeschlossen.

Die Versuchsanlage und die wichtigsten Ergebnisse der Mastleistung werden in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7

Versuchsanlage und Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Gruppe	Lagerungsdauer der Trockenmagermilch Monate	Anzahl Kälber	Tageszunahme g	Rohverwertung kg
1	2	12	1063	1,76
2	10	12	1153	1,64
3	18	12	1109	1,69

Die drei Gruppen unterschieden sich nicht signifikant voneinander, eine längere Lagerungsdauer der Trockenmagermilch unter günstigen Bedingungen brachte keine Nachteile.

The Influence of the Storing-Time from Dried Skimmilk on the Performance of Fattening Calves

Summary

In a feeding trial with fattening calves the influence of the storing-time from dried skimmilk on the performance of fattening calves was tested. Three groups were tested, each feeding group included 12 female Simmental calves. The fattening period started at 80 kg body weight and finished at 158 kg body weight. The feeding schedule and the most important results are shown in table 7.

Table 7

Feeding schedule and results

Group	Storing-time of dried skimmilk months	number of calves	Daily gain g	Feed efficiency kg
1	2	12	1063	1.76
2	10	12	1153	1.64
3	18	12	1109	1.69

The results of the fattening performance did not offer any significant differences. A longer storing-time of dried skimmilk, under good conditions, had no influence on the performance of the fattening calves.

Literatur

- EGGUM, B. O., H. E. NIELSEN und F. L. RASMUSSEN: Der Einfluß der Lagerung auf die Proteinqualität von Magermilchpulver. *Zeitschrift für Tierernährung und Futtermittelkunde* 27, 18—23, 1971.
- ERBERSDOBLER, H.: Untersuchungen zum Gehalt an Lysin und verfügbarem Lysin in Trockenmagermilch. *Milchwissenschaft* 21, 564—568, 1966.
- ERBERSDOBLER, H.: Zur Schädigung des Lysins bei der Herstellung und Lagerung von Trockenmilch. *Milchwissenschaft* 25, 280—284, 1970.
- ESSL, A.: *Statistische Methoden in der Tierproduktion*. Österreichischer Agrarverlag, Wien 1987.
- HUSS, W.: Lactosekristallisation und Lysinverfügbarkeit nach Lagerung von Trockenmagermilchpulvern bei verschiedener Luftfeuchtigkeit. *Landwirtschaftliche Forschung* 23, 275—287, 1970.
- SCHILLER, K.: Veränderungen im Magermilchpulver während der Lagerung. *Zeitschrift für Tierernährung und Futtermittelkunde* 11, 264—267, 1956.
- WÖHLBIER, W.: *Handelsfuttermittel, Band 1*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1977.

(Manuskript eingelangt am 11. Dezember 1990)

Anschrift der Verfasser:

o. Univ.-Prof. Dr. Franz LETTNER, Univ.-Ass. Dr. Wolfgang WETSCHEREK und Heinz KRAUTSACK, Institut für Nutztierwissenschaften, Abteilung Tierernährung, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien.