

Beitrag zum Fettsäurenmuster in der Stutenmilch

Annette Zeyner, Ch. Geißler, Irene Peschke, R. Jope¹ und G. Kny²

Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät, Univ. Leipzig

¹Reitgestüt Gut Knauthain

²Institut für Lebensmittelhygiene, Veterinärmedizinische Fakultät, Univ. Leipzig

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit dem Einfluß der Ernährung auf das Fettsäurenmuster in der Lipidfraktion von Stutenmilch. Zunächst wurden an 2 x 3 Stuten die Milchlipide bei Weidefütterung mit geringem Konzentratanteil und bei einer haferreichen Stallfütterration untersucht (A). In zwei weiteren Versuchen an 2 x 2 und 2 x 3 Stuten wurden die Fettsäuren im Milchfett bei der Gabe eines fettreichen Mischfutters mit einem hohen Gehalt an langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren (B) und von Sojaöl (C) jeweils im Vergleich zu einer Kontrolle geprüft. Bei Weideführung war der Anteil an mittelkettigen Fettsäuren sowie an Palmitolein- und an Linolensäure gegenüber Stallfütterung erhöht, während die Öl- und Linolensäurekonzentrationen in den Milchlipiden bei der Stallfütterration deutlich höher waren. Bei der Gabe von Futterfetten mit einem hohen Anteil an langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist der Anteil an Palmitin- und z.T. auch an Pentadecan- und Pentadecensäure vermindert, während die Linolensäurekonzentration in den Milchlipiden deutlich ansteigt. Die Erhöhung der Linolensäurekonzentration erscheint um so deutlicher, je zeitiger in der Laktation mit der Fettgabe begonnen wird.

Schlüsselwörter: Stute, Milch, Fettsäuren

Investigations on fatty acid composition in mares milk

This investigation deals with the influence of nutrition on fatty acid composition in the lipids of mares milk. The first trial (A) with 2 x 2 mares compared a diet for mares on pasture (low proportion of oats) with a typical diet for winter season without any green feed (high proportion of oats). In the next two trials 2 x 2 (B) or 2 x 3 (C) mares were fed a diet with a fat-enriched mixed feed (high proportion of long-chain polyunsaturated fatty acids) (B) or with soybean oil (C). Each case was compared with a control. Mares on pasture had a higher proportion of medium-chain fatty acids and of palmitoleic and linolenic acids but lower oleic and linoleic acids in the milk lipids than mares fed in the stable. Feeding a diet rich in long-chain unsaturated fatty acids led to a lower proportion of palmitic and partly of pentadecanic and pentadecenic acids in the milk lipids. Simultaneously the proportion of linoleic acid in the milk lipids was much higher when high fat diets were given. This effect of feeding fat on the proportion of linoleic acid seems to be more pronounced when the mare consume the high fat diet in an early state of lactation.

keywords: mare, milk, fatty acids

Einleitung und Zielstellung

Die im Schrifttum vorliegenden Angaben zum Fettsäurenmuster in der Lipidfraktion von Stutenmilch (Gorayaev et al. 1970; Interieri und Minieri 1970; Jamsranjav und Grigoreva 1973; Jamsranjav und Rabinovich 1974; Peltonen et al. 1980; Pastukova und Gerbeda 1982; Orlov und Servetnik-Chalaya 1982; Doreau und Boulot 1986; Doreau 1992; Csapo et al. 1993) erlauben einen Vergleich mit den Befunden zur Milch anderer Spezies. Gezielte Untersuchungen zur Beeinflussung des Fettsäurenmusters in den Milchlipiden liegen für das Pferd allerdings nur in sehr geringem Umfang vor. In den vorliegenden Untersuchungen sollte zunächst das Fettsäurenmuster in der Fettfraktion von Stutenmilch bei herkömmlicher Weide- vs. Stallfütterung (Versuch A) und weiterhin bei fettreicher gegenüber herkömmlicher Fütterung (Versuch B und C) geprüft werden. Das insgesamt erhobene Datenmaterial wurde zu einer biometrischen Beschreibung der mittleren

Lage und der Verteilung der diskutierten Parameter genutzt.

Material und Methoden

Versuchsanlage

In **VERSUCH A** wurde die Milch von 2 x 3 Warmblutstuten im 5. Laktationsmonat gewonnen. Drei der Tiere wurden tagsüber auf Weide (W) gehalten und im Stall mit wenig Hafer, Mineralfutter, Heu und Stroh zugefüttert. Die verbleibenden drei Stuten wurden ausschließlich über eine typische, konzentratreiche Stallfütterration (S), aus Hafer, Mineralfutter, Heu und Stroh, versorgt. In **VERSUCH B** hatten 2 x 2 Warmblutstuten stundenweise Weidegang. Im Stall wurden Heu und Stroh sowie alternativ Hafer und Mineralfutter (F-) oder ein fettreiches

Mischfutter (F+) zugefüttert. Das Mischfutter enthielt rd. 15 % (der TS) Rohfett, mit einem hohen Anteil an langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Die Gewinnung der Milchproben erfolgte im 5. Laktationsmonat. In **VERSUCH C** wurden 2 x 3 Stuten herkömmlich (F-: Weidegang, Mischfutter, Heu, Stroh) oder mittels 100 g Sojaöl pro Tag fettreich (F+: Weidegang, Mischfutter, Sojaöl, Heu, Stroh) gefüttert. Mit der ersten Milchprobenahme und der nachfolgenden Fettgabe wurde zu unterschiedlichen Laktationsstadien begonnen (1., 2., 3. Laktationsmonat => Stutengruppe I, II, III) und dabei jeweils zwei Stuten (mit und ohne Fettgabe) miteinander vergli-

enthält eine Kalkulation über die insgesamt aufgenommene Rohfettmenge durch die Pferde in den Versuchen A bis C.

In allen Versuchen erfolgte die Milchprobenahme nach zweistündiger Trennung der Stute vom Fohlen durch manuelles, möglichst vollständiges Ausmelken. In den Versuchen A und B wurden die Milchproben nach der Entnahme bei -20° C eingefroren, vor der analytischen Bearbeitung gefriergetrocknet und einer Fettextraktion unterzogen. In Versuch C wurden die Proben sofort nach der Entnahme zentrifugiert (20 min bei 4000 U/min), die aufgerahmte Fraktion abgeschöpft, bei

Tab. 1: Anlage des Versuches C
design of experiment C

Stuten- gruppe	Nr. der Probenahme					
	1		2		3	
I	1. Lakt.Mo.	...Beginn Fettgabe	...	2. Lakt.Mo.	...	3. Lakt.Mo.
II	2. Lakt.Mo.	...Beginn Fettgabe	...	3. Lakt.Mo.	...	4. Lakt.Mo.
III	3. Lakt.Mo.	...Beginn Fettgabe	...	4. Lakt.Mo.	...	5. Lakt.Mo.

Tab. 2: Fettsäurenmuster (Masse%) in der Lipidfraktion des fettreichen Mischfutters und des Sojaöls

fatty acid composition [% (w./w.)] of the fat-enriched mixed feed and of the soybean oil

Fettsäure	Futtermittel		Fettsäure	Futtermittel	
	Misch- futter	Soja- öl		Misch- futter	Soja- öl
C8	Sp.	-	C17	Sp.	Sp.
C10	Sp.	-	C17:1	Sp.	Sp.
C10:1	-	-	C18	4,92	3,48
C12	0,49	-	C18:1(Summe)	41,72	22,31
C14	0,28	Sp.	dv. cis (Ölsr.)] 35,52	21,14
C14:1	Sp.	-	dv. trans (Elaidinsr.)]	-
C15	Sp.	Sp.	dv. trans (Vaccensr.)	6,2	1,17
C16	12,61	11,04	C18:2	33,68	54,74
C16:1	Sp.	Sp.	*	1,74	0,56
			C18:3	3,68	6,14
			**	0,22	0,99

* mit hoher Wahrscheinlichkeit eines der cis-trans-Isomeren der Linolsäure
** möglicherweise eines der Isomeren der Linolensäure
Sp. Spuren

chen. In den zwei Folgemonaten erfolgte jeweils eine weitere Milchprobe (Tab. 1).

Das Fettsäurenmuster in der Lipidfraktion der in Versuch B (Mischfutter) und Versuch C (Sojaöl) verwendeten fettreichen Futtermittel ist Tabelle 2 zu entnehmen. Tabelle 4

-20° C gelagert und vor der Analyse wiederholt zentrifugiert.

Analytik

Methoden: Direkte Umesterung der Triglyceride mit Methanol bei Anwesenheit eines sauren Katalysators (Woidich 1966). Bestimmung des Fettsäurenmusters (Masse%) gaschromatographisch unter den folgenden GC-Bedingungen: Gaschromatograph SHIMADZU GC14A; 15 m Säule / iD = 0,25 [DURABOND – FFAP]; Injektor-Temp.: 250° C; Detektor-Temp.: 250° C; Temperaturprogr.: 4 min 150° C, 60/min Heizrate bis 220° C, 13 min bei 220° C; Range: 2; Trägergas: H₂ / Split; Make-up-Gas: N₂. Fettsäuren < C8 nicht erfaßbar.

Biostatistische Auswertung

Zur biostatistischen Beschreibung der mittleren Lage und der Verteilung der Fettsäuren in den Milchlipiden (Masse %) wurden die folgenden Parameter ermittelt: Mittelwert (arithmetisches Mittel, Median), Standardfehler des Mittelwertes, Standardabweichung, Varianz, Minimum, Maximum, Spannweite, Skewness und Kurtosis sowie Prüfung auf Normalverteilung nach Shapiro-Wilks. Das Datenmaterial wurde in den Versuchen A bis C mittels Varianzanalyse (ggf. nach Verteilungskorrektur) und multiplern Mittelwertvergleich (LSD) bzw. mittels WILCOXON-Test ausgewertet. Das Ergebnis der Signifikanzprüfung (SP) wird wie folgt ausgewiesen: n.s. = nicht signifikant, * = p < 0,05, ** = p < 0,01, *** = p < 0,001. Das angegebene Streuungsmaß „s“ entspricht der Reststreuung aus der Varianzanalyse.

Tab. 3: Fettsäuren in der Lipidfraktion von Stutenmilch (Masse%) - Parameter der Verteilung
fatty acids in the lipids of mares milk [% (w./w.)] - parameter of distribution

Statistische Maßzahl (n = 22)	Fettsäure																
	C8	C10	C10:1	C12	C14	C14:1	C15	C15:1	C16	C16:1	C17	C17:1	C18	C18:1	C18:2	C18:3	C20
arithmetisches Mittel	1,35	6,35	1,57	7,30	6,53	0,51	0,36	0,43	19,59	4,89	0,13	0,44	0,90	20,14	14,71	13,98	0,21
Median	1,49	6,04	1,47	7,32	5,84	0,44	0,31	0,00	17,86	4,47	0,16	0,48	0,84	20,20	15,39	15,15	0,00
Standardfehler	0,226	0,501	0,116	0,573	0,478	0,047	0,024	0,211	0,856	0,337	0,023	0,035	0,045	1,29	1,381	1,663	0,122
Varianz	1,13	5,52	0,30	7,21	5,02	0,05	0,01	0,98	16,14	2,50	0,01	0,03	0,04	36,58	41,97	60,82	0,32
Standardabweichung	1,06	2,35	0,55	2,69	2,24	0,22	0,12	0,99	4,02	1,58	0,11	0,17	0,21	6,05	6,48	7,80	0,57
Minimum	0,00	2,13	0,54	2,42	3,46	0,21	0,25	0,00	14,67	2,63	0,00	0,00	0,64	11,06	2,81	2,06	0,00
Maximum	3,71	10,84	2,55	12,79	11,07	0,92	0,67	3,81	27,29	7,81	0,32	0,66	1,41	37,20	28,63	30,15	1,92
Spannweite	3,71	8,71	2,01	10,37	7,61	0,71	0,42	3,81	12,62	5,18	0,32	0,66	0,77	26,14	25,82	28,09	1,92
Schiefemaß (Skewness)	0,243	0,487	0,164	0,218	0,505	0,833	1,689	2,82	0,772	0,468	-0,1	-1,766	0,956	0,909	0,045	0,141	2,574
Steilheitsmaß (Kurtosis)	-0,423	-0,218	-0,773	-0,481	-0,692	-0,602	2,387	7,57	-0,714	-0,973	-1,364	3,623	0,174	1,85	-0,035	-0,81	5,486
Shapiro-Wilks (p < ...)	0,405	0,405	0,636	0,96	0,31	0,01	0,01	0,01	0,014	0,211	0,01	0,01	0,039	0,171	0,903	0,486	0,01

Ergebnisse und Diskussion

Mittlere Lage und Verteilung

Die Chromatogramme zum Fettsäurenmuster in den Milchlipiden enthielten maximal 19 auswertbare Peaks, welche Fettsäuren mit einer Kettenlänge zwischen 8 und 20 C-Atomen entsprachen. Nur in den Milchproben in Versuch C wurden z.T. Öl-, Elaidin- und Vaccensäure differenziert. Angaben zur mittleren Lage und zur Verteilung der gemessenen Parameter zum Fettsäurenmuster in den Milchlipiden (C18:1 in der Summe) sind Tabelle 3 zu entnehmen. Beim Vergleich der arithmetischen Mittel mit Literaturbefunden zur Stutenmilch fällt in den vorliegenden Untersuchungen eine deutliche Rechtsverschiebung des Chromatogrammes auf. Insbesondere sind die mittelkettigen Fettsäuren vergleichsweise zu Angaben von *Doreau* und *Boulot* (1989) sowie von *Doreau et al.* (1992) unterrepräsentiert. Der Gehalt an Stearinsäure ist mit knapp 20 % innerhalb der unteren Hälfte des aus dem Schrifttum bekannten Variationsbereiches von 13 % (*Doreau et al.* 1992) bis 35 % (*Gorayev et al.* 1970; *Pastukova* und *Gerbeda* 1982) einzuordnen. Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren liegen in deutlich höheren Konzentrationen vor, als dies die überwiegende Mehrheit der Literaturbefunde angibt. Linolsäure wurde in den eigenen Untersuchungen im Mittel zu 15 % in der Lipidfraktion der Stutenmilch gemessen. Nach Angaben von *Pelton et al.* (1980), *Orlov* und *Servetnik-Chalaya* (1982), *Doreau et al.* (1992) sowie *Csapo et al.* (1993) liegen die Konzentrationen in einem Bereich von 1,5 bis 9,6 %. Allein in Untersuchungen von *Jamsranjav* und *Grigoreva* (1973) sowie *Jamsranjav* und *Rabinovich* (1974) erreichte der Linolsäuregehalt im Milchfett 25 %. Auch der Gehalt an Linolensäure liegt mit rd. 14 % vergleichsweise hoch. Maximal wurden in Untersuchungen von *Doreau et al.* (1992) in der Fett-

fraktion reifer Stutenmilch 10 % Linolensäure gemessen. Ein Großteil der untersuchten Stichprobe wurde durch die Milch von Stuten gebildet, welche versuchsbedingt eine vergleichsweise hohe Menge langkettiger, mehrfach ungesättigter Fettsäuren über das Futter erhielten. Dadurch ist die hier beschriebene Verschiebung des Chromatogrammes zu einem erhöhten Anteil an langkettigen, ungesättigten Fettsäuren z.T. erklärbar. Der überwiegende Teil der gemessenen Fettsäuren liegt in der Stichprobe normalverteilt vor (C8, C10, C10:1, C12, C14, C16:1, C18:1, C18:2, C18:3). Pentadecen-, Margaritin- und Arachinsäure wurden nur in einigen Proben und dann in geringen Konzentrationen gemessen. Gleiches trifft auf Elaidin- und Vaccensäure (Tab. 4) zu, deren Verteilungsparameter hier nicht ausgewiesen sind. Die Verteilung der langkettigen, ungesättigten Fettsäuren (C18:1, C18:2, C18:3) ist in der Tendenz links schief und rechts steil, was den Erklärungsansatz für die oben beschriebene Rechtsverschiebung des Chromatogrammes stützt.

Einfluß der Ernährung

Angaben über die mittleren Fettsäurenmuster in den Milchlipiden in den Versuchen A, B und C sowie die Ergebnisse der biostatistischen Auswertung sind Tabelle 4 zu entnehmen. **VERSUCH A:** Bei der Aufnahme größerer Mengen Weidegras war die Konzentration an mittelkettigen Fettsäuren (C8, C10, C10:1, C12) sowie an Palmitolein- und an Linolensäure in den Milchlipiden gegenüber einer reinen Stallfütteration mit hohen Hafergaben statistisch gesichert und z.T. sehr deutlich (C8, C10, C12, C18:3) erhöht. Dagegen war bei reiner Stallfütterung der Anteil an Öl- und Linolsäure im Milchfett im Vergleich zu der Weidefütterung signifikant erhöht. Bereits *Doreau* und *Boulot* (1989) beschrieben für die Vegetationsperiode höhere Linolensäureanteile in den Lipiden von Stutenmilch

Ölfütterung ($p < 0,05$). Dabei war der Einfluß der Ernährung auf den Linolsäureanteil in den Milchlipiden um so geringer, je später in der Laktation mit der Sojaölgabe begonnen wurde.

Schlußfolgerungen

Bereits bei herkömmlichen Rationsgestaltung sind in Abhängigkeit vom Rationstyp beachtliche Veränderungen im Fettsäurenmuster der Lipidfraktion von Stutenmilch zu messen. Insbesondere ist bei Weideführung gegenüber Stallfütterung der Anteil an mittelkettigen Fettsäuren und an Linolensäure erhöht, während die Milchlipide bei haferreicher Stallfütterung gegenüber einer konzentratarmer Weidefütterung deutlich höhere Konzentrationen an Öl- und an Linolensäure aufweisen. Bei der Gabe von Futterfetten mit einem hohen Anteil an langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist mit einer Rechtsverschiebung des Chromatogrammes zu rechnen. Dabei zeigt sich gegenüber herkömmlicher Rationsgestaltung insbesondere der Anteil an Palmitin- und z.T. auch an Pentadecan- und Pentadecensäure vermindert, während die Linolensäurekonzentration in den Milchlipiden deutlich ansteigt. Die Erhöhung der Linolensäurekonzentration in den Milchlipiden durch die orale Gabe von Futterfetten mit einem hohen Linolensäuregehalt ist wahrscheinlich um so deutlicher, je zeitiger in der Laktation mit der Fütterungsmaßnahme begonnen wird.

Literatur

Csapo, J., Stefler, J., Martin, T. G., Makray, S. and Csapo-Kiss, Zs. (1993): Composition of mare's colostrum and milk. I. Fat content and fatty acid composition. Proc. 44th Ann. Meet. Europ. Ass. Anim. Prod., 4.

- Doreau, M. and Boulot, S. (1989): Recent knowledge on mare milk production: a review. Livest. Prod. Sci. 22, 213-235.
- Doreau, M., Boulot, S., Bauchart, D., Barlet, J.-P. and Martin-Rosset, W. (1992): Voluntary Intake, Milk Production and Plasma Metabolites in Nursing Mares Fed Two Different Diets. J. Nutr. 122, 992-999.
- Gorayaev, M. I., Shafieva, L. K. and Denisova, L. G. (1970): Fatty acid composition of fat in mares milk and koumiss. Moloch. Prom. 31, 22-24.
- Interieri, F. and Minieri, L. (1970): Sul contenuto in acidi grassi della quota lipidica del colostro e del latte di cavalla. Indagini su soggetti di razza avelignese. Acta Med. Vet. 16, 89-98.
- Jamsranjav, N. and Grigoreva, V. N. (1973): Distribution of fatty acids of mare's milk lipids. Izv Vyssnich Uchebnych Zavedenii Pishchevaya Technol. 5, 34-36.
- Jamsranjav, N. and Rabinovich, P. M. (1974): Fatty acid composition of mare milk fat. Moloch Prom. 1, 45-46.
- Orlov, V. K. and Servetnik-Chalaya, G. K. (1982): Some physicochemical characteristics of fat and fatty acid composition of mares' milk and shubath lipids. Voprossy Pitania. 2, 59-61.
- Pastukova, Z. M. and Gerbeda, V. V. (1982): Comparative study of the lipid composition of mare's milk and kumiss mixture prepared on the basis of cow's milk. Voprossy Pitania. 1, 34-36.
- Peltonen, T., Kossila, V., Antila, V. and Huida, L. (1980): Effect of protein supplementation on milk composition of the mare and growth rate of their foals. Proc. 31st Ann. Meet. Europ. Assoc. Anim. Prod., 6.
- Woidich, H. (1966): Über die praktische Durchführung gaschromatographischer Analysen. Z. Lebensmittelunters. Forschg. 129 197-205.

Dr. Annette Zeyner

Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik
Veterinärmedizinische Fakultät
Universität Leipzig
Gustav-Kühn-Str. 8
D-04159 Leipzig

6.-8. Juni 1996, Basel

Equine Clinical Behaviour/ Verhalten und Verhaltensstörungen beim Pferd

Kontaktadresse:

Dr. V. Bacher, Dr. M. Akens,

Klinik für Wiederkäuer- und Pferdemedizin der Universität Zürich,

Winterthurerstr. 260, CH-8057 Zürich,

Tel. (00 41) 13 65 15 45, Fax (00 41) 13 13 00 46