Tagungsband

3. BOKU-Symposium TIERERNÄHRUNG

Fütterungsstrategien und Produktqualität

4. November 2004 in Wien

Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie

Department für Lebensmittel-wissenschaften und –technologie

BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna : Universität für Bodenkultur Wien

Tagungsband:

3. BOKU-Symposium TIERERNÄHRUNG
Fütterungsstrategien und Porduktqualität

04. November 2004, Wien

Herausgeber:

Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Matthias Windisch

Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und- technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien

www.dlwt.boku.ac.at

Eigenverlag:

Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie,
Department für Lebensmittelwissenschaften und- technologie der BOKU Wien

ISBN 3-900962-54-5

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

F. J. Schwarz:
Einfluss der Fütterung auf die Fleischqualität beim Rind 1

Helmut Foissy:
Anmerkungen zur Milchqualität aus der Sicht der Verarbeitung 8

L. Gruber, F.J. Schwarz, D. Erdin, B. Fischer, H. Spiekers, H. Steingass, U. Meyer, A. Chassot, T. Jilg, A. Obermaier, T. Guggenberger:
Futteraufnahme-Schätzformeln für Milchkühe 13

K.E. Eder, J. Hinterholzer und R. Leitgeb:
Einfluss von verschiedenen Maishybriden auf die Mast– und Schlachtleistung von Broilern 29

B. Prause, S. Gebert, C. Wenk, W.A. Rambeck und M. Wanner:
Seltene Erden – alternativer Leistungsförderer beim Schwein – ein Überblick und erste Ergebnisse eines Gesamtstoffwechselversuches 38

Jiri Broz:
New trends in the use of feed enzymes 44

V. Potthast:
Entwicklung einer Deutschen Positivliste 50

F. Doppelreiter:
Aktuelle Entwicklungen zu unerwünschten Stoffen in Futtermitteln 54

D. Urbšienė und S. Mikulionienė:
Einfluss der Rationen mit Zuckerrübenschnitzelsilage auf Milchqualität 60

P. Doležal, L. Zeman, and J. Doležal:
The effect of yeast culture SC-47 addition on ruminal digestion of dairy cows 68

P. Novak1, S. Kracmar2 and L. Novak:
Body Mass Decrease and Milk Production During the First 100 Days of Lactation Period 73

K. Rutzmoser:
Zur Validierung von Energieaufnahme und Ansatzleistung von Mastbullen aus Fütterungsversuchen 77

W. Preissinger, A. Obermaier, L. Hitzlsperger und R. Maierhofer:
Zum Einsatz von Rapskuchen in der intensiven Bullenmast 84

J. Gundel, A. Hermán, M. Szelényi, T. Ács, A. Boros und Á. Regius:
Mangalitza-Schweine als eine spezielle Qualität von Schweinefleisch 90

J. Gundel, A. Hermán, M. Szelényi, T. Ács, A. Boros und Á. Regius:
Fütterungsmöglichkeiten zum Einfluss einiger Qualitätsmerkmalen im Schweinefleisch 95

K. Schedle und W. Windisch:
Wirksamkeit von organischen Säuren am Beispiel von Ammoniumtetra-formiat in der Schweinemast 100

C. Wald:
Antimikrobielle Eigenschaften von Kaliumdiformiat beim Ferkel 106

J. Seehawer:
Effekt von Benzoesäure auf Ammoniak-Emission und Mastleistung in der Schweinemast 112

J. Vavrečka, P. Mareš, P. Šajdler and P. Doležal:
Influence of high pea level on the piglets efficiency 117

L. Zeman, L. Novák, P. Novák and P. Mareš:
Relation between the nutrients need and the environment in pigs 122

C. Plitzner und R. Leitgeb:
Imageverbesserung der Broilerfütterung durch Nutzung von Grünfutterflächen 129

G. Gaber und R. Leitgeb:
Wachtelmast mit unterschiedlichen Energieniveaus 135

M. Schreiner and S. Meraji:
Effect of different dietary sources of omega-3 fatty acids on the lipid profile of egg yolk from laying hens 141

R.G. Moreira, M. Schreiner, C.C. Parrish, A. Colquhoun and J.E. Bicudo:
Influence of dietary lipids on growth and fatty acid composition of the tropical fish *Piaractus mesopotamicus* 147

D. Matyžiūtė-Jodkonienė and J. Kulpys:
Development of the Quality Control System of Feedstuffs in Lithuania 153

A. Sommer, M. Chrenková, L. Chrastinová, Z. Čerešňáková und P. Petrikovič:
Bewertung des Nährwertes von RR und Bt Mais für die Tierernährung 160

J. Kulpys, Š. Antanaitis, A. Antanaitis und V. Juraitis:
Untersuchungen zur Selenversorgungssituation der Tiere in Litauen 166

K. Balogh, M. Weber, M. Erdélyi and M. Mézes:
Effect of inorganic and organic selenium overdose on glutathione redox system in broiler chicken 171

M. Weber, K. Balogh, M. Erdélyi und M. Mézes:
Die Wirkung des Mykotoxins T-2 Toxin auf die Lipidperoxidation, das Glutathion-Redoxsystem und den Antikörper-Titer der Newcastle-Disease beim Broiler 178

L. Novak:
Perspectives in the evaluation of feeding results of farm animals by the biologic model of growth 183

Einfluss der Fütterung auf die Fleischqualität beim Rind

FRIEDER JÖRG SCHWARZ
WZW, Technische Universität München

Einleitung

Der Erzeugung qualitativ hochwertiger Lebensmittel muss in der landwirtschaftlichen Produktion größte Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dies trifft vorrangig für tierische Produkte zu, da diese Nahrungsmittel den Konsumenten unmittelbar erreichen. Zudem sollte eine marktwirtschaftlich ausgerichtete Produktion die Qualitätswünsche der Käufer gezielt berücksichtigen. Allerdings sind die verschiedenen qualitätsverbessernden Maßnahmen sehr differenziert einzuordnen, da „Qualität" je nach Bewertungsebene – Erzeuger, Verarbeiter oder Verbraucher – unterschiedlich definiert wird. In jüngster Zeit wird jedoch nahezu ausschließlich die Produktsicherheit als Qualitätsmerkmal betont. Ausdruck dieser Entwicklung ist in der Bundesrepublik Deutschland die Einführung des Prüfzeichens Qualität und Sicherheit (QS), das sich für den rindfleisch-erzeugenden Landwirt jedoch vorrangig in der Dokumentation von Betriebsabläufen erschöpft.

Auch wenn die Produktsicherheit eine sehr wichtige vertrauensbildende Maßnahme für den Fleischabsatz ist, identifiziert sich der Verbraucher doch verstärkt mit den ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Lebensmitteln im Sinne einer „gesunden Ernährung". Darüber hinaus verknüpft der Verbraucher aber auch eine gesunde Ernährung mit Genuss und Geschmack, so dass der „Genusswert" als Summe der sensorischen Eigenschaften von Fleisch ein ebenso wichtiges Qualitätsmerkmal darstellt. Letztlich nimmt der Verbraucher auch einzelne Produktionsfaktoren, wie z.B. Haltungsverfahren, Fütterungssysteme u.a. in den Qualitätskatalog mit auf. Der vorliegende Vortrag setzt sich daher mit einigen Fragen der Rindfleischqualität im engeren Sinne auseinander, wobei die Energiezufuhr und Fleischqualität, die Fütterung und Fettzusammensetzung sowie die Fütterung und der Frischezustand von Fleisch herausgegriffen werden.

Neben der Definition des Begriffes „Fleischqualität" sind auch mögliche Messkriterien der Fleischqualität zu hinterfragen. Nach Augustini et al. (1987) sollten zur Qualitätsbestimmung von Rindfleisch zumindest die Farbe von Muskelfleisch und Fett, die Zartheit, der Fettgehalt des Muskelgewebes (IMF), der Wassergehalt und die Wasserbindung sowie der End-pH-Wert bestimmt werden (siehe Tab. 1, CMA-Richtwerte zur Fleischqualität beim Rind). Allerdings geht aus einer neueren Übersichtsarbeit (Tab. 2, Marshall 1999) hervor, dass zwischen den sensorischen Merkmalen Geschmack, Saftigkeit oder Zartheit sowie einigen weiteren Qualitätsmerkmalen teilweise enge genetische Korrelationen bestehen. Dabei kommt der Scherkraft und dem IMF-Gehalt bzw. Merkmalen der Verfettung eine besondere Bedeutung zu.

Energiezufuhr und Rindfleischqualität

Vorrangig moduliert die Höhe der Energiezufuhr die Wachstumsintensität und dabei die anteilige Entwicklung von Muskel-, Fett- und Knochengewebe. Alle Qualitätskriterien, die in einem direkten oder indirekten Zusammenhang mit der Wachstumsintensität, der Fettgewebeausbildung und der Fetteinlagerung stehen, sind daher durch die Höhe der Energiezufuhr veränderbar. Die Energiezufuhr hat

somit von allen Ernährungsparametern den größten Einfluss auf die Rindfleischqualität. Dabei kann die tägliche Energiezufuhr entweder während der Gesamtmast oder während verschiedener Mastabschnitte unter Nutzung des kompensatorischen Wachstums variabel gestaltet werden. In der praktischen Rindermast hängt die Höhe der Energiezufuhr oftmals auch von bestimmten Fütterungssystemen ab, so dass Fütterungssysteme an sich (z.B. Stallfütterung - Maissilage-/Grassilagemast -, Weidegang u.a.) auch als Einflussgrößen auf die Rindfleischqualität genannt werden können. Grundsätzlich bedeutet eine hohe Energiezufuhr verstärktes Wachstum, so dass bei gleichem Mastendgewicht auch signifikante Unterschiede im Schlachtalter auftreten.

Tabelle 1: CMA-Richtwerte für die Fleischqualität* (Augustini, 2000)

pH-Wert$_{36\text{-}48\ h.p.m.}$ Ausage über: Farbe, Aroma, ZartheitHaltbarkeit, Wasserbindung	<= 5,8 (Ausschluss von DCB)
Helligkeit, L* Aussage über: Frische, Alter	>= 34 (hell bis kirschrot)
Fettgehalt (IMF), % Aussage über: Aroma, Zartheit	>= 2,5 (empfohlen)
Scherkraft, kg/cm^2 Aussage über: Zartheit	<= 4,0 (nach 14tägiger Reifung)
Grillverlust, % Aussage über: Saftigkeit	<= 22 %

*) Alle Messungen am Roastbeef (M. long. dorsi)

Tabelle 2: Mittlere genetische Korrelationen (r_g) zwischen sensorischen Messparametern und einigen weiteren Qualitätsmerkmalen (Marshall, 1999)

		(r_g)
Geschmack/ Aroma	Magerfleischanteil	-0,06
	Marmorierung	0,43
	IMF	0,29
	Scherkraft	-0,71
Saftigkeit	Magerfleischanteil	-0,26
	Marmorierung	0,42
	IMF	0,33
	Scherkraft	-0,78
Zartheit	Magerfleischanteil	-0,19
	Marmorierung	0,38
	IMF	0,30
	Scherkraft	-0,86

Fleisch von energetisch restriktiv versorgten Rindern weist gegenüber intensiv gefütterten Tieren in der Regel eine höhere Scherkraft auf, ist dunkler, hat einen deutlich erniedrigten IMF-Gehalt und wird in der Marmorierung und in den sensorischen Parametern subjektiv ungünstiger bewertet. Allerdings steht eine hinsichtlich der Rindfleischqualität optimierte Energiezufuhr in direkter Wechselwirkung zur Rasse, dem Geschlecht (Kategorie), dem Schlachtgewicht bzw. Schlachtalter und dem beprobten Teilstück, so dass eine faktorielle Versuchsausrichtung strikt notwendig ist. In einer neueren Arbeit (Sami et al., 2004a) wurde in einem zweifaktoriellen Versuchsansatz mit Fleckviehbullen durch Modifikation der Höhe der Energiezufuhr und der Dauer der unterschiedlichen Fütterung – was einer Variation des Schlachtalters bzw. Mastendgewichs gleich kommt - versucht, die Qualitätskriterien den beiden Einflussgrössen „Fütterungsintensität und Schlachtalter" (bzw. Mastendgewicht) zuzuordnen (siehe Abb. 1). Während die Fütterungsintensität vorrangig die mit der Verfettung in Beziehung stehenden Parameter tangiert, beeinflusst das Schlachtalter vor allem die Farbintensität des Fleisches und die Muskel- bzw. Muskelfaserausprägung. Interessant ist der Hinweis, dass die Scherkraft von Fleisch mit zunehmendem Alter nicht zwangsläufig ansteigt, sondern sich tendenziell sogar zu einem zarteren Fleisch entwickeln kann (Szücs et al., 2001) bzw. sich ein Schlachtaltersabschnitt mit geringeren Scherkraftwerten in Abhängigkeit von Rasse und Kategorie ergeben kann (Kögel et al., 2002).

Abbildung 1: Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtalter bzw. Mastendgewicht auf Parameter der Schlachtkörper- und Fleischqualität bei Fleckvieh-Jungbullen

Fütterung und Fettsäurezusammensetzung

In der gesundheitsorientierten Humanernährung wird der Anteil tierischer Fette besonders kritisch hinterfragt, wobei das Augenmerk nicht nur auf die Fettmenge, sondern vor allem auch auf das Fettsäuremuster zu richten ist. „Veränderung des Fettsäuremusters für eine gesündere Ernährung" ist daher häufiges Ziel von Fütterungsversuchen (Wood und Enser, 1997). Beim Rind beeinflusst unabhängig von der Fütterung auch die Rasse, das Geschlecht, das Alter und die Art des Fettgewebes die relativen Gehalte an Fettsäuren. Besonders bedeutsam ist dabei jedoch stets, den jeweiligen Fettgehalt im

Muskelgewebe vergleichend mit zu berücksichtigen. So zeigte sich in einer neueren Arbeit (Sami et al., 2004b), in der die Fütterungsintensität und die Zeitdauer dieser Fütterung variiert wurden, eine deutliche Minderung des relativen Anteils an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im IMF von intensiv gefütterten Jungbullen bei höherem Schlachtgewicht gegenüber extensiv gefütterten Tieren. Praxisübliche Fütterungssysteme (z.B. Maissilagefütterung, Grassilagefütterung, Weidegang) beeinflussen ebenfalls signifikant das Fettsäuremuster von Rindfleisch. So ist bei Grassilagefütterung gegenüber Maissilage ein höherer Anteil an PUFA im Gesamtfett vorzufinden (Sami et al. 2004c). Aber vor allem auch bei Weidegang bzw. bei Weidegang mit Stallendmast ist der Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren (PUFA) sowohl im Gesamtfett als auch in den Phospholipiden deutlich höher als bei Maissilagefütterung (siehe Tab. 3). Des weiteren ist noch darauf hinzuweisen, dass das Fettsäuremuster nicht nur in Zusammenhang mit dem Gesundheitswert sondern vor allem auch in Hinblick auf die Sensorik zu diskutieren ist. Nach amerikanischen Untersuchungen (Camfield et al. 1997) werden höhere Anteile mehrfach ungesättigter Fettsäuren eher mit einer negativen Aromabeschreibung von Rindfleisch in Verbindung gebracht. Allerdings sind für weitere Aussagen auch jeweils der Gesamtfettgehalt und vor allem die Geschmacksorientierung mit einzubeziehen (Sami et al. 2004b).

Fütterung und Fleischfarbe

Beim Kauf von Frischfleisch spielt neben den bereits mehrfach diskutierten sensorischen Kriterien auch die Optik von Fleisch – die Fleischfarbe – eine wichtige Rolle. Oxidationsbedingte Veränderungen nach der Schlachtung betreffen jedoch gerade die Fleischfarbe und damit den visuellen Eindruck des Fleisches. Fleisch ist nach der Schlachtung kirschrot und verändert sich nach längerer Sauerstoffeinwirkung nach purpurrot und dunkelrot bis graubraun. Der Wunsch des Verbrauchers ist eine kirschrote, helle Fleischfarbe; eine dunkelrote oder gar ins Braun gehende Farbe wird nicht akzeptiert. Ursache der Veränderung des Farbeindrucks ist die Oxidation von Oximyoglobin zu Metmyoglobin. Darüber hinaus können die Oxidationsvorgänge auch das Fett betreffen, was Ursache für Geruchs- und Geschmacksabweichungen ist. Damit sind auch die Lagerungseigenschaften und die Lagerungsdauer von Fleisch betroffen. Nutritive Maßnahmen, die die Oxidationsstabilität des Muskels bzw. der Zellmembran erhöhen, sind daher bedeutsam. Eine besondere Funktion kommt dabei dem Vitamin E, möglicherweise aber auch weiteren antioxidativ wirksamen Vitaminen, z.B. Vitamin C oder Vitaminvorstufen, z.B. β-Carotin, zu (Schaefer et al. 1995). Allerdings sind messbare Auswirkungen auf die Fleischfarbe bzw. Fettoxidation bei nutritiver Verabreichung von Vitamin E erst bei weit über dem Bedarf liegenden Zulagen feststellbar (Liu et al., 1995). In neueren Arbeiten unter europäischen Mastbedingungen (z.B. Jungbullen, Rasse Fleckvieh, Maissilagefütterung; Schwarz et al., 1998; Kirchheim et al., 2000) konnte durch tägliche Zulagen von 600 mg bis 2000 mg Vitamin E pro Tier über eine Zeitdauer von 60 bis 120 Tagen vor der Schlachtung der Vitamin E-Gehalt im LD oder ST signifikant angehoben werden. Gleichzeitig erhöhte sich die Farbstabilität des Fleisches – gemessen an der Veränderung des Rottons (a*) - deutlich (siehe Tab. 4). Aber auch die Oxidationsstabilität des Fettes, dargestellt mit der Thiobarbitursäurezahl (TBA) im Hackfleisch, verbesserte sich signifikant (siehe Tabelle 5; Schwarz et al., 1998). In neueren Arbeiten (Schwarz et al., 2003) wurde weiterhin überprüft, welche Bedeutung neben Vitamin E auch dem Vitamin C oder β-Carotin zukommt und welche Zusammenhänge sich zur Grundfutterart in einer Ration (z.B. Grassilage oder Maissilage) ergeben. Die Vitaminzulagen erhöhten vor allem bei den maissilagereichen Rationen deren Gehalte im Fleisch (LD und ST), während bei Grassilagefütterung die Kontrollration bereits vergleichbar hohe Werte aufwies. Damit nahm auch der Rotton bei der grassilagereichen Ration gegenüber Maissilagefütterung nach 4-6tägiger Lagerung weniger ab, wobei aber alle Vitaminzulagen unabhängig von der Ration einen leicht stabilisierenden Effekt auf den Rotton hatten.

Tabelle 3: Einfluss des Fütterungssystems auf Fettsäuremuster und α-Tocopherolgehalte im LD bei Fleckvieh-Ochsen (Schwarz et al., 1999)

	Stallmast (Maissilage)	Weide	Weide u. Stall-endmast (Maissilage)
IMF (%)	4,3	1,6	1,6
Fettsäuremuster (% der Gesamtfettsäuren)			
Gesamtfett			
SFA	46	48	43
MUFA	49	42	45
PUFA	4	8	11
Phospholipide			
SFA	33	33	29
MUFA	36	27	32
PUFA	30	39	38
α-Tocopherolgehal (mg/kg)	0,94	3,57	2,59

Tabelle 4: Einfluss von Vitamin E-Zulagen auf die Vitamin E-Gehalte und Farbänderungen (Rotton/a*) im LD (Schwarz et al., 1998)

	Kontrolle	Zulage 1 (600mg Vit. E)	Zulage 2 (2000mg Vit. E)
1. α-Tocopherol im LD (mg/kg)			
Fütterungsdauer			
80 Tage		1,11	1,49
	0,55		
120 Tage		1,31	2,79
2. Veränderungen des Rottons (a*) im LD von Lagerbeginn (Tag0)*[1] bis Lagerende (Tag 9)			
Fütterungsdauer			
80 Tage		-3,1	-4,4
	-4,6		
120 Tage		-1,5	-1,6

[1] mittlerer a-Wert: 21,0

Tabelle 5: Einfluss von Vitamin E-Zulagen über eine variierende Zeitdauer vor der Schlachtung auf die Thiobarbitursäurezahl des LD (Frischfleisch) (Schwarz et al., 1998)

		Kontrolle	Vit. E-Zulage (1000 mg/180 Tage)	Vit. E-Zulage (1000 mg/270 Tage)
Schlachtung		0,07	0,06	0,06
Reifung, Tag	0	0,12	0,07	0,07
	2	0,61	0,12	0,09
	4	1,16	0,15	0,11
	6	1,64	0,16	0,14
	9	1,80	0,20	0,15

Aber auch das Haltungs- und damit verknüpfte Fütterungssystem (z.B. Weide oder Stallhaltung) kann für die Oxidationsstabilität von Fleisch von Bedeutung sein. So ist aus einem vorausgehend dargestellten Versuch (siehe Tabelle 3, Schwarz et al., 1999) ersichtlich, dass bei Weidehaltung von Fleckviehochsen die Tocopherolgehalte im LD um etwa das Dreifache gegenüber der Stallhaltung mit Maissilagefütterung ansteigen. Weitere Untersuchungen mit Färsen zeigen, dass sich bei Weidehaltung gegenüber der Fütterung mit Maissilage in Abhängigkeit des untersuchten Muskels gleichgerichtet positive Effekte auf die Farbstabilität ableiten lassen (Schwarz et al. 2003). Diese Forschungsansätze sind jedoch in weitergehenden Untersuchungen noch zu vertiefen. Allerdings wird in den USA die Vitamin E-Zulage bereits als eine wichtige strategische Maßnahme zur Qualitätssicherung insbesondere beim Thekenverkauf von Frischfleisch – vor allem von Hackfleisch – empfohlen.

Schlussbemerkungen

Die vorgenannten Beispiele belegen eindeutig den engen Zusammenhang zwischen der Fütterung von Mastrindern und der Fleischqualität. Allerdings stellt die richtige Fütterung hinsichtlich einer Optimierung der verschiedenen Qualitätskriterien nach wie vor eine Herausforderung an die Praxis, vor allem aber auch an die Wissenschaft zur Aufdeckung der ursächlichen Zusammenhänge dar. In einem optimierten Produktionssystem sind nicht nur die Futtergrundlage, sondern vor allem die Wechselwirkungen zur Genetik des Tiermaterials, zum Geschlecht, zum Alter bzw. Mastendgewicht, zum Haltungssystem u.a. zu berücksichtigen. Darüberhinaus sind aber auch die Verarbeitung und Vermarktung hinsichtlich Transport, Schlachtung, Kühlung und Reifung sowie auch der Verbraucher mit der Lagerung und Zubereitung von Rindfleisch in die Qualitätsschiene gleichermassen mit einzubinden. Inwieweit jedoch der Verarbeiter bzw. der Handel im Bereich Rindfleisch „Fleischqualität" objektiv honoriert und diese Qualität beim Verbraucher auch nachvollziehbar erkannt wird, erscheint derzeit noch überaus schwierig.

Literatur

AUGUSTINI, C., V. TEMISAN und L. LÜDDEN (1987): Schlachtwert: Grundbegriffe und Erfassung. In: Rindfleisch. Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbacher Reihe Bd. 7, 28-54.

CAMFIELD, P.K., A.H. JR. BROWN, P.K. LEWIS, L.Y. RAKES and Z.B. JOHNSON (1997): Effects of frame size and time-on-feed on carcass characteristics, sensory attributes and fatty acid profiles of steers. J. Anim. Sci. 75, 1837-1844.

KIRCHHEIM, U., F. SCHÖNE, H.-J. LÖHNERT, C. AUGUSTINI und G. JAHREIS (1998): Untersuchungen zur Beeinflussung der Fleisch- und Fettqualität von Mastbullen und Schweinen durch die Fütterung. Züchtungskde. 70, 108-118.

KÖGEL, K., C. AUGUSTINI und A. PETAUTSCHNIG (2002): Einfluß des Schlachtalters auf die Rindfleischqualität. SuB Heft 12, 4-12.

LIU, Q., M.C. LANARI and D.M. SCHAEFER (1995): A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. J. Anim. Sci. 73, 3131-3140.

MARSHALL, D.M. (1999) Genetics of Meat Quality. In: The Genetics of Cattle. Fries, R. and A. Ruvinsky (Hrsg.), CABI Publishing, Wallingford, 605-636.

SAMI, A.S., C. AUGUSTINI and F.J. SCHWARZ (2004a): Effect of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. Meat Sci. 67, 195-201.

SAMI, A.S., C. AUGUSTINI and F.J. SCHWARZ (2004b): Effect of feeding intensity and time on feed on intramuscular fatty acid composition of Simmental bulls. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 88, 179-187.

SAMI, A.S., J. KÖGEL, H. EICHINGER and F.J. SCHWARZ (2004c): Effects of dietary energy source and feeding method on meat quality and intramuscular fatty acid composition of Simmental bulls. In Vorbereitung.

SCHAEFER, D.M., Q. LIU, C. FAUSTMAN and M.-C. YIN (1995): Supranutritional administration of vitamins E and C improves oxidative stability of beef. J. Nutr. 125, 1792S-1798S.

SCHWARZ, F.J., C. AUGUSTINI, M. TIMM, M. KIRCHGESSNER and H. STEINHART (1998): Effect of vitamin E on α-tocopherol concentration in different tissues and oxidative stability of bull beef. Livest. Prod. Sci. 56, 165-171.

SCHWARZ, F.J., M. TIMM, C. AUGUSTINI, K. VOIGT, M. KIRCHGESSNER and H. STEINHART (1999): Effect of finishing system on fatty acid composition and tocopherol content of Simmental steers. In: van Arendonk, J.A.M.: 50th Ann. Meeting EAAP, Book of Abstracts 5, Wageningen Pers, 198.

SCHWARZ, F.J., S. LINDEN, C. AUGUSTINI and H. STEINHART (2003): Effect of diet and added antioxidants on meat quality of beef. In: Honig, van der Y.: 54th Ann. Meeting EAAP, Book of Abstracts, Wageningen Acad. Publ., 130.

SZÜCS, E., B. ENDER, H.-J. PAPSTEIN, G. NÜRNBERG und K. ENDER (2001): Vergleich des Schlacht- und Nährwertes sowie der Fleischbeschaffenheit von Jungbullen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holsteins (Schwarzbunte) im Verlauf des Wachstums. 2. Mitteilung: Nährwert und Fleischbeschaffenheit. Züchtungskde. 73, 45-53.

WOOD, J.D. and M. ENSER (1997): Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. Brit. J. Nutr. 78, Suppl. 1, 549-560.

ZERBY, H.N., K.E. BELK, J.N. SOFOS, L.R. MCDOWELL and G.C. SMITH (1999): Case life of seven retail products from beef cattle supplemented with alpha-tocopheryl acetate. J. Anim. Sci. 77, 2458-2463.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. F.J. Schwarz
Technische Universität München
Department für Tierwissenschaften
Bereich Tierernährung
Hochfeldweg 6, D-85350 Freising-Weihenstephan
e-mail: schwarzf@wzw.tum.de

Anmerkungen zur Milchqualität aus der Sicht der Verarbeitung

HELMUT FOISSY
Universität für Bodenkultur Wien

Allgemeine Anforderungen an die Milchqualität

Seitens der Milchverarbeitung werden an den Rohstoff "Milch" sowohl allgemein gültige als auch spezielle, Endprodukt-abhängige Anforderungen gestellt.

Zu den allgemeinen Anforderungen zählen ein hoher Milchtrockenmassegehalt, ein hygienisch hochwertiger und unverfälschter Zustand und selbstverständlich auch eine einwandfreie Sensorik der Milch.

Innerhalb der Milchtrockenmasse interessieren traditionellerweise vor allem Eiweiß- und Fettgehalt der Milch, die auch schwerpunktmäßig in den Rohmilchpreis einfließen. Nachdem heute Milcheiweiß zu gewinnträchtigeren Produkten umsetzbar ist als Milchfett, hat sich auch die finanzielle Bewertungsrelation im Rohmilchpreis deutlich zugunsten des Milcheiweißgehaltes verschoben (von 2:1 vor etwa 30 Jahren zu 1:2 heute). Hohe Trockenmassegehalte reduzieren naturgemäß die Transport- und Verarbeitungskosten, da die Ausbeute pro Übernahmevolumen steigt. Die hygienische Wertigkeit fokussiert sich - innerhalb der allgemeinen Anforderungen - auf die Gesamtkeimzahl der Milch, wobei ein Wert von unter 50.000/ml heute nicht mehr als unrealistischer Anspruch gilt, und die Zellzahl, die bei Werten um oder unter 100.000/ml einen sehr guten Allgemein- und Haltungszustand beim Einzeltier und bis zu 250.000/ml einen akzeptablen Wert für Bestandsmilch widerspiegelt. Zellzahlen ab etwa 350.000/ml in Herdenmilch beruhen in der Regel auf Leukozyten/Makrophagen und sind somit ein Indikator für Eutergesundheitsprobleme im Milchkuhbestand. Für den Verarbeitungsbetrieb spielt aber auch, im Sinne einer gerechten Bewertung von Lieferantenmilchproben, die Verlässlichkeit der Keim- und Zellzahlbestimmungen eine wichtige Rolle. Vorwiegend werden heute Routineanalysen hiefür auf Flow-Cytometrie-Basis durchgeführt, die mit Bezugsmethoden und Standards geeicht sind. So ist etwa auch das Umrechnen von "Impulsen" auf "Keimzahlen" (richtiger: Kolonie-bildende Einheiten, KbE) nach dem Koch'schen Plattenverfahren zur Routine geworden, obwohl es möglich wäre, auch nur mit Impulsen als Bewertungsmaßstab zu arbeiten. Eine derartige Betrachtungsweise ist aber tatsächlich gewöhnungsbedürftig.

Im Zusammenhang mit der Zellzahlermittlung hat sich durch die Entwicklung von auch für Landwirte verfügbaren Mikrofiltern ein neues Problem ergeben, da damit schon im Rohmilchbereich Leukozyten aus der Milch abgeschieden werden können, und somit - trotz euterkranker Tiere im Stall - eine gesunde Herde vorgetäuscht wird. Da, wie erwähnt, niedrige Zellzahlwerte in das Rohmilchbezahlungsschema eingehen, wäre eine solche Vorgangsweise daher als unzulässige Manipulation einzustufen.

Eine einwandfreie Sensorik der Milch ist für alle Formen der Weiterverarbeitung essenziell. Sollten allfällige Fehlaromakomponenten fettlöslich sein, ist die Gefahr deren Anreicherung in fetthaltigen Produkten nicht zwingend - weil man eventuell technologisch gegensteuern kann - aber doch gegeben. Ursachen für Fehlgeruch und -geschmack sind mikrobielle Umsetzungen (die aber bei geringen

Keimzahlen noch keine Rolle spielen sollten), Fütterungsfehler (sekretorischer und postsekretorischer Art), Fettspaltung (meist bedingt durch die native Milchlipase), Fettoxidation (weil vorwiegend lichtinduziert im Rohmilchbereich eher selten), akute Euterentzündungen (bei kleinen Milchmengen merkbar) und schließlich Fremdstoffrückstände (etwa Desinfektionsmittel, aber auch das ist ein eher seltener Fall in Mischmilch).

Von all den genannten Möglichkeiten zählt die Fettspaltung im Rohmilchbereich zu einem der häufigsten Störfaktoren. Voraussetzung hiefür ist allerdings eine Fettschädigung, d.h. die - jedenfalls teilweise - Zerstörung der Fettkügelchenmembran, die im intakten Zustand ein Charakteristikum nativen Milchfettes repräsentiert. Das dadurch resultierende "ungeschützte" Fett wird in der Folge für die originäre Milchlipase zugängig, und die unmittelbar einsetzende Fetthydrolyse führt zu freien Fettsäuren, wobei insbesondere die kurzkettigen den typisch ranzigen Geschmack verursachen. Neben diesen sensorischen Veränderungen kann sich die Fettspaltung auch durch andere Auswirkungen unangenehm bemerkbar machen, wie etwa durch höhere Fettverluste mit der Magermilch nach Zentrifugalreinigung der Rohmilch oder aber durch Fermentationsbeeinträchtigung infolge der antibakteriellen Wirkung einzelner freier Fettsäuren. Im Rahmen der traditionellen Prüfungen auf Unverfälschtheit der Milch zählen die Freiheit von Wasserzusätzen, die Freiheit von Antibiotikarückständen, die infolge Nichtbeachtung von Wartezeiten bei der Ablieferung von Milch Mastitis -behandelter Kühe nach der letzten Applikation des Medikamentes auftreten können, und schließlich auch die Erfüllung von Bio-Auflagen, sofern sich der Lieferant hierzu verpflichtete.

Spezielle Anforderungen an die Milchqualität

Bezüglich spezieller Anforderungen sollen im Rahmen der vorliegenden Betrachtung 3 Standardmilchprodukte ausgewählt werden: Trinkmilch, Butter und Käse.

Bei **Trinkmilch** betreffen häufig gestellte Zusatzanforderungen vor allem die Aspekte "Frische" und "Spezielle Fütterungsformen".

In Österreich gibt es eine nationale Regelung für "Frische Milch", die innerhalb einer Woche nach Gewinnung als solche bezeichnet werden darf. Wird 1-tägig gesammelt, verbleiben noch 6 Tage als Frische-Deklarationsspanne für Milchbearbeitung und Distribution, bei 2-tägiger Abholung der Rohmilch nur noch 5 Tage. Eine spezielle Trinkmilchsorte ist in Österreich die "Kinderfrischmilch", die 1-tägig eingesammelt wird und zusätzlich den Tag nach der Pasteurisation als "Frischedatum" deklariert erhält. Beim Versand größerer Mengen pasteurisierter Milch gelten pH-Wert, Ammoniakgehalt und Kühltemperatur bei deren Anlieferung als Frischeindikatoren.

Bei Auslobung bestimmter Fütterungskonzepte sind die Begriffe "silofrei", "Heumilch" und "Weidemilch" - gelegentlich auch noch eingeschränkt auf bestimmte geographische Gebiete - sehr beliebt. Der Nachteil schlechter Silage im Sinne der möglichen (meist) postsekretorischen Beeinträchtigung des originären Milcharomas, ist hinlänglich bekannt, der Vorteil von Almmilch ist hingegen schwieriger zu dokumentieren, wenngleich es auch hiefür nicht an Versuchen fehlt. Positive Geschmacksbeeinflussung, mögliche pharmakologische Effekte und die Verschiebung des Fettsäurenspektrums (Fettsäurenverhältnis ω-6/ω-3) in einen günstigeren Bereich, werden diskutiert.

Als gelegentlich gestellte Zusatzanforderung von Seiten der Verarbeitung wäre das Ziel zu nennen, "Nachtmilch" anzubieten, die sich durch einen höheren Gehalt an dem Hormon Melatonin auszeichnet, dem - bei zusätzlicher externer Zufuhr - verschiedene positive Wirkungen beim Menschen zugeschrieben werden. Als noch sehr spekulativ muss wohl der Versuch gewertet werden, eine mit A2 bezeichnete Variante des ß-Caseins als anti-Diabetes-Lebensmittel anzupreisen.

Schwer erfüllbare Wünsche an die Rohmilch im Zusammenhang mit der Herstellung von Trinkmilchsorten sind eine gute Hitzestabilität für die Erzeugung von bei Zimmertemperatur haltbaren Milchsorten (H-Milch, UHT-Milch) und ein geringer Gehalt an Bacillen-Sporen, die bekanntlich die Haltbarkeit kühl gelagerter pasteurisierter Milch stark beeinträchtigen. Insbesondere Bacillus cereus und damit verwandte Arten stehen im Vordergrund der Betrachtung. Da es im Milchgewinnungsbereich offenbar nur schwerlich möglich ist, die Bacillen-Sporenzahl deutlich abzusenken - Bacillen stammen von Erdkontaminationen, Staubkontaminationen sowie Kraftfutterresten und sind wesentlicher Teil der Überlebensflora nach Melkmaschinenheißreinigungen - sind heute technologische Alternativen (Hochpasteurisierung, mechanische Separation) zur Sporenreduktion verbreitet.

Bei **Butter** kommen die an Rohmilch oder Rohrahm über die normalen Qualitätskriterien (hoher Fettgehalt, hohe hygienische Qualität) hinausgehenden Anforderungen in manchen Ländern durch Festlegung von Grenzwerten für freie Fettsäuren - aus den schon erwähnten sensorischen Gründen plus der Tatsache, dass sich fettlösliche Fehlgeschmackskomponenten hier bis zum 20-fachen anreichern können - sowie in der Prämierung höherer Jodzahlen als Indikator für einen höheren Gehalt an ungesättigten Fettsäuren und damit für besser streichfähige Winterbutter, zum Ausdruck. Allerdings, die Prüfung der Butterstreichfähigkeit mit mechanischen Verfahren, z.B. der Schneidedrahtmethode, liefert erfahrungsgemäß praxisrelevantere Ergebnisse.

Ob weiches oder hartes Butterfett bei 15°C vorliegt, entscheiden mehrere Faktoren, die aber alle im Fettsäure- und Triglyceridspektrum des Wiederkäuer-Milchfettes ihre Wurzeln haben. Die kurzkettigen Fettsäuren, die sich günstig auf die Streichfähigkeit, und die gesättigten Fettsäuren, die sich ungünstiger hierauf auswirken, sind im allgemeinen eine relativ konstante Größe. Auch die trans-Fettsäuren haben einen gewissen (negativen) Einfluss auf den Schmelzpunkt der Butter, aber auch sie fallen diesbezüglich mengenmäßig nicht ins Gewicht. In Klimaten mit deutlichen Unterschieden zwischen Winter- und Sommerfütterung bringt demnach der Ölsäuregehalt den entscheidenden Ausschlag. Ist er hoch, dann ist die Butter auch schon bei 15°C akzeptabel streichfähig, ist er niedrig, dann muss mit dem Gegenteil gerechnet werden. Oder anders ausgedrückt, während im Wintermilchfett bei 10°C noch etwa 50% der Triglyceride ungeschmolzen vorliegen, sind es im Sommermilchfett nur mehr etwa 30%. Wird aber im Winter ein Sommerfütterungskonzept simuliert, lässt sich der Ölsäuregehalt auch zu dieser Jahreszeit steigern. Es gibt allerdings auch - in begrenztem Maße - technologische Möglichkeiten (z.B. spezielle physikalische Rahmreifungskonzepte, Sommerfetteinlagerung in gefrosteter Form), um hartes Winterfett etwas streichfähiger zu machen.

Jüngere Zusatzanforderungen oder Wünsche an die Rohmilch für Buttererzeugnisse wurden im Sinne des Erreichens ernährungsphysiologisch noch vorteilhafterer Produkte geäußert, und betrafen höhere Gehalte an ω-3-Fettsäuren und/oder an konjugierten Linolsäuren (engl. CLA), insbesondere aber der Variante c9/t11C18:2 (Rumensäure), und höhere Gehalte an fettlöslichen Begleitstoffen. Über spezielle Fütterungsformen lässt sich hier einiges erreichen, so ist etwa ein Anstieg der c9/t11-CLA bei Alm- und Weidefütterung gut nachweisbar, aber auch der Einfluss der Wiederkäuerspezies wird diesbezüglich deutlich, weil insbesondere Schafe die relativ höchsten CLA-Werte im Milchfett liefern. Aus Sicht des Technologen scheint allerdings die Herstellung von Milchmischfetten mit Pflanzenölen - vor oder nach dem Butterungsprozess zugesetzt - nahe liegender zu sein.

Bei **Käse** sind die traditionell-aktuellen Zusatzanforderungen an Rohmilch ein möglichst hoher Caseingehalt, einwandfreie Labgerinnungseigenschaften und ein geringer Gehalt an Clostridiensporen.

Der hohe Caseingehalt ist naturgemäß eine der Grundvoraussetzungen für gute Käseausbeuten, die einwandfreie Labgerinnung (schnelle Gerinnung, gute Molkenabscheidung, festes Caseinkoagulat) ein weiterer Anforderungsschritt in diese Richtung.

Ausschlaggebend für eine einwandfreie Labgerinnung der Milch ist erneut ein hoher Casein- plus Calciumgehalt, aber auch die Integrität der Caseinmicellen, die durch zu starke Kühlung (ß-Casein löst sich bei 5°C teilweise aus den Micellen und geht dadurch in die Molke über) oder durch vorzeitigen proteolytischen Abbau leiden sowie "gerinnungsfreudige", Rinderrassen-abhängige genetische κ-Caseinvarianten.

Die B-Variante des κ-Caseins verhält sich hier günstiger als die A-Variante, wie ein Vergleich der Gerinnungsgeschwindigkeiten sowie der Festigkeiten der resultierenden Caseinkoagulate von homozygoten κ-Caseinmilchproben der Typen AA und BB erkennen lässt. Die genetische Typisierung erfolgte bisher vor allem durch elektrophoretische Auftrennung der Caseine von Einzelgemelken. Damit wurde bereits vor Jahrzehnten festgestellt, dass Fleckvieh bei κ-Casein nur etwa zu einem Drittel B-Allele aufweist und damit eine Mittelstellung im Vergleich zu anderen Rassen einnimmt, wohingegen Braunvieh mit knapp 70% B-Allelen bei κ-Casein eine Spitzenposition inne hat.

Ein geringer Clostridiengehalt in Rohmilch durch Ausschluss von Gärfutter ("silofrei"), ist eine der traditionellsten Anforderungen an Rohmilch bei deren Verarbeitung zu länger reifenden Käsen, weil damit die gefürchtete Buttersäure-Fehlgärung (Spätblähung durch starke Gärgasbildung) minimiert werden kann. Es gibt allerdings auch hiezu technologische Alternativen wie Keimzentrifugation, Keimfiltration und Sporostatika-Zusatz, deren Zulässigkeit und Sinnhaftigkeit aber vom jeweiligen Käsetyp abhängt.

Zusammenfassung

Die Milchqualität ist aus der Sicht der Verarbeitung zu Trinkmilch, Butter und Käse mit einer Reihe allgemein gültiger aber auch zusätzlicher Prämium- oder Nischenprodukt-orientierter Kriterien charakterisierbar:

Kriterium:	*Korreliert insbesondere mit:*
• Hoher Fett-, Eiweiß- und Trockenmassegehalt	Rasse, Züchtung, Fütterung, Laktationsstadium, Milchleistung
• Niedrige Keimzahl und Zellzahl	Sauberkeit, Tiergesundheit, Haltung, Fütterung
• Unverfälschtheit	Verwässerungsfreiheit, Freiheit von Hemmstoffrückständen
• Frische	Kühlung, niedriger Keimzahl, kurzen/limitierten Milchsammelintervallen
• Sensorische Hochwertigkeit	Futterqualität, Futter- und Milchstapelung, Frische
• Geringer Gehalt an Bacillen-Sporen	Reinigung, Staubminderung,

	geringen Erdkontaminationen im Futter
• Gute Butterstreichfähigkeit (auch bei Wintermilchfett)	Speziellen Fütterungskonzepten
• Erhöhter Gehalt an ernährungs-physiologisch interessanten Fettsäuren (Linolsäure, ω-3-Fettsäuren, CLA)	Speziellen Fütterungskonzepten
• Gute Labgerinnungseigenschaften	Caseingehalt, κ-Caseinvariante
• Geringer Gehalt an Clostridien-Sporen	Silagefütterungsverzicht, geringen Erdkontaminationen im Futter

Anschrift des Autors:

O.Univ.Prof. Dr.h.c. Dr.nat.techn. Dipl.-Ing. Foißy Helmut
Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel-Straße 33, 1180 Wien
e-mail: helmut.foissy@boku.ac.at

Futteraufnahme-Schätzformeln für Milchkühe

L. GRUBER[1], F.J. SCHWARZ[2], D. ERDIN[3], B. FISCHER[4], H. SPIEKERS[5], H. STEINGASS[6], U. MEYER[7], A. CHASSOT[8], T. JILG[9], A. OBERMAIER[10], T. GUGGENBERGER[1]

Einleitung und Fragestellung

Eine möglichst genaue Abschätzung der Futteraufnahme ist Voraussetzung für bedarfsdeckende und realitätsnahe Rationsberechnungen. Die Futteraufnahme hängt von tier- und von futterbedingten Faktoren ab, zusätzlich spielt die Fütterungstechnik eine wesentliche Rolle (Piatkowski et al. 1990). Nach heutigem Kenntnisstand wird die Futteraufnahme über viele, sehr komplizierte und komplexe Vorgänge gesteuert (Forbes 1995). Daher sollten bei der Schätzung der Futteraufnahme die entscheidenden tier- und futterbedingten Parameter beachtet werden. Eine Methode für die Vorhersage der Futteraufnahme besteht in der Ableitung von Regressionsgleichungen über geeignete statistische Modelle. Dafür ist eine repräsentative Datenbasis mit einem ausreichenden Streuungsbereich in den wesentlichen tier- und futterbedingten Kriterien eine entscheidende Voraussetzung.

Für die Vorhersage der Futteraufnahme sind daher sowohl Parameter des Futterwertes der Futtermittel als auch Kriterien des Futteraufnahmevermögens und des Nährstoffbedarfs der Tiere heranzuziehen. Dies ist in vielen Formeln und Modellen zur Vorhersage der Futteraufnahme angewendet worden (Conrad et al. 1964, Brown et al. 1977, Vadivello & Holmes 1979, ARC 1980, Schwarz & Kirchgeßner 1985, DLG 1986, Menke 1987, NRC 1987, INRA 1989, Gruber et al. 1990, Piatkowski et al. 1990, AFRC 1991, Rook et al. 1991, Mertens 1994, Kristensen 1995, Lang 1995, Schwarz et al. 1996, Holter et al. 1997, Roseler et al. 1997, RAP 1999).

Aus diesem Grunde hat sich eine Arbeitsgruppe – bestehend aus 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz – mit dem Ziel gebildet, Futteraufnahmeschätzformeln für Milchkühe zu entwickeln. Die Mitglieder dieser Arbeitsgruppe steuerten umfangreiche Daten aus ihren Fütterungsversuchen bei. Damit ist eine repräsentative Datenbasis gegeben, welche die Produktionsbedingungen dieser Länder abdeckt und somit eine breite Anwendung sowie Akzeptanz der Ergebnisse verspricht.

[1] BAL Gumpenstein, Institut für Viehwirtschaft, A-8952 Irdning, 0043 (0)3682 22451 258, Leonhard.Gruber@bal.bmluwf.gv.at

[2] TUM München, Department für Tierwissenschaften, D-85350 Freising-Weihenstephan, 0049 (0)8161 71 3696, Schwarzf@wzw.tum.de

[3] ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, vormals Gruppe Tierzucht, CH-8092 Zürich, 0041 (0)31 9102 160, Daniel.Erdin@sbv-usp.ch

[4] LVA Iden, D-39606 Iden, 0049 (0)39390 6325, Bernd.Fischer@llg.mlu.lsa-net.de

[5] Landwirtschaftskammern Rheinland – Westfalen-Lippe, D-53115 Bonn, Hubert.Spiekers@lfl.bayern.de

[6] Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung, D-70599 Stuttgart, 0049 (0)711 459 2419, Steingas@uni-hohenheim.de

[7] FAL Braunschweig, Institut für Tierernährung, D-38116 Braunschweig, 0049 (0)531 596 3137, Ulrich.Meyer@fal.de

[8] ALP Liebefeld-Posieux, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft, CH-1725 Posieux, 0041 (0)26 407 7279, Andre.Chassot@rap.admin.ch

[9] LVVG Aulendorf, D-88326 Aulendorf, 0049 (0)7525 942 302, Thomas.Jilg@lvvg.bwl.de

[10] LfL Grub, D-85586 Poing, 0049 (0)89 99141 421, Anton.Obermaier@lfl.bayern.de

Material und Methoden

In die Datenbasis sind die Ergebnisse vieler Fütterungsversuche der vergangenen Jahre von folgenden 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz eingegangen:

BAL Gumpenstein:
Gruber & Steinwender (1986), Gruber et al. (1991a), Gruber et al. (1991b), Gruber et al. (1992), Steinwender et al. (1992), Gruber et al. (1995), Gruber et al. (1997a), Gruber et al. (1997b), Steinwidder et al. (1997), Steinwidder et al. (1998), Gruber et al. (2000), Gruber & Schwaiger (2000), Gruber et al. (2001a), Steinwidder et al. (2001), Gruber et al. (unveröffentlichte Ergebnisse)

TUM Weihenstephan:
Heinzl et al. (1989), Kirchgeßner et al. (1989), Schwarz et al. (1989), Kirchgeßner et al. (1993), Manusch et al. (1993), Schwarz et al. (1993), Häffner et al. (1993), Schwarz et al. (1995a), Schwarz et al. (1995b), Birkenmaier et al. (1996), Preißinger et al. (1997a), Preißinger et al. (1997b), Preißinger et al. (1998), Gierus et al. (2001), Schwarz et al. (2001), Ettle & Schwarz (2002a), Ettle & Schwarz (2002b), Ettle et al. (2002), Schwarz et al. (unveröffentlichte Ergebnisse)

LfL Grub:
Maierhofer et al. (2000), Maierhofer & Obermaier (2002)

Universität Hohenheim:
Kröber et al. (1999), Diplomarbeit Keller (1999), Drochner et al. (2000), Diss. Scheidemann (2001), Steingaß et al. (2002), Steingaß et al. (unveröffentlichte Ergebnisse)
[Herrn Raoul von Schmettow (Versuchstechniker) wird für die Unterstützung bei der Datenaufbereitung herzlich gedankt.]

LVVG Aulendorf:
Jilg (1996a), Jilg (1996b), Jilg (1999a), Jilg (1999b), Jilg (2002)

LWZ Haus Riswick, Kleve:
Spiekers et al. (1998), Heintges et al. (1999), Wirtz et al. (2004)

FAL Braunschweig:
Daenicke et al. (1999), Daenicke (2000), Diss. Kampf (2001), Meyer et al. (2001), Spolders et al. (2003), Diss. Stemme (2002), Meyer et al. (unveröffentlichte Ergebnisse)
[Herr Dr. D. Gädeken hat wesentlich an der Datenaufbereitung der FAL Braunschweig mitgearbeitet.]

LVA Iden:
Fischer et al. (1997), Engelhard et al. (1999), Fischer et al. (1999), Diss. Thaysen (2001)
[Frau Dipl.agr.Ing.(FH) Elke Riemann wird für die Unterstützung bei der Datenaufbereitung herzlich gedankt.]

ALP Liebefeld-Posieux:
Jans & Münger (1995), Münger (1996), Münger & Jans (1997), Münger (1998), Münger (1999), Stoll & Jans (2000), Stoll et al. (2001), Stoll et al. (2002)

ETH Zürich:
Diss. Wüest-Lüchinger (1995), Diss. Rätzer (1998), Diss. Schwager-Suter (1999), Diss. Von Euw (2001), Diss. Reist (2001)

Das gesamte Datenmaterial umfasst 31.865 Datensätze, wobei ein Datensatz den Mittelwert einer Kuh aus 2 Wochen darstellt (in Weihenstephan Mittelwert einer Versuchsperiode von 4 bis 6 Wochen). Diese Daten wurde per Zufallsgenerator zu 80 % für die Schätzung (n = 25.482) und zu 20 % für die Validierung (n = 6.383) verwendet. In vorliegenden Datenmaterial sind die Rassen Fleckvieh, Brown Swiss und Holstein-Friesian mit einer Anzahl von 6.208, 1.649 bzw. 24.008 repräsentiert. In Summe waren in den diversen Versuchen 2.264 verschiedene Kühe vertreten.

Inhaltsstoffe der Futtermittel:

Die wesentlichsten Grobfuttermittel Grassilage und Maissilage kamen in allen Instituten vor. Heu wurde nicht in Riswick und Braunschweig gefüttert, Grünfutter (Gras und Klee) nur in Gumpenstein, Weihenstephan und Zürich. In Weihenstephan und Iden kam auch Getreide-GPS zum Einsatz. Die Kraftfutter wurden nach dem Proteingehalt in Energie-, Leistungs- und Proteinkraftfutter unterteilt (<15 % XP, 15 – 25 % XP, > 25 % XP).

Das Heu war in allen Instituten im Durchschnitt von mittelmäßiger Qualität (30,7 % XF, 5,9 MJ NEL), allerdings mit einer großen Streubreite (16 – 49 % XF). Die durchschnittliche Energiekonzentration der Grassilagen betrug 5,80 MJ NEL, mit niedrigen Werten (5,3 MJ NEL) in Gumpenstein und Hohenheim. Dagegen waren die Grassilagen in den anderen Instituten von hoher Energiekonzentration (≥ 6,0 MJ NEL). Der NEL-Gehalt des Grünfutters betrug im Mittel 6,2 ± 0,3 MJ (5,1 – 7,2 MJ). Der Futterwert der Maissilagen war in Gumpenstein (Maisgrenzlage) signifikant niedriger als in den anderen Instituten. Als Energieträger wurden hauptsächlich die Getreidearten (Weizen, Gerste, Roggen, Mais), Trockenschnitzel und Rüben verwendet. An Proteinträgern kamen vorwiegend Produkte von Soja und Raps zum Einsatz, sowie Nebenprodukte (Biertreber, Mühlennachprodukte) und Harnstoff. Größtenteils kamen (versuchsbedingt) eigene Kraftfuttermischungen zum Einsatz, deren Energiekonzentration durchwegs hoch war (im Mittel 7,8 bis 8,0 MJ NEL).

Beschreibung der Datenbasis:

Tierbedingte Parameter:

Die Laktationszahl reicht von 1 bis 12 (2,7 ± 1,7). In Gumpenstein, Aulendorf und Posieux waren die Tiere deutlich älter. Der Anteil erstlaktierender Kühe beträgt 27,2 %. Alle Laktationsstadien (früh, mittel, spät) sind abgedeckt, wenn auch die Laktationsmitte etwas häufiger vorkommt (36, 41 %, 23 %). Die Lebendmassen erstrecken sich von 398 – 999 kg (634 ± 75).

Die Lebendmassen wurden mit Polynomen höheren Grades nach Laktationsverlauf geglättet, woraus auch die Lebendmasse-Änderungen über die erste Ableitung berechnet wurden. Es gibt auch deutliche Unterschiede im Milchleistungsniveau, was auf Einflüsse von Rasse, Grobfutterqualität, Kraftfutterniveau sowie genetisches Potenzial zurück zuführen ist. Niedrige Milchleistungen (um 20 kg) liegen in Gumpenstein, Aulendorf und Zürich vor, während die Milchleistung in Grub, Riswick, Braunschweig, Iden und Posieux im Durchschnitt über 27 kg beträgt (24,3 ± 8,1 kg ECM). Signifikante Unterschiede zwischen den Instituten traten auch bei den Milchinhaltsstoffen auf.

Futterbedingte Parameter:

Der Kraftfutteranteil bewegt sich von 0 bis 80 % der IT (28 ± 17 %). Die Energiekonzentration im Grobfutter liegt bei 5,9 ± 0,5 MJ NEL (4,1 – 7,4 MJ NEL). Wie sich schon bei den einzelnen Futtermitteln abzeichnet, liegen deutliche Institutsunterschiede vor (5,4, 6,4, 6,4, 5,4, 5,9, 6,3, 6,0, 6,4, 5,9 und 6,0 MJ NEL in BAL, WEI, GRUB, HOH, AUL, RIS, FAL, IDEN, ALP und ETH). Die entsprechenden Unterschiede gehen auch aus dem Gehalt an Rohprotein, Rohfaser und der Verdaulichkeit hervor. Dagegen ist der Energiegehalt des Kraftfutters relativ ähnlich, wenn auch – bedingt durch sehr verschiedene Komponenten und den Einsatz von Futterfett – ebenfalls ein großer Streuungsbereich festzustellen ist (7,9 ± 0,6 MJ NEL; 4,3 – 13,8 MJ NEL).

Die Gesamtration wies einen Streuungsbereich von 4,1 – 7,7 MJ NEL auf (6,4 ± 0,5 MJ NEL). Sowohl die Grobfutterqualität als auch der Kraftfutteranteil führten zu signifikanten Unterschieden zwischen den Instituten (5,8, 6,9, 6,8, 6,2, 6,6, 6,8, 6,8, 7,0, 6,5 und 6,2 MJ NEL in BAL, WEI, GRUB, HOH, AUL, RIS, FAL, IDEN, ALP und ETH). Auch im Gehalt an Rohprotein (149 ± 21 g XP, 76 – 245 g XP) ist das Datenmaterial durch eine große Streuung gekennzeichnet und lagen ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Instituten vor (127, 156, 159, 141, 152, 163, 164, 163, 135 und 148 g XP in BAL, WEI, GRUB, HOH, AUL, RIS, FAL, IDEN, ALP und ETH).

Bedingt durch unterschiedliche Produktionsbedingungen und Fragestellungen in den Versuchen liegt auch ein großes Spektrum sehr verschiedener Rationstypen (Anteile von Heu, Grassilage, Maissilage, Grünfutter, Getreide-GPS etc.) und Fütterungstechnik vor (konventionelle getrennte Fütterung von GF und KF, Grobfutter-Mischung, aufgewertete GF-Mischung bis zu TMR). Im Gegensatz zu einem früheren Auswertungsmodell (Gruber et al. 2001b), wurde der Einfluss der Rationstypen nicht durch Klassenbildung, sondern über kontinuierliche Variable (Regression) berücksichtigt.

Statistische Auswertung:

Die statistische Auswertung wurde mit den Programm SAS (1999) vorgenommen. Unter Verwendung von Procedure GLM bestand das statistische Modell in den fixen Effekten [Land x Rasse] (siehe Ergebnisse), Laktationszahl und Laktationsmonat, dem zufälligen Effekt Tier innerhalb [Land x Rasse] und den Regressionsvariablen Lebendmasse, Milchleistung (Milch, Eiweißmenge), Futterwert des Grobfutters (NEL, dOM, XF) und Kraftfutter (kg bzw. %). Darüber hinaus wurde das Modell optional erweitert, indem Parameter der Grobfutterzusammensetzung (Anteil von Heu, Maissilage und Grünfutter am Grobfutter), das Protein/Energie-Verhältnis des Gesamtration (XP/NEL, XP/dOM, XP/XF) sowie die Lebendmasse-Veränderung berücksichtigt wurden (siehe Formel 1 bis 8, Tab. 1). Die Validierung der Schätzformeln wurde nach der von Bibby & Toutenburg (1977) vorgeschlagenen Methode vorgenommen. Dabei wird die Abweichung zwischen geschätzten und tatsächlichen Werten in Bias, Regression und Zufall aufgeteilt. Die lineare Regression zwischen geschätzter und tatsächlicher Futteraufnahme aus der Validierung wird verwendet, um die aus den Schätzformeln erhaltenen Werte zu korrigieren (siehe Tab. 1).

Ergebnisse und Diskussion

Es wurden insgesamt 8 Formeln abgeleitet. Die Formeln unterscheiden sich in mehreren Aspekten:

- Wahl des Futterwertparameters für das Grobfutter: NEL, dOM bzw. XF in Formel 2, 3 und 4.
- Berücksichtigung der Grobfutterzusammensetzung sowie des Protein/Energie-Verhältnisses: Formel 1 und 5 gegenüber den weiteren Formeln.
- Berücksichtigung des Kraftfuttereinflusses: Kraftfutter-Menge gegenüber Kraftfutter-Anteil in Formel 5 und 6 gegenüber den weiteren Formeln.
- Berücksichtigung der Milchleistung: Milch-Menge gegenüber Eiweiß-Menge in Formel 7 gegenüber den weiteren Formeln.
- Berücksichtigung der Lebendmasse-Veränderung: Formel 8.

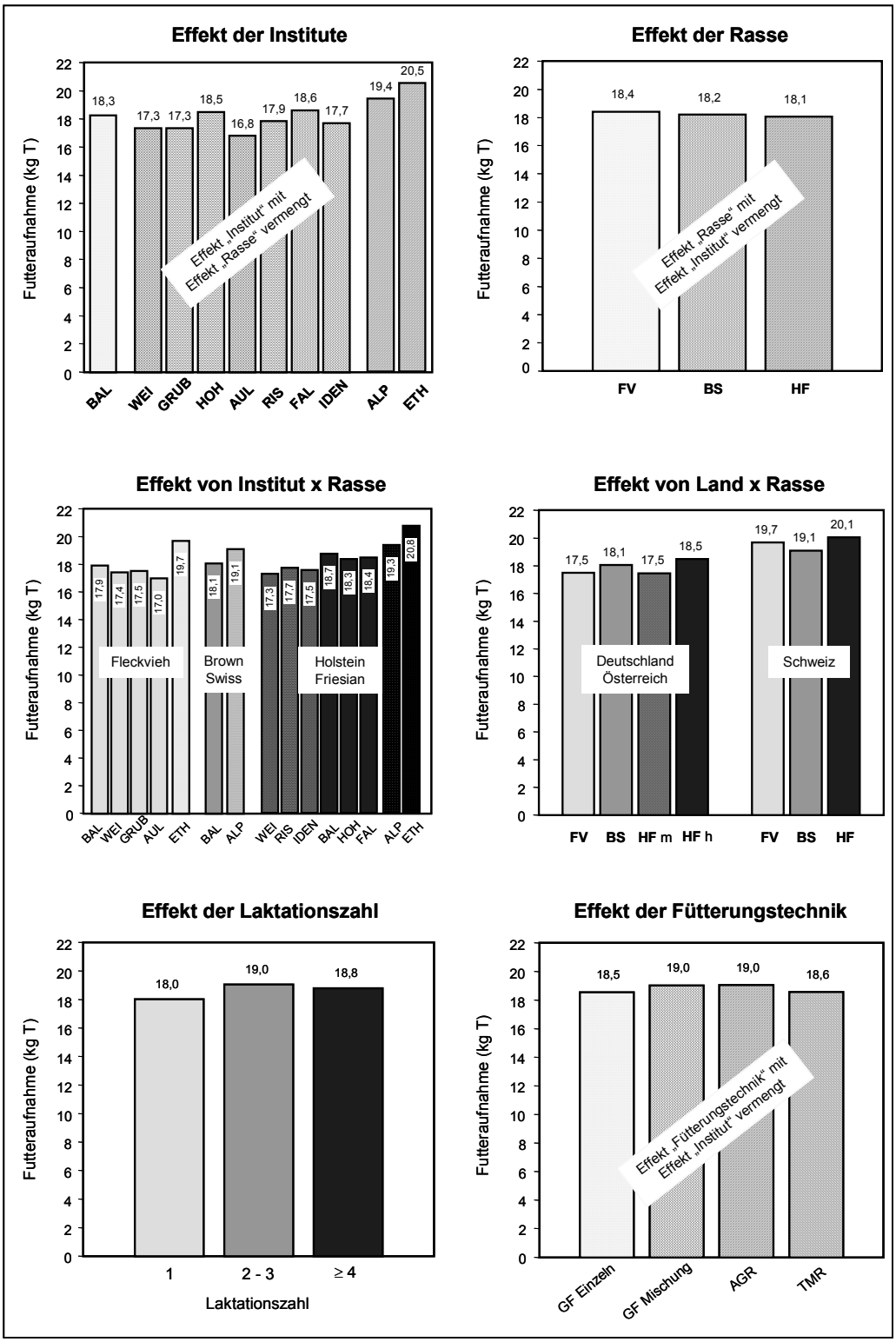
Tabelle 1: Futteraufnahme-Schätzformeln (Gesamtfutteraufnahme, kg TM pro Tag), n = 25.482

Parameter	**Einheit**		**Formel 1**	**Formel 2**	**Formel 3**	**Formel 4**	**Formel 5**	**Formel 6**	**Formel 7**	**Formel 8**
Intercept			3,878	-0,557	-2,248	19,071	2,274	-1,669	1,206	-0,388
Effekt Land x Rasse		FV [D+Ö]	-2,631	-2,570	-2,609	-1,957	-2,169	-2,195	-2,589	-2,585
		BS [D+Ö]	-1,826	-2,006	-2,107	-1,653	-1,391	-1,562	-1,928	-1,992
		HF m [D+Ö]	-2,720	-2,604	-2,653	-1,725	-1,999	-2,052	-2,638	-2,581
		HF h [D+Ö]	-1,667	-1,573	-1,680	-0,998	-0,898	-0,911	-1,425	-1,577
		FV [CH]	-0,275	-0,371	-0,344	0,006	-0,315	-0,338	-0,535	-0,445
		BS [CH]	-0,882	-0,959	-0,959	-1,024	-0,593	-0,692	-0,967	-0,946
		HF [CH]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt der Laktations-zahl	n	1	-0,728	-0,767	-0,798	-0,725	-0,658	-0,701	-0,807	-0,768
		2 - 3	0,218	0,261	0,242	0,230	0,236	0,270	0,225	0,255
		≥ 4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt des Laktationstages	d	a	-4,287	-4,224	-4,214	-3,967	-5,445	-5,408	-4,149	-3,796
		b	4,153	4,088	4,097	3,865	5,298	5,274	4,002	3,694
*Modell: a + b * (1 – exp(-c * Laktag))*		c	0,01486	0,01583	0,01537	0,01303	0,01838	0,01928	0,02094	0,01583
Regressions-koeffizient für Lebendmasse	kg	a	0,0148	0,0142	0,0143	0,0122	0,0173	0,0166	0,0136	0,0152
		b_1	-0,0000474	-0,0000431	-0,0000438	-0,0000401	-0,0000514	-0,0000460	-0,0000531	-0,0000488
Modell: a + b(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	0,0000000904	0,0000000763	0,0000000783	0,0000000847	0,0000000999	0,0000000826	0,0000001104	0,0000000896
Regressions-koeffizient für Milchleistung	kg	a	0,0825	0,0723	0,0759	0,0767	0,2010	0,1895	-	0,0782
		b_1	0,0008098	0,0008151	0,0008148	0,0008002	0,0008080	0,0008201	-	0,0007730
Modell: a + b(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	-0,000000966	-0,000001065	-0,000001107	-0,000000886	-0,000001299	-0,000001385	-	-0,000000892
Regressions-koeffizient für Proteinleistung	kg	a	-	-	-	-	-	-	0,0022	-
		b_1	-	-	-	-	-	-	0,0000334	-
Modell: a + b(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	-	-	-	-	-	-	-0,000000058	-
Regressions-koeffizient für Kraftfutter-Menge	kg TM	a	0,6962	0,6856	0,6755	0,9094	-	-	0,7133	0,6435
		b_1	-0,0023289	-0,0021353	-0,0021406	-0,0027739	-	-	-0,0029795	-0,0018564
Modell: a + b(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	0,0000040634	0,0000038023	0,0000038790	0,0000049938	-	-	0,0000058761	0,0000031528
Regressions-koeffizient für Kraftfutter-Anteil	% IT	a	-	-	-	-	0,0631	0,0613	-	-
		b_1	-	-	-	-	-0,0002096	-0,0001743	-	-
Modell: a + b(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	-	-	-	-	0,0000001213	0,0000000748	-	-
Reg.koeffizient NEL_{GF}	MJ/kg TM	-	0,8580	0,9830	-	-	0,6090	0,6606	0,8046	0,9136
Reg.koeffizient dOM_{GF}	%	-	-	-	0,095663	-	-	-	-	-
Reg.koeffizient XF_{GF}	g/kg TM	-	-	-	-	-0,030218	-	-	-	-
Reg.koeffizient Heu	% GF	-	-	0,01154	0,01176	0,00696	-	0,00848	0,01108	0,01122
Reg.koeff. Maissilage	% GF	-	-	0,00699	0,01018	-0,01403	-	0,00961	0,00603	0,00689
Reg.koeff. Grünfutter	% GF	-	-	0,00558	0,00595	-0,00022	-	0,00324	0,00664	0,00525
Regressionskoeffizient XP/NEL-Verhältnis	g/MJ	XP/NEL	-	0,2053	-	-	-	0,2126	0,1557	0,1717
		XP/NEL²	-	-0,002266	-	-	-	-0,002404	-0,001437	-0,001544
Regressionskoeffizient XP/dOM-Verhältnis	g/%	XP/dOM	-	-	3,5026	-	-	-	-	-
		XP/dOM²	-	-	-0,662689	-	-	-	-	-
Regressionskoeffizient XP/XF-Verhältnis	g/g	XP/XF	-	-	-	-2,9112	-	-	-	-
		XP/XF²	-	-	-	-0,499522	-	-	-	-
Reg.koeffizient Δ LM	kg/Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	0,356
R^2	%	-	86,7	87,0	87,0	87,6	83,5	83,8	87,3	87,3
RSD	kg TM	-	1,32	1,30	1,30	1,27	1,46	1,45	1,28	1,28
CV	%	-	7,1	7,0	7,0	6,9	7,9	7,8	7,0	6,9
Korrekturfaktor		$IT_{korr.} = a + b*IT_{predicted}$	*0,42 +0,932*$IT_{p.}$*	*0,17 +0,942*$IT_{p.}$*	*0,20 +0,938*$IT_{p.}$*	*-0,45 +0,974*$IT_{p.}$*	*1,46 +0,883*$IT_{p.}$*	*1,26 +0,890*$IT_{p.}$*	*-0,13 +0,963*$IT_{p.}$*	*0,45 +0,935*$IT_{p.}$*

Die Komponenten der Gleichungen und Schätzwerte für die diversen Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme sind in Tab. 1 angeführt. *Es ist vorauszuschicken, dass die in den Formeln angeführten Effekte jeweils nur unter Beachtung und Konstanthaltung aller weiteren Parameter zu interpretieren sind (z.B. Laktationseinfluss bei konstanter Milchleistung, gleichem Kraftfutterniveau etc.).*

Erste Auswertungen haben ergeben, dass zwischen den Instituten große Unterschiede in der Gesamtfutteraufnahme bestehen, wenn wesentliche die Futteraufnahme bestimmende Faktoren (Laktationsstadium, Lebendmasse, Milch, Grobfutterqualität, Kraftfutterniveau) im statistischen Modell enthalten sind, d.h konstant gehalten werden (Abb. 1 links oben). Ganz besonders heben sich die

Abbildung 1: Einfluss von Institut, Land, Rasse, Laktationszahl sowie der Fütterungstechnik auf die Futteraufnahme



beiden Schweizer Institute (ALP, ETH) ab, doch auch zwischen den deutschen Instituten zeigen sich Differenzen von nahezu 2 kg TM (z.B. AUL, FAL). Neben tatsächlich möglichen, systematischen Unterschieden ist dafür jedoch eine Vermengung der Effekte „Institut" mit dem Effekt „Rasse" (Abb. 1 rechts oben) und auch dem Effekt „Fütterungssystem" (Abb1. rechts unten) anzuführen. So waren in den Instituten GRUB und AUL nur Fleckvieh und in HOH, RIS, FAL und IDEN nur Holstein vertreten, der Einfluss von „Institut" und „Rasse" somit nicht zu trennen. Ähnliches gilt auch für das Fütterungssystem (GF einzeln, GF in Mischung, AGR, TMR).

Daher wurden in einem ersten Auswertungsschritt alle Kombinationen von [Institut x Rasse] gebildet, da Institute nur verglichen werden können, die gleiche Rassen halten. Abb. 1 (links Mitte) zeigt deutlich, dass bei FLECKVIEH die Institute BAL, WEI, GRUB und AUL innerhalb eines Bereiches von 0,9 kg TM liegen, während ETH eine um mehr als 2 kg TM höhere Futteraufnahme ausweist. Bei BROWN SWISS ist die Datenbasis relativ gering und nur durch die zwei Institute BAL und ALP vertreten, die sich um 1 kg TM unterscheiden. Auch bei HOLSTEIN heben sich die Schweizer Institute deutlich von den übrigen ab, doch die verbleibenden Institute aus Deutschland und Österreich teilen sich in zwei sehr ähnliche Gruppen, nämlich die Institute WEI, RIS und IDEN mit einem Mittelwert von 17,5 kg TM und die Institute BAL, HOH und FAL mit einem Mittelwert von 18,5 kg TM Gesamtfutteraufnahme. Diese Gruppen werden als „HF m" und „HF h" („m" und h" für Managementstufe „mittel" und „hoch").

Als Konsequenz aus dieser Vorauswertung ergibt sich, dass das vorliegende Datenmaterial hinsichtlich des Einflusses der Effekte von Land, Institut und Rasse in 7 Klassen einzuteilen ist, die vom Anwender der Futteraufnahme-Formeln nach folgenden Kriterien auszuwählen sind (Abb. 1, rechts Mitte):

1. Schritt – Zuteilung zu „Rasse": Fleckvieh, Brown Swiss bzw. Holstein Friesian

2. Schritt – Zuteilung zu „Land": Deutschland+Österreich bzw. Schweiz

3. Schritt – Zuteilung zu „Managementstufe": „mittel" bzw. „hoch" (nur bei Holstein)

Die Klassenbezeichnungen sind wie folgt:

FV [D+Ö], BS [D+Ö], HF m [D+Ö], HF h [D+Ö]

FV [CH], BS [CH], HF [CH]

(Diese Unterteilung in Managementstufen ist auch bei den anderen Rassen denkbar bzw. wahrscheinlich, aber im vorliegenden Datenmaterial nicht repräsentiert).

Diese Ergebnisse sind in zweifacher Weise zu interpretieren. Hinsichtlich „RASSE" ist die höhere Futteraufnahme milchbetonter Kühe gegenüber kombinierten in vielen Versuchen bestätigt worden (Zaugg 1976, Oldenbroek 1979, Bieri 1982, Korver 1982, Gruber et al. 1991a). Jedoch sind in vielen dieser Versuche Kraftfutter und Milchleistung auf Grund bedarfsgerechter Kraftfutterzuteilung vermengt und die Futteraufnahme durch unterschiedliche Kraftfutteranteile somit strenggenommen nicht vergleichbar. Auch wenn, wie im vorliegenden Modell, die wesentlichen Parameter wie Milchleistung, Lebendmasse, Grobfutterqualität und Kraftfutterniveau konstant gehalten werden, ergeben sich leicht höhere Futteraufnahmen bei den milchbetonten Kühen. Diese sind die Folge eines etwas höheren Erhaltungsbedarfs auf Grund einer höheren Stoffwechselrate und des hormonellen Status bei höherer Leistung (Fox et al. 1992, Münger 1994). Hinsichtlich „LAND" ergeben sich die Unterschiede aus den doch deutlich divergierenden Fütterungssystemen und Produktionszielen zwischen Deutschland und der Schweiz (Schlagwort „raufutterbetonte Kuh" in der Schweiz. Außerdem wird auf viele Publikationen der ALP und ETH zu diesem Thema verwiesen).

Wie in der Auswertung des Gumpensteiner Zahlenmaterials (Gruber et al. 2001b) und vielen weiteren Vorhersagemodellen (Schwarz & Kirchgeßner 1985, INRA 1989, Kristensen 1995, Schwarz et al. 1996, Roseler et al. 1997, RAP 1999) zeigt sich, dass erstlaktierende Kühe ein geringeres Futteraufnahmevermögen aufweisen als Kühe mit mehreren Laktationen. Dies ist mit dem noch nicht voll abgeschlossenen Wachstum und dem folglich kleineren Verdauungsraum dieser Tiere zu erklären. Allerdings ist

die Futteraufnahme älterer Kühe (≥ 4 Laktationen) wieder etwas geringer, was von Stoffwechselerkrankungen, Klauenproblemen, Mastitis etc. herrühren könnte (Abb. 1, links unten).

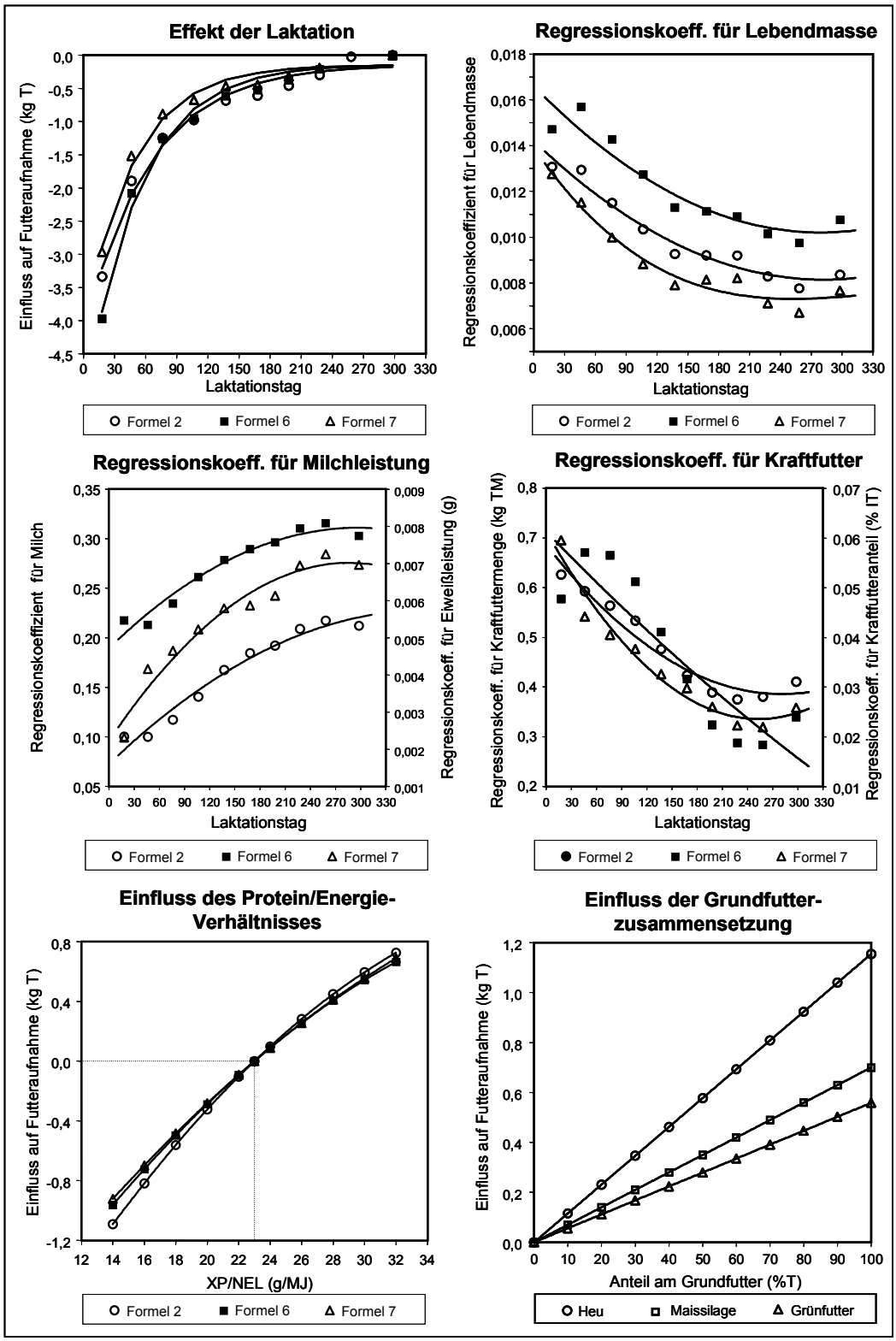
Hochsignifikant und seit langem bekannt ist auch der Einfluss des Laktationsstadiums auf die Futteraufnahme. Das Laktationsstadium wurde als fixer Effekt (10 Stufen) und nicht als Regressionsvariable in das Modell aufgenommen, weil dies die Möglichkeit eröffnet, weitere tier- und futterbedingte Parameter individuell (innerhalb Laktationsmonat) zu berücksichtigen und somit eine Wechselwirkung zwischen Laktationsstadium und diesen Regressionsvariablen zu modellieren. Die Futteraufnahme während der Laktation folgt einem klassischen Verlauf, mit einem steilen Anstieg zu Beginn. Das Maximum wird erst gegen Ende der Laktation erreicht (Abb. 2, links oben). Die tatsächliche Futteraufnahme verringert sich allerdings gegen Laktationsende, da sie von der Milchleistung und Kraftfuttermenge mitbeeinflusst wird, die in Richtung abnehmender Futteraufnahme wirken. Der Verlauf der Futteraufnahme während der Laktation ist häufig mit einer logarithmischen Funktion beschrieben worden (z.B. Brown et al. 1977, Menke 1987, Gruber et al. 1990, Kristensen 1995). Roseler et al. (1997) haben den starken Anstieg der Futteraufnahme zu Laktationsbeginn mit einer sog. lag-Phase dargestellt.

Im Hinblick auf eine leichtere Anwendung der Formel wird der Effekt des Laktationsstadiums nicht über die einzelnen 10 Stufen berücksichtigt, sondern über eine exponentielle Gleichung nach dem Modell von Orskov & McDonald 1979 (abgeleitet aus den Werten für die 10 Laktationsmonate), die in Abb. 2 (links oben) dargestellt und auch in Tab. 1 angeführt ist. Außerdem werden so auch „Sprünge" zwischen den einzelnen Laktationsmonaten vermieden. Sinngemäß gilt dies auch für die Regressionskoeffizienten für Lebendmasse, Milch und Kraftfutter, die über Polynome (2. Grades) aus den entsprechenden Schätzwerten innerhalb Laktation abgeleitet wurden. Die auf diese Weise abgeleiteten Gleichungen weisen sehr hohe R^2-Werte (81 – 99 %) auf. Somit ist diese Vorgangsweise gerechtfertigt und erleichtert außerdem die Anwendung bzw. Programmierung der Futteraufnahme-Formeln erheblich.

Die Regressionskoeffizienten sind in Abb. 2 angeführt. Daraus wird ersichtlich, dass sich diese Koeffizienten während der Laktation in hohem Maße ändern. Außerdem sind deren Werte auch von der Art der Formel, d.h. von den gewählten Parametern abhängig. Als Beispiel werden die Regressionskoeffizienten der Formeln 2, 6 und 7 angeführt, zwischen denen die größten Unterschiede auftraten.

Der Regressionskoeffizient für Lebendmasse beträgt etwa 0,01, d.h. im Durchschnitt steigt die Gesamtfutteraufnahme pro 100 kg LM um 1,0 kg TM an (Abb. 2, rechts oben). Allerdings ist dieser Regressionskoeffizient stark von der Laktation abhängig, d.h. er verringert sich im Verlauf der Laktation signifikant von etwa 0,013 auf 0,008 (Formel 2). Die Formel 6 (Kraftfutteranteil statt Kraftfuttermenge) führt zu einem höheren Regressionskoeffizienten für Lebendmasse, die Formel 7 (Eiweißmenge statt Milchmenge) zu etwas geringeren Regressionskoeffizienten für Lebendmasse. Lindner et al. (1981) und Schwarz & Kirchgeßner (1985) haben außerdem einen Einfluss der Laktationszahl auf den Regressionskoeffizienten für Lebendmasse festgestellt. Als physiologische Erklärung für die unterschiedlichen Regressionskoeffizienten kann angeführt werden, dass höhere Lebendmassen bei jüngeren Tieren wesentlich mehr mit einem größeren Rahmen und damit höherer Futteraufnahmekapazität verbunden sind als bei älteren Kühen, bei denen höhere Lebendmasse häufig mit stärkerer Verfettung einhergeht, welche über die physiologische Regulation die Futteraufnahme reduziert.

Abbildung 2: Einfluss des Laktationsstadiums sowie Regressionskoeffizienten für Lebendmasse, Milch, Kraftfutter, XP/NEL-Verhältnis und Grobfutteranteile



Der Regressionskoeffizient für die Lebendmasse-Veränderung (Formel 8, Tab. 1) beträgt 0,36 (kg TM pro kg Lebendmasse-Veränderung). Die Berücksichtigung der Lebendmasse-Veränderung erhöht die Schätzgenauigkeit der Futteraufnahme-Formel nur unwesentlich (R^2 = 87,0 bzw. 87,3 in Formel 2 und 8). Dies ist auf die bekannten Probleme bei der Feststellung der Lebendmasse zurückzuführen (Füllung des Verdauungstraktes). Weiters ist zu berücksichtigen, dass die Mobilisation und Retention von Körperreserven durch die Veränderung der Lebendmasse nur unzureichend beschrieben werden kann (unterschiedliche Füllung des Verdauungstraktes, Einlagerung von Wasser in Folge Fetteinschmelzung im Zuge der β-Oxidation, Entwicklung von Fötus und Euter; siehe Kirchgeßner 1997, Fox et al. 1999, Martin & Sauvant 2002, Lins et al. 2003). Die Körperkondition zur Beschreibung des Ernährungszustandes (Edmonson et al. 1989) liegt in diesem Datenmaterial nicht vor.

Der mittlere Regressionskoeffizient für die Milchleistung beträgt 0,17, d.h. die Gesamtfutteraufnahme erhöht sich durchschnittlich um 0,17 kg TM pro kg Milch (Formel 2). Wenn an Stelle der Kraftfuttermenge der Anteil des Kraftfutters herangezogen wird (Formel 6), ergeben sich deutlich höhere Regressionskoeffizienten für die Milchleistung (im Mittel 0,27). Die Verwendung der Eiweiß-Menge (Formel 7) anstatt der Milchmenge verbessert die statistischen Parameter der Schätzformel nur unwesentlich (Tab. 1, Abb. 3). Die Berücksichtigung der Lebendmasse-Veränderung (Formel 8) verändert die Regressionskoeffizienten für Milchleistung nicht.

Wie Abb. 2 (links Mitte) zeigt, folgt auch der Regressionskoeffizient für Milchleistung einem von der Laktation abhängigen Verlauf. Der Regressionskoeffizient steigt von Laktationsbeginn bis Laktationsende deutlich von 0,10 auf 0,21 kg TM pro kg Milch an. Diese großen, statistisch gesicherten Unterschiede rechtfertigen nicht die Anwendung eines durchschnittlichen, über alle Laktationsmonate gepoolten Regressionskoeffizienten und erhöhen die Schätzgenauigkeit bei der Anwendung der Formel wesentlich. Auch diese Ergebnisse können physiologisch interpretiert werden. Der Stoffwechsel der Kuh erfährt während der Laktation grundlegende Veränderungen über die hormonelle Steuerung (Flatt & Moe 1971, Swan 1979, Baumann & Currie 1980, Scheunert & Trautmann 1987, Vernon 1988, INRA 1989, Gruber et al. 1995). Zu Laktationsbeginn liegt ein mehr oder weniger großes Energiedefizit vor, in dem die Kuh je nach Leistungspotenzial und Versorgung über das Futter ihre Körperreserven mobilisiert (katabole Stoffwechsellage). Dies wird in einem besonders niedrigen Regressionskoeffizienten für Milchleistung sichtbar. Im weiteren Verlauf der Laktation nimmt die Mobilisation ab und zwischen Futteraufnahme und Leistung besteht ein relatives Gleichgewicht. Aus diesem Grund sind die Regressionskoeffizienten zu Beginn niedriger – zu Laktationsbeginn kommt ein Teil der Energie aus den Körperreserven (und nicht nur aus dem Futter). Die Beziehung von Futteraufnahme und Milchleistung ist also in dieser Phase von Mobilisationsvorgängen überlagert. Dies ist in der Mitte der Laktation nicht (oder weniger ausgeprägt) der Fall. Somit ergeben sich Regressionskoeffizienten, die sich zwischen 0,10 und 0,21 bewegen (also ein Unterschied von 100 %). Allerdings nimmt der Regressionskoeffizient gegen Laktationsende im Gegensatz zur Auswertung des Gumpensteiner Datenmaterials nicht ab (Gruber et al. 2001b). Dafür gibt es zwei Erklärungen: Erstens liegt das Leistungsniveau der Tiere im nun vorliegenden Datenmaterial deutlich höher und die Kühe benötigen für diese Leistung auch entsprechend Nährstoffe. Zweitens waren die Kühe zu Laktationsbeginn nicht im gleichen Ausmaß energetisch unterversorgt wie in den Gumpensteiner Versuchen und mußten folglich zu Laktationsende auch nicht so viele Körperreserven wieder auffüllen.

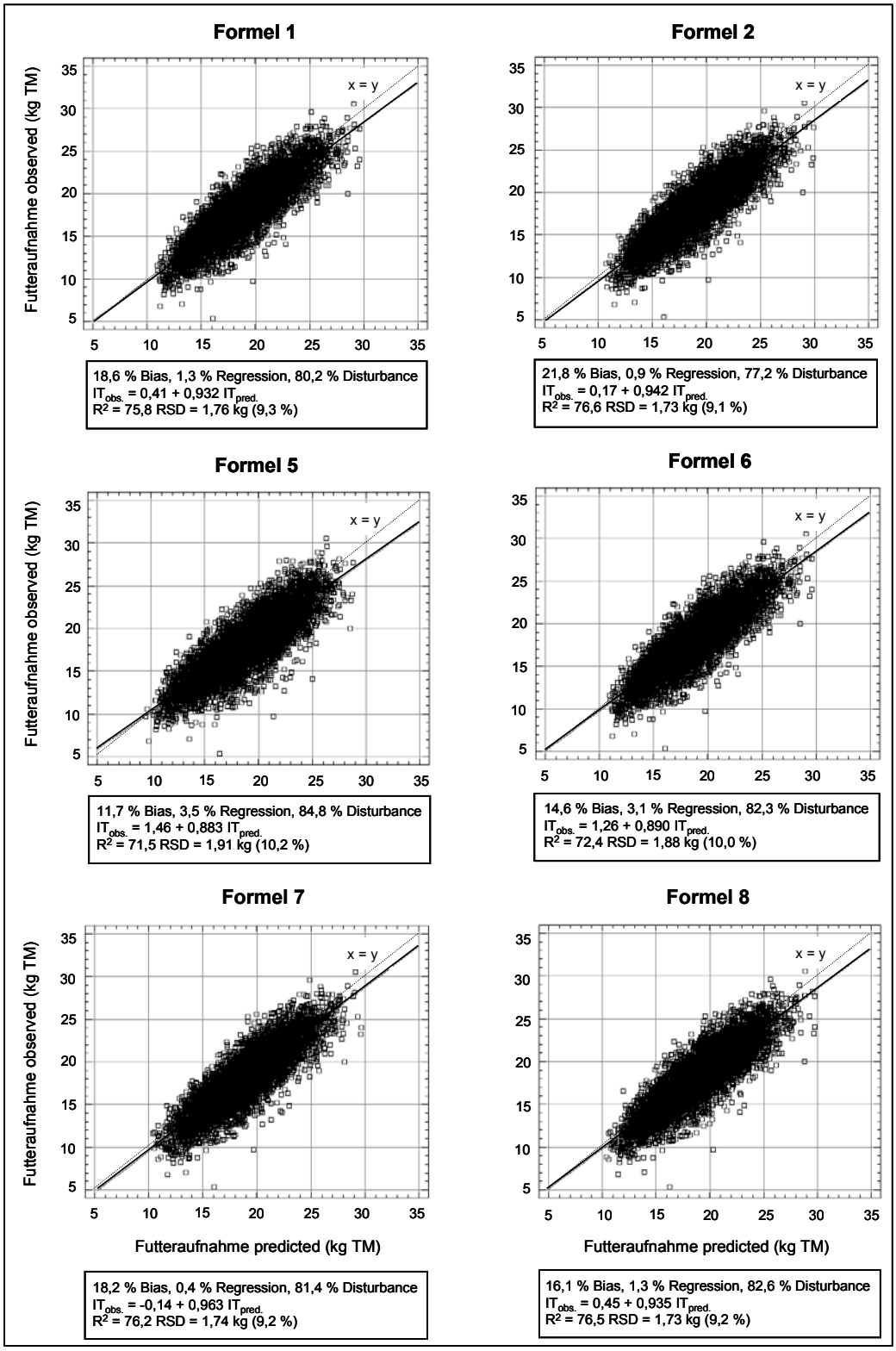
Der Regressionskoeffizient für Kraftfutter beschreibt die Erhöhung der Gesamtfutteraufnahme pro zusätzlichem kg Kraftfutter und somit indirekt auch die Grobfutterverdrängung (Abb. 2, rechts Mitte). Im Durchschnitt erhöht sich die Gesamtfutteraufnahme um 0,47 kg pro kg Kraftfutter (TM), was einer Grobfutterverdrängung von 0,53 entspricht (Formel 1 und 2). Dies ist nahezu identisch mit dem von Gruber et al. (2001b) angegebenen Wert (0,45) aus dem Gumpensteiner Datenmaterial. Auch der Einfluss des Kraftfutters auf die Gesamtfutteraufnahme ist stark laktationsabhängig und nimmt während der Laktation signifikant von 0,64 auf 0,40 ab (Formel 1 und 2). Dies kann ebenfalls aus dem Blickwinkel der physiologischen Regulation der Futteraufnahme erklärt werden. Die Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Energiebilanz ist das übergeordnete Wirkungsprinzip bei der physiologischen

Regulation der Futteraufnahme (Wangsness & Muller 1981). So ist es selbstverständlich, wenn die Kühe zu Laktationsbeginn – also in Situationen eines mehr oder weniger starken Energiedefizits – auf Kraftfutter besonders deutlich mit einer Erhöhung der Futteraufnahme reagieren, da sie einen hohen Bedarf an Energie haben. Da die Energiebilanz während der Laktation – wie oben gezeigt – auf Grund hormoneller Steuerung mehr und mehr positiv wird, reagiert die Kuh auf Kraftfutter zunehmend geringer mit einer Erhöhung der Futteraufnahme, weil dadurch ein zu großer Energieüberschuss entstünde. Der Rückgang der Regressionskoeffizienten für Kraftfutter ist in allen Modellen bzw. Formeln festzustellen (Tab. 1). Das Niveau dieser Regressionskoeffizienten wird allerdings stark vom statistischen Modell, d.h. den ausgewählten Parametern bestimmt. Die Verwendung von Rohfaser zur Beschreibung der Grobfutterqualität führt zu einem hohen Regressionskoeffizienten für Kraftfutter (im Mittel 0,64 in Formel 4) und die Einbeziehung der Milchprotein-Leistung anstelle der Milch-Menge (Formel 7) ergibt einen etwas geringeren Regressionskoeffizienten für Kraftfutter (im Mittel 0,44). Wenn der Kraftfutter-Anteil (anstatt der Kraftfutter-Menge) – gedacht für die Abschätzung der Futteraufnahme bei TMR – zur Beschreibung der Kraftfutterwirkung herangezogen wird, muss mit einer niedrigeren Schätzgenauigkeit gerechnet werden (R^2 = 87.0 bzw. 83.8 % in Formel 2 und 6, Tab. 1). Für EDV-Lösungen (mit Schleifen) wird daher empfohlen, die Formel 1 oder 2 heranzuziehen und intern bei jedem Schritt aus der Kraftfutter-Menge den Kraftfutter-Anteil zu rechnen, um optimale TMR zu rechnen.

Die Grobfutterqualität ist neben dem Kraftfutter der zweite entscheidende nutritive Einflussfaktor auf die Futteraufnahme. Als Parameter zur Beschreibung der Grobfutterqualität wurde vorrangig die Energiekonzentration (MJ NEL/kg TM) gewählt, weil dieser Wert auch für die Energieversorgung verwendet wird und somit Grundlage jeder Rationsberechnung ist (Formel 1 und 2). Daneben werden auch die Verdaulichkeit der OM (dOM, %) und die Rohfaser (XF, g/kg TM) in Formel 3 und 4 angeboten. Damit wäre die vorliegende Arbeit auch bei eventuellen Änderungen des Energiebewertungssystems nutzbar. Die Verdaulichkeit ergibt eine mit dem NEL-Gehalt identische Schätzgenauigkeit der Futteraufnahme-Formel, während der Rohfasergehalt sogar eine etwas höhere Vorhersagegenauigkeit ermöglicht (Tab. 1, Abb. 3). Der Regressionskoeffizient für den NEL-Gehalt hängt stark von den übrigen Parametern des Modells ab. Er beträgt 0,86 in Formel 1 (Steigerung der Futteraufnahme pro MJ NEL des Grobfutters). Bei Hereinnahme der Grobfutterzusammensetzung (Anteil von Heu, Maissilage und Grünfutter) sowie des Energie/Protein-Verhältnisses der Gesamtration errechnet sich ein Regressionskoeffizient für den NEL-Gehalt von 0,98 (Formel 2). Die Verwendung des Kraftfutteranteils führt zu deutlich niedrigeren Regressionskoeffizienten für NEL_{GF} (0,61 bzw. 0,66 in Formel 5 und 6). Auch die Einbeziehung der Lebendmasse-Veränderung vermindert den Regressionskoeffizienten für NEL_{GF} (0,98 bzw. 0,91 in Formel 2 gegenüber Formel 8).

Insgesamt sind die angeführten Regressionskoeffizienten für NEL_{GF} somit deutlich niedriger als der von Gruber et al. (2001b) ermittelte Wert von 1,2 und ändert sich im Gegensatz zu den anderen bisher diskutierten Regressionskoeffizienten nicht im Laufe der Laktation. Eine sehr wahrscheinliche Erklärung für den niedrigeren Regressionskoeffizienten des NEL-Gehaltes liegt im Grad der Energieversorgung der Kühe in den einzelnen Instituten. Auf Grund spezieller Fragestellungen war die Energieversorgung der Kühe in Gumpenstein deutlich negativ (im Mittel -6,4 MJ NEL), während sie in den meisten Instituten deutlich positiv war, also Energieüberschuss vorlag (+7, +6 und +13 MJ NEL in Weihenstephan, Grub und Braunschweig). Aus Sicht der physiologischen Regulation der Futteraufnahme muss die Bedeutung der Energiekonzentration für die Futteraufnahme zurückgehen (Mertens 1994), wenn die Kühe in positiver Energiebilanz sind, weil sie „bestrebt" sind, eine ausgeglichene Energiebilanz zu erreichen (Wangsness & Muller 1981).

Abbildung 3: Validierung der Schätzformeln (n = 6.383)



Von den weiteren nutritiven Einflussfaktoren erwiesen sich der Anteil des Heus, der Maissilage und des Grünfutters (% des Grobfutters, TM) als signifikant. Sie besagen, dass die Gesamtfutteraufnahme pro 10 % Heu etwa um 0,12 kg TM, pro 10 % Maissilage um 0,07 und pro 10 % Grünfutter um 0,06 kg TM (Formel 2) ansteigt (Tab. 1, Abb. 2 rechts unten). Aus dem INRA Fill-unit–System (1989) geht hervor, dass den Futtermitteln ein spezifischer Füllwert (fill value) zukommt, der nicht unbedingt parallel zur Verdaulichkeit bzw. Energiekonzentration verläuft. Nach Mertens (1994) wird die Pansenfüllung der Futtermittel (d.h. die physikalische Regulation der Futteraufnahme) am besten durch den Gehalt an NDF beschrieben.

Auch das Protein/Energie-Verhältnis der Gesamtration (g XP/MJ NEL) übte einen signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme aus. Dies ist mit dem N-Stoffwechsel des Pansens zu erklären. Die Pansenmikroben benötigen für ihr Wachstum Stickstoff-Komponenten (NH_3, teilweise Peptide und Aminosäuren), und zwar im Ausmaß der von den Mikroben produzierten Proteinmenge. Dieser Stickstoff kommt aus dem abgebauten Futterprotein und im Falle von N-Mangel zu einem gewissen Grad aus dem N-Recycling über den rumino-hepatischen Kreislauf (Orskov 1982, Russel et al. 1992, Van Soest 1994, GfE 2001). Eine Unterversorgung an N beschränkt die Pansenfermentation nicht, solange dies durch das N-Recycling über den rumino-hepatischen Kreislauf kompensiert wird. Ab einem Proteingehalt von 6 – 8 % ist der N-Bedarf der Mikroben nicht mehr zu decken und Verdaulichkeit sowie Futteraufnahme werden reduziert (Van Soest 1994). Die untere Grenze für ein optimales Mikrobenwachstum wird durch einen Gehalt von 5 – 10 mg NH_3-N/100 ml Pansensaft beschrieben (Satter & Roffler 1975, Piatkowski et al. 1990). Diese Zusammenhänge werden eindeutig aus der kurvilinearen Beziehung zwischen Proteingehalt und Futteraufnahme in Abb. 2 (unten links) sichtbar. Ausgehend vom mittleren XP/NEL-Verhältnis des vorliegenden Datenmaterials (23 g/MJ) wird die Futteraufnahme deutlich mehr und in zunehmender Form vermindert, wenn der Proteingehalt abnimmt (-1,1 kg TM) als die Futteraufnahme zunimmt, wenn der Proteingehalt erhöht wird (+0,7 kg TM). Dies stimmt gut mit den oben diskutierten theoretischen Grundlagen des N-Stoffwechsels im Pansen überein und wird bestätigt durch zahlreiche Fütterungsversuche in der Literatur, die zeigen, dass die Futteraufnahme in den Proteinmangel-Gruppen häufig erniedrigt ist (Gruber et al. 1991b, Sutton et al. 1996, Aston et al. 1998, Kröber et al. 1999, NRC 2001, Ettle & Schwarz 2002 a und b, Ruiz et al. 2002). Oldham & Smith (1980) kommen in ihrer Literaturübersicht zum Schluss, dass die Protein-Effekte auf die Futteraufnahme sowohl von der Erhöhung der Verdaulichkeit als auch von der metabolischen Wirkung über verbesserte Versorgung mit Aminosäuren herrühren. FAVERDIN et al. (2003) infundierten Sojaprotein in den Pansen oder in den Dünndarm. Die Infusion in den Dünndarm steigerte die Futteraufnahme in deutlich höherem Maße als in den Pansen. Daraus kann eine metabolische Wirkung über die Verbesserung der Pansenfermentation hinaus abgeleitet werden.

Für die Robustheit und allgemeine Anwendbarkeit einer Gleichung ist wesentlich, dass die in die Regression eingehenden Variablen nicht miteinander korrelieren. Dies ist im vorliegenden Datenmaterial in hohem Ausmaß der Fall, wie nachstehende Aufstellung zeigt (Ausnahme: Beziehung Kraftfutter – Milch). Durch diese Unabhängigkeit der Einflussfaktoren untereinander ist gewährleistet, dass bei Variation eines Faktors auch dessen eigentlicher Einfluss erfasst wird und nicht der Effekt eines Parameters, mit dem er korreliert. Somit ist eine entscheidende Vorrausetzung für eine robuste Regressionsanalyse gegeben.

	LM-Veränderung	Milch	GF_{NEL}	KF
Lebendmasse	0,090	0,149	-0,003	0,090
LM-Veränderung	-	-0,269	0,189	0,196
Milch	-	-	0,245	0,735
GF_{NEL}	-	-	-	-0,097

Zusammenfassend ergeben die statistischen Analysen, dass je nach Modell (Formel 1 – 8) tierbedingte Faktoren (Lebendmasse, Lebendmasse-Veränderung, Milch) etwa 51 – 54 % der Streuung erklären und der Rest der Streuung (49 – 46 %) auf futterbedingte Einflussfaktoren (Kraftfutter, NEL-Gehalt des Grobfutters, Grobfutterzusammensetzung, Energie/Protein-Verhältnis) zurückzuführen ist. Durch die Hereinnahme der Lebendmasse-Veränderung erhöht sich der Prozentsatz tierbedingter Faktoren. Von den tierbedingten Faktoren ist die Milchleistung zu 60 – 68 % beteiligt, bei den futterbedingten Einflussfaktoren gehen etwa 65 % vom Kraftfutter aus. Damit ist der Anteil tierbedingter Faktoren etwas höher als in der Auswertung des Gumpensteiner Datenmaterials (Gruber et al. 2001b), was wiederum mit dem Futteraufnahme-Modell (NDF/NEL-System) von Mertens (1994) zu erklären ist. Die vorliegenden, umfangreichen Daten sind im Mittel durch eine ausgeglichene Energiebilanz charakterisiert, während in Gumpenstein eine energetische Unterversorgung von 6,6 MJ NEL vorlag (Tabelle 4 und 5). Je höher die Energieversorgung (relativ zum Bedarf) ist, desto mehr entscheiden physiologische Komponenten (vor allem die Milchleistung) über die Futteraufnahme (physiologische Regulation). Ist dagegen die Energiekonzentration relativ zur Milchleistung zu niedrig, fressen die Tiere das Futter primär in einem Ausmaß, wie es die Pansenfüllung erlaubt (physikalische Regulation). Dies zeigen auch die Regressionskoeffizienten für Milchleistung und NEL-Gehalt des Grobfutters im Verlauf der Laktation.

Validierung

Mit dem den Schätzformeln zu Grunde liegenden statistischen Modell waren etwa 83,5 – 83,8 % (Formel 5 und 6, Kraftfutter-Anteil) bzw. 86,7 – 87,6 % (übrige Formeln, Kraftfutter-Menge) der Varianz der Futteraufnahme zu erklären. Der Restfehler beträgt 1,27 – 1,46 kg TM, was einem Varianzkoeffizienten von 6,9 bis 7,9 % entspricht (Tab. 1). Diese statistischen Parameter zeigen, dass die Art des Futterwertparameters (NEL, dOM, XF), die Art der Milchleistung (Milch, Proteinmenge) sowie die Berücksichtigung der Lebendmasse-Veränderung die Genauigkeit der Futteraufnahme-Schätzformeln kaum beeinflussen. Nur die Verwendung des Kraftfutteranteils anstelle der Kraftfuttermenge führt zu schlechteren Ergebnissen. Damit weisen die vorliegenden Formeln einen höheren Schätzfehler auf als die von Gruber et al. (2001b) aus einem Institut (BAL Gumpenstein) erarbeiteten Gleichungen, obwohl der Effekt des Institutes bzw. des Landes im statistischen Modell enthalten ist. Die Berücksichtigung des Einflusses der Institute war unbedingt erforderlich, um den Effekt der oben diskutierten physiologischen und nutritiven Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme unverfälscht vom jeweiligen Standort zu erhalten.

Die Ergebnisse der Validierung von 6 Schätzgleichungen (Formeln 1, 2, 5, 6, 7, 8) sind in Abb. 3 angeführt. Die statistischen Kennzahlen (R^2, RSD, CV) der Beziehung zwischen geschätzter und tatsächlicher Futteraufnahme zeigen etwas schlechtere Resultate als die der Schätzformeln selbst, folgen jedoch dem gleichen Trend wie die Schätzgleichungen. Der Grund für die schlechtere Beziehung liegt erstens darin, dass der zufällige Effekt des Tieres im Modell enthalten ist und bei der Anwendung der Formeln nicht berücksichtigt werden kann. Zum anderen bedeutet die Zusammenfassung einzelner Institute zu „Ländern" doch eine gewisse Ungenauigkeit. Wie schon bei den Schätzformeln selbst, ergibt die Validierung der Formeln mit der Kraftfuttermenge bessere Resultate als der Formeln mit dem Kraftfutteranteil (R^2 =76,3 bzw. 72,0 %, CV = 9,2 bzw. 10,1 %). Der Restfehler der Beziehung zwischen geschätzter und tatsächlicher Futteraufnahme beträgt 1,73 bis 1,91 kg TM (Variationskoeffizient 9,2 bis 10,2 %).

Die Parameter Kraftfuttermenge bzw. Kraftfutteranteil sind nicht völlig identisch. Die Verwendung von Kraftfutteranteil bedeutet, dass neben dem Kraftfutter zugleich auch das Grobfutter miteinfließt, während die Kraftfuttermenge (abgesehen von der Grobfutterverdrängung) unabhängig von der Grobfutteraufnahme ist. Dies ist auch die Erklärung für den doch teilweise anderen Verlauf der Regressionskoeffizienten und deren absolutes Niveau (siehe Abb. 2). Die Berücksichtigung der Lebendmasse-Veränderung im statistischen Modell brachte praktisch keine Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit. Dies ist einmal mehr die Bestätigung, dass die Lebendmasse-Veränderung kein geeigneter Parameter für die Mobilisation bzw. Retention von Körperreserven ist. Dies umso mehr, als versucht wurde, die Fehler bei der Bestimmung der Lebendmasse durch Glättung über Polynome abzuschwächen.

Die Analyse der Beziehung von geschätzter und tatsächlicher Futteraufnahme und deren Aufteilung in Bias, Regression und Zufall nach Bibby & Toutenburg (1977) zeigt, dass die Streuung zum überwiegenden Teil (im Mittel 79 %; 75 – 85 %) zufallsbedingt ist. Etwa 19 % der Streuung (12 – 24 %) beruhen auf einer systematischen Abweichung und nur ein geringer Teil (im Mittel 1,4 %; 0,2 – 3,5 %) ist auf eine regressionsbedingte Abweichung zurückzuführen. Eine systematische Abweichung bedeutet eine prinzipielle Verschiebung der Schätzwerte von den tatsächlichen Daten über den ganzen Bereich, während eine regressionsbedingte Abweichung auf eine Über- oder Unterschätzung nur in einem Teil des Datenbereichs (oben oder unten) hinweist. Die Formeln unterscheiden sich in den diesbezüglichen Charakteristika nur unwesentlich. Die regressionsbedingte Abweichung ist zu vernachlässigen, auch der systematische Anteil der Streuung ist gering. *Insgesamt führen die Formeln zu einer leichten Überschätzung der Futteraufnahme im oberen Bereich. Dies wird korrigiert über die Beziehung zwischen geschätzter und tatsächlicher Futteraufnahme (Tab. 1, Abb. 3).* Der Restfehler von 6,9 bis 7,9 % (auf Basis der Schätzgleichung) bzw. von 9,1 bis 10,2 % (auf Basis der Validierung) besagt, dass ein gewisser Teil der Futteraufnahme durch nicht im Modell erfasste Faktoren mitbestimmt wird. Allerdings ist auf Grund individueller Unterschiede in jedem Fall mit einer biologisch bedingten „natürlichen" Streuung (im Ausmaß von etwa 10 %) zu rechnen. Auch die Validierung des NEL-Systems (Gegenüberstellung von NEL-Bedarf und NEL-Aufnahme) ergab eine Variation von 14,1 % (nicht dargestellt).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass aus den sehr umfangreichen und heterogenen Daten wesentliche und grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Futteraufnahme herausgearbeitet werden konnten. Rasse und Produktionsgebiet spielen eine Rolle. Als entscheidende Einflussfaktoren haben sich Laktationszahl und vor allem Laktationsstadium erwiesen. Von den tierbedingten Parametern sind weiters noch Lebendmasse und Milchleistung wesentlich bestimmend für die Futteraufnahme. Als grundlegende nutritive Faktoren sind Grobfutterqualität und besonders Kraftfutterniveau zu nennen. Über die Gewichtung der Einflussfaktoren entscheidet die aktuelle Energiebilanz der Kuh. Ist diese positiv, überwiegen eher physiologische Parameter (Milchleistung), während bei energetischer Unterversorgung die Futteraufnahme vorwiegend von der Pansenfüllung bestimmt wird, also eher nutritive Komponenten (Grobfutterqualität, Kraftfutter) die Futteraufnahme determinieren. Da sich die Energiebilanz einer Kuh während der Laktation drastisch von negativ zu positiv entwickelt, verändert sich auch die Bedeutung und Gewichtung der die Futteraufnahme bestimmenden Parameter während der Laktation. Dem wurde Rechnung getragen, indem vom Laktationsstadium abhängige Regressionskoeffizienten geschätzt wurden.

Literatur

Die Literaturangaben zu den für die Datenbasis verwendeten Quellen sowie zur Diskussion finden sich unter:

Gruber, L., F.J. Schwarz, D. Erdin, B. Fischer, H. Spiekers, H. Steingass, U. Meyer, A. Chassot, T. Jilg, A. Obermaier, T. Guggenberger, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Kooperation von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Bericht 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung der BAL Gumpenstein, 27.-28. April 2004, 21-39.

Danksagung:

Es ist dem Erstautor ein Bedürfnis, allen an der Kooperation beteiligten Kollegen und Instituten für die zur Verfügung gestellten Daten und die jederzeit gewährte, freundschaftliche Hilfestellung bei der Datenaufbereitung herzlich zu danken.

Univ.-Prof. Dr. Johann Sölkner und Dr. Roswitha Baumung (Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur) sei für die Unterstützung in statistischen Fragen herzlich gedankt.

Dank geht auch an die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft für die finanzielle Unterstützung des Projektes.

Anschrift des korrespondierenden Autors:

Univ.-Doz. Dr. DI Leonhard Gruber
BAL Gumpenstein
Institut für Viehwirtschaft
8952 Irdning
e-mail: Leonhard.Gruber@bal.bmluwf.gv.at

Einfluss von verschiedenen Maishybriden auf die Mast– und Schlachtleistung von Broilern

K.E. EDER[1)], J. HINTERHOLZER[2)] UND R. LEITGEB [1)]
[1)] Universität für Bodenkultur Wien, [2)] AGES Wien

Einleitung

Mais wird in Österreich seit dem 16. Jh. angebaut. 1946 wurden die ersten amerikanischen Hybridmaissorten in Österreich getestet. In den Jahren von 1967 bis 1969 hatte sich die Körnermaisanbaufläche verdoppelt und bis 1980 vervierfacht. 1980 konnte der Inlandsbedarf an Mais zur Gänze gedeckt werden. 2001 betrug die Anbaufläche 171.420 ha und damit 12 % der Ackerfläche bzw. 2 % der Gesamtfläche Österreichs (Hinterholzer, 1981, 1990, BMLF, 2002).

Von den 2003 in der „Österreichischen beschreibenden Sortenliste" eingetragenen 120 Maishybriden entfallen 107 auf Einfach-, 10 auf Dreiweg- und nur 3 auf Doppelhybride (AGES, 2003).

Mit der Zunahme der Maisanbaufläche in Österreich stieg auch der Anteil an Mais in den Geflügelfuttermischungen. Tabelle 1 zeigt diese Entwicklung anhand von Rationen aus den Jahren 1950 bis 1976.

Tabelle 1: Getreideanteile im Geflügelmastfutter

Merkmal	Futtermischung			
	1950[1]	1965[1]	1974[2]	1976[3]
Gerste bzw. Gerstenprodukte, %	7,10	1,10		
Weizen bzw. Weizenprodukte, %	28,20	13,70	15,00	
Mais bzw. Maisprodukte, %	14,60	31,40	40,00	60,29
Milo, %	3,50	7,30		
Reis, %	4,00			

[1)] Scholtyssek, 1987, [2)] Krax, 1974, [3)] Oberhummer, 1977

Durch die hohen Maisanteile im Geflügelfutter kommt den Inhaltsstoffen und dem Futterwert von Mais eine große Bedeutung zu. Im vorliegenden Hühnermastversuch wurde der Einfluss von 4 Maishybriden (Atalante, Benicia, Kuxxar und Nicco) auf die Mast- und Schlachtleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und organoleptischen Eigenschaften des Brustfleisches untersucht. Alle Maishybriden wurden von einem Versuchsfeld in Diendorf, Gemeinde Obritzberg/Rust bei St. Pölten, geerntet. Die Auswahl der Maishybriden wurde von der AGES Wien vorgenommen, wobei ertragreiche Sorten mit einem hohem Anteil am österreichischen Maisanbau ausgewählt wurden.

Tabelle 2: Charakterisierung der 4 Maishybriden (Quelle: AGES, 2003)

Sorte, Züchterland	Reifezahl	Hybridtyp	Nutzung	Korntyp
Atalante, NL	290	S	KM, SM	HZ
Benicia, USA	300	S	KM, SM	HZ
Kuxxar, USA	350	S	KM, SM	Z
Nicco, D	270	S	KM, SM	Hz

KM = Körner-, SM = Silomais; S = Einfachhybrid, Z = Zahn-, H = Hartmais, ZH,HZ = Mischtyp, z, h = sehr geringe Ausprägung des Zahn- bzw. Hartmaisanteils

Literatur

Von Han et al. (1986) wurde die Wirkung von 4 Maishybriden mit unterschiedlichen Fettgehalten (6,0 / 8,5 /11,3 und 13,0 % Fett) mit einer herkömmlichen Maissorte (4,3 % Fett) hinsichtlich Mast- und Schlachtleistung von Broilern verglichen. Von den Maishybriden mit 8,5, 11,3 und 13,0 % Fett wurde weniger Futter/Tag aufgenommen aber die Futtereffizienz gesteigert, so dass der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs gleich blieb. Von den Maissorten mit 11,3 und 13,0 % Fett wurde auch die LM-Entwicklung verbessert. Blond et al. (1990), Quarantelli et al. (1992) und Bartov und Bar-Zur (1995) stellten bei den Maishybriden mit höheren Protein- und Fettgehalten einen geringeren Futteraufwand/kg LM-Zuwachs und höhere LM-Zunahmen fest. Von Collins et al. (2001) wurden gelbe Zahnmaishybriden mit ähnlicher Nährstoffzusammensetzung aber unterschiedlichen Korneigenschaften in der Hühnermast untersucht. Der Mais von kleinen, harten, fettärmeren Körnern führte zu gleichen Mast- und Schlachtleistungsergebnissen wie der Mais von größeren, weicheren, fettreicheren Körnern.

Dänicke et al. (1996) untersuchten 6 zufällig ausgewählte Maissorten aus dem mitteldeutschen Anbaugebiet hinsichtlich Inhaltsstoffe und Futterwert. Die Untersuchungen wiesen einen im Vergleich zu den Futterwerttabellenwerten höheren Rohfettgehalt auf. Die Aminosäurengehalte zeigten nur geringfügige Unterschiede zwischen den einzelnen Maissorten.

Lettner (1998) wies auf die unterschiedlichen Fettgehalte in den österreichischen Maishybriden hin. Schmidtborn et al. (1981) werteten die Analyseergebnisse von 122 österreichischen Maisproben von 7 verschiedenen Maishybriden aus. Die Analyse zeigt, dass zwischen den einzelnen Sorten mehr oder weniger große Unterschiede im Rohprotein- und Aminosäuregehalt bestehen.

Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall, Äußere Wimitz 3, A-9311 Kraig, durchgeführt. 300 Eintagsküken der Hybridmastlinie Ross 308 wurden auf 16 Boxen aufgeteilt. Die Boxen hatten eine Grundfläche von 3 m^2 und wurden mit einem Gemisch aus gehäckseltem Stroh und entstaubten Hobelspänen eingestreut. Der Versuchsplan ist in Tabelle 3 angeführt.

Tabelle 3: Versuchsplan

	Futtergruppe			
Maishybrid	Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco
Tiere, n	75	75	75	75
Maisanteil im HMF[1)]-I, %	58,07	58,07	58,07	58,07
Maisanteil im HMF[1)]-II, %	62,89	62,89	62,89	62,89
Boxen, n	4	4	4	4
Fütterung	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Mastdauer, d	36	36	36	36

1) Hühnermastfutter

Die Alleinfuttermischungen wurden nach den Nährstoffempfehlungen der GfE (1999) mit einem Standardmais formuliert. Die unterschiedlichen Nährstoffgehalte in den Maishybriden wurden nicht berücksichtigt. Die Futtermischungen wurden am Versuchsort hergestellt. Ins Hühnermastfutter I wurden 58,07 und ins Hühnermastfutter II 62,89 % Mais eingemischt. Vom 1. bis zum 21. Masttag wurde Hühnermastfutter I und vom 22. bis zum 36. Masttag Hühnermastfutter II verfüttert.

Als Mastleistungsmerkmale wurden die LM-Entwicklung und der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs und als Schlachtleistungsmerkmale die Gewichte der „Ohne Darm Ware (OD-Ware) warm und kalt (nach 16 h Lagerung bei 2°C), der grillfertigen Ware (OD-Ware ohne Hals, Kopf und Ständer), der Teilstücke der OD-Ware (Hals&Kopf, Ständer, Brust, Schenkel, Flügel, Restkörper), des Abdominalfettes und der Organe (Herz, Leber, Magen) erfasst. Von 48 Tieren wurde die OD-Ware individuell homogenisiert und auf Rohnährstoffe und Fettsäuren untersucht. Zur Ermittlung der subjektiven Fleischqualität wurden Brustfleischproben von 48 Tieren auf Zartheit, Saftigkeit und Geschmack subjektiv mit Noten von 1 (sehr schlecht) bis 6 (sehr gut) bewertet.

Versuchsergebnisse

Maisanalysen und Mastleistung

Die Nährstoffgehalte der 4 Maishybriden sind in Tabelle 4 aufgelistet. Im Großen und Ganzen unterschieden sich die 4 Maishybriden bei den Nährstoffgehalten nur geringfügig.

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Mastleistung angeführt. Die LM bei Mastende lag bei den Maishybriden Atalante, Benicia und Nicco bei 1920 g und bei Kuxxar um 75 g darunter. Im Futteraufwand/kg LM-Zuwachs war Atalante mit 1,75 kg am günstigsten und Benicia mit 1,86 am schlechtesten. Die Ergebnisse der Mastleistung weisen nicht nur auf eine unterschiedliche Verwertung der Maishybriden durch die Masthühner hin, sondern auch auf unterschiedliche Beliebtheit. Während von Benicia täglich 100 g Alleinfutter/Broiler über die gesamte Mastperiode verzehrt wurden, waren es bei Nicco 96, bei Kuxxar 94 und bei Atalante 93 g.

Tabelle 4: Nährstoffgehalte der Maishybriden

	Maishybrid			
Merkmal	Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco
TM, %	89,1	90,0	88,1	89,4
Rohprotein, %	8,0	8,5	8,4	8,2
Rohfett, %	4,2	3,8	3,5	4,4
Stärke, %	69,9	70,3	69,2	69,3
Zucker, %	1,4	1,8	1,5	1,7
ME, MJ/kg	14,74	14,80	14,46	14,78
Cystin, g/kg	2,0	2,0	2,2	2,3
Lysin, g/kg	2,1	2,4	2,6	2,4
Methionin, g/kg	1,6	1,8	1,5	1,8
Threonin, g/kg	2,6	2,7	2,8	3,1
Tryptophan, g/kg	0,5	0,5	0,4	0,5
Ca, g/kg	0,3	0,2	0,2	0,3
P, g/kg	2,2	2,5	2,4	2,7
Mg, g/kg	0,9	1,0	1,0	1,1
Na, g/kg	0,36	0,23	0,20	0,33
Fe, mg/kg	30	20	19	26
Cu, mg/kg	3	2	1	2
Zn, mg/kg	20	20	17	27
Mn, mg/kg	6	6	5	7

Ergebnisse der Schlachtleistung

Die Ergebnisse der Schlachtleistung sind in Tabelle 6 angeführt. Auf die Ausschlachtungsprozente der OD-Ware kalt und grillfertigen Ware hatten die unterschiedlichen Gewichte der LM nüchtern keinen Einfluss. Eine schlechtere LM-Entwicklung während der Mastzeit führt demnach nicht unbedingt auch zu ungünstigeren Körperproportionen. Die signifikant niedrigsten Ausschlachtungsprozente wurden mit Atalante festgestellt. Die Menge an Abdominalfett wurde durch die Maishybriden nicht beeinflusst.

Teilstücke des Schlachtkörpers

Für die Erfassung der Gewichte der Teilstücke des Schlachtkörpers wurden von jeder Futtergruppe 12 repräsentative Tiere/Futtergruppe in die Teilstücke Kopf & Hals, Ständer, Brust, Schenkel, Flügel, und Restkörper zerteilt. Die Ergebnisse der Schlachtkörperzerteilung sind in Tabelle 7 enthalten.

Bei den Teilstückgewichten der OD-Ware kalt traten zwischen den Futtergruppen keine signifikanten Unterschiede auf. Bemerkenswert ist, dass bei den wertvollen Teilstückengewichten wie Brust und Schenkel die Differenzen geringer waren als bei den weniger wertvollen bzw. Abfallprodukten. Die alleinige Erfassung des Gewichtes des Schlachtkörpers kann demnach zu Fehlschlüssen führen.

Tabelle 5: Mastleistung

Merkmal	Futtergruppe				s_x	P
	Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco		
Boxen, n	4	4	4	4	-	-
Lebendmasse, g						
Versuchsbeginn	44	44	45	44	0,3	0,64
21. Masttag	699	696	671	689	18	0,68
Mastende (36d)	1920	1926	1845	1914	36	0,38
Futteraufwand, kg/kg LM						
1. - 21. Masttag	1,51	1,55	1,60	1,56	0,08	0,89
22. - 36. Masttag	1,88	2,03	1,95	1,93	0,05	0,33
1. - 36. Masttag	1,75	1,86	1,83	1,80	0,06	0,59

Tabelle 6: Schlachtleistung

Merkmal	Futtergruppe				s_x	P
	Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco		
Tiere, n	74	72	74	73	-	-
Lebendmasse nüchtern (LMn), g	1908	1880	1809	1871	28	0,08
OD-Ware kalt in % der LMn	78,3 [a]	79,6 [b]	79,6 [b]	79,5 [b]	0,2	<0,01
Grillfertige Ware in % der LMn	69,5 [a]	70,4 [b]	70,4 [b]	70,2 [b]	0,2	<0,01
Abdominalfett, g	35	33	33	32	1,2	0,20

Tabelle 7: Gewicht der Teilstücke der OD-Ware kalt

Merkmal	Futtergruppe				s_x	P
	Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco		
Tiere, n	12	12	12	12	-	-
OD-Ware kalt, g	1503	1492	1467	1476	17	0,43
Kopf & Hals, g	91	87	89	88	2	0,60
Ständer, g	77	80	79	71	4	0,39
Brust, g	337	335	326	339	9	0,75
Schenkel, g	398	394	394	406	7	0,58
Flügel, g	151	155	150	139	5	0,12
Restkörper, g	448	442	429	425	11	0,46

Chemische Analysen der OD-Ware

Die Ergebnisse der chemischen Analyse der OD-Ware kalt sind in Tabelle 8 angeführt. Die TM-Gehalte wiesen nur geringe Unterschiede zwischen den Futtergruppen auf. Tendenzielle Unterschiede wurden beim Gehalt an Rohprotein und Rohfett festgestellt.

Tabelle 8: Analysenergebnisse der OD-Ware kalt

	Futtergruppe					
Merkmal	Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco	s_x	P
Tiere, n	12	12	12	12	-	-
OD-Ware kalt, g	1475	1492	1445	1503	24	0,34
Trockenmasse, %	34,6	34,3	34,4	34,3	0,3	0,77
Rohprotein, %	18,1	18,4	18,1	17,7	0,2	0,08
Rohfett, %	13,5	13,1	13,5	13,7	0,4	0,74
Rohasche, %	3,1	2,9	3,0	3,0	0,1	0,29

Fettsäurenmuster des Fettes der OD-Ware kalt

Die Ergebnisse der Fettsäurenanalyse sind in Tabelle 9 aufgelistet. Die Differenzen der Fettsäurenanteile zwischen den Futtergruppen sind relativ gering. Eine Ausnahme bildet die Linolsäure. Die Futtergruppe Benicia weist mit 29,5 % einen signifikant höheren Linolsäureanteil im Körperfett auf als alle anderen Futtergruppen. Eine Wertminderung des Schlachtkörpers durch einen Maishybriden geht daraus in keiner Weise hervor. In Summe schwankt der Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren zwischen den Futtergruppen nur gering.

Tabelle 9: Gehalt an Fettsäuren, %

		Futtergruppe					
Merkmal		Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco	s_x	P
Tiere, n		12	12	12	12	-	-
Palmitinsäure	(16:0)	20,4	19,8	20,0	20,1	0,16	0,08
Palmitoleinsäure	(16:1)	4,8	4,5	4,8	4,9	0,13	0,10
Stearinsäure	(18:0)	5,3	5,4	5,3	5,2	0,07	0,42
Ölsäure	(18:1)	35,6	34,7	35,8	35,6	0,36	0,12
Linolsäure	(18:2)	27,8 [b]	29,5 [a]	27,6 [b]	27,8 [b]	0,43	0,02
α- /γ -Linolensäure	(18:3)	3,0	3,1	3,0	3,0	0,04	0,08

Organoleptische Brustfleischbewertung

Für die organoleptische Untersuchung wurden die Brustfleischproben von 4 Testpersonen verkostet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 aufgeführt. Zartheit, Saftigkeit und Geschmack der Futtergruppen wurden annähernd gleich beurteilt. Ein negativer Einfluss der Maishybriden auf die sensorischen Eigenschaften des Hühnerfleisches ist daher sehr unwahrscheinlich.

Tabelle 10: Organoleptische Untersuchung des Brustfleisches

	Futtergruppe					
Merkmal	Atalante	Benicia	Kuxxar	Nicco	s_x	X^2
Tiere, n	12	12	12	12	-	-
Zartheit, Punkte	4,9	4,8	4,7	4,8	0,3	4,37
Saftigkeit, Punkte	4,5	4,4	4,4	4,2	0,3	5,23
Geschmack, Punkte	4,3	4,4	4,1	4,3	0,3	5,74

$X^2 \geq 7{,}8 = P \leq 0{,}05$

Diskussion

Die in vorliegender Untersuchung verwendeten Maishybriden wiesen wie bei Lettner (1998) unterschiedliche Gehalte an Rohfett auf, entsprachen im Rohfettgehalt aber im Gegensatz zu Dänicke et al. (1996) weitestgehend den Gehaltswerten in der DLG-Futterwerttabelle für Schweine, im Stärkegehalt lagen sie allerdings weit darüber. Dies weist auf die von Schmidtborn et al. (1981) nachgewiesene starke Standortabhängigkeit der Inhaltsstoffe bei Maishybriden hin. Eine gewisse Abhängigkeit der Mastleistung von den Inhaltsstoffen im Maiskorn, wie sie von Han et al. (1986) beobachtet wurden, wird auch durch die vorliegende Untersuchung bestätigt. Geringere Rohfett- und Stärkegehalte führten zu schlechteren Mastleistungsergebnissen. Eine Parallelität zwischen Protein- und Rohfettgehalt in den Maishybriden wurde bei den in der vorliegenden Untersuchung eingesetzten Maishybriden nicht festgestellt. Denn Benicia und Kuxxar wiesen die höchsten Rohprotein- aber niedrigsten Rohfettgehalt auf. Aus diesem Grund kann zu den von Blond et al. (1990), Quarantelli et al. (1992) und Bartov und Bar-Zur (1995) ermittelten Ergebnisse kein Leistungsvergleich gezogen werden. Im Gegensatz zu Collins et al. (2001) führte der Zahnmaishybrid in der vorliegenden Untersuchung zu den tendenziell schlechtesten Mastleistungsergebnissen.

Zusammenfassung

Im Geflügelversuchsstall, Äußere Wimitz 3, A–9311 Kraig, wurde ein Hühnermastversuch mit 4 verschiedenen Maishybriden (Atalante, Benicia, Kuxxar und Nicco) durchgeführt. 300 Eintagsküken wurden auf vier Futtergruppen mit vier Wiederholungen aufgeteilt. Die 4 Futtermischungen unterschieden sich nur in den Maishybriden. Im Hühnermastfutter I waren 58,07 und im Hühnermastfutter II 62,89 % Mais enthalten. Die Mastdauer betrug 36 Tage. 48 Tiere (12 je Futtergruppe) wurden in

die Teilstücke Brust, Schenkel, Flügel, Restkörper, Ständer sowie Kopf & Hals zerlegt und Proben vom Brustfleisch organoleptisch beurteilt.

Die Schwankungen bei den Rohnährstoffgehalten in den 4 Maishybriden waren relativ gering. Mit Atalante, Benicia und Nicco wurden annähernd gleiche Mast- und Schlachtleistungsergebnisse erzielt. Lediglich beim Zahnmaishybrid Kuxxar zeigten die Masthühner tendenziell schlechtere Mastleistungsergebnisse. Bei der organoleptischen Bewertung waren zwischen den 4 Maishybriden keine Unterschiede feststellbar.

Summary

In a feeding trial with 300 broilers the impact of diets containing 4 different maize hybrids on growing and slaughtering performance and meat quality was investigated. One day old chicken were divided into 4 feeding groups, 4 pens of replicates each. The feeding groups only distinguished in the applied maize hybrids (Atalante, Benicia, Kuxxar and Nicco). The 4 maize hybrids were applied in starter diets in amounts of 58.07 % and in grower diets in amounts of 62.89 %. All other components of the diets were equal. After 36 days all animals were slaughtered and the individual weights of chilled carcass, eviscerated carcass, roast carcass, gizzard, liver and heart were recorded. 48 carcasses were homogenised and analysed of dry matter, protein, fat, ash and fatty acids. Samples of breast meat of 48 representative carcasses were tested for tenderness, juiciness and taste.

The four maize hybrids were nearly equal in their content of crude protein, fat, dry matter and ash. 3 feeding groups (Atalante, Benicia and Nicco) showed similar results in growing and slaughtering performance. Feeding group with Kuxxar showed slightly lower weight in growing and slaughtering performance. There was no influence of the 4 diets on the organoleptic test of breast meat.

Literatur

AGES (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit), 2003: Auszug aus der beschreibenden Sortenliste 2003. AGES Wien.

Bartov, I. und A. Bar-Zur, 1995: The Nutritional Value of High – Oil Corn for Broiler Chicks. Poultry Science 74, 517 – 522.

Blond, P. L., T. W. Sullivan, J. H. Douglas, L. G. Robeson und J. G. Baier, 1990: Composition and Nutritional Value of an Experimental High – Protein Corn in the Diets of Broilers and Laying Hens. Poultry Science 70, 1578 – 1584.

BMLFUW, 2002:Grüner Bericht des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Wien für das Jahr 2001.

Collins, N. E., E. T. Moran Jr. und H. L. Stilborn, 2001: Influence of yellow dent corn hybrids having different kernel characteristics yet similar nutrient composition on broiler production. Journal of Applied Poultry Research, 10/2001, 228 – 235.

Dänicke, S., H. Jeroch, P. Schönthal und O. Steinhöfel, 1996: Inhaltsstoffe und Futterwert von Körnermais aus dem mitteldeutschen Anbaugebiet für Masthühner. Archiv für Geflügelkunde, 6/1996, 282 – 287.

GfE, 1999: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlag, Eschborner Landstr. 122, D-60489 Frankfurt/Main.

Han, Y., C. M. Parsons und D. E. Alexander, 1986: Nutritive Value of High Oil Corn for Poultry. Poultry Science 66, 103 – 111.

Hinterholzer, J., 1981: Entwicklungstendenzen im österreichischen Maisbau. 100 Jahre Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien. 1881 – 1981. Wien 1981, S.59 – 69.

Hinterholzer, J., 1990: Maize Production in Austria. Proceedings of the XVth Congress of the Maize and Sorghum Section. Baden bei Wien, 4. – 8. Juni 1990, S.6 – 29.

Krax, H., 1974: Geflügelproduktion. Ein Nachschlagewerk für Praxis und Geflügelwirtschaftsberatung. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Lettner, F., 1998: Mais in der Geflügelfütterung. Österreichische Geflügelwirtschaft, 1998/5 – 6, 16–18.

Oberhummer, G. 1977: Broilermast heute und in der Vergangenheit. Österreichische Geflügelwirtschaft, 16(8), 232.

Quarantelli, A., A. Bonomi und P. Superchi, 1992: Valore biologico – nutritivo di una varieta di mais ibrido ad alto contenuto di lipidi: prove su polli in accrescimento. Rivista di Avicoltura, 61, 41 – 43.

Schmidtborn, W., M. Spindler, J. Kochseder und F. Preining, 1981: Aminosäuren in Mais verschiedener Sorten und Standorte in Österreich. Das wirtschaftseigene Futter 27, 137 – 143.

Scholtyssek, S., 1987: Handbuch der Geflügelproduktion. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

Danksagung

Dem BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, wird für die finanzielle Unterstützung gedankt.

Anschrift des korrespondierenden Autors:

Ao. Univ. Prof. Dr. Rudolf Leitgeb
Abt. Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysilogie
Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien
e-mail: rudolf.leitgeb.@boku.ac.at

Seltene Erden – alternativer Leistungsförderer beim Schwein – ein Überblick und erste Ergebnisse eines Gesamtstoffwechsel-versuches

BIRGIT PRAUSE[1 2 3], STEFAN GEBERT[3], CASPAR WENK[3], WALTER A. RAMBECK[2] und MARCEL WANNER[1]

[1] Institut für Tierernährung, Universität Zürich, CH - 8057 Zürich
[2] Institut für Tierernährung, Ludwig- Maximilians-Universität München, Deutschland
[3] Institut für Nutztierwissenschaft, Ernährungsbiologie, ETH-Zürich, CH - 8092 Zürich

Einleitung

In der Schweiz ist der Einsatz antimikrobieller Leistungsförderer seit Anfang 1999 verboten. Auch in der EU wird voraussichtlich ab 2006 kein antibiotischer Zusatzstoff mehr als Mastleistungsförderer zugelassen sein. Deshalb sind in den letzen Jahren eine Vielzahl Futterzusätze in den Vordergrund gerückt, die als Alternativen zur Leistungsverbesserung angeboten und eingesetzt werden. Dabei wird gefordert, dass die eingesetzten Futterzusätze, sowohl für Verbraucher und Tier unbedenklich, als auch ökologisch und ökonomisch vertretbar sind. So sind auch Seltene Erden in den Blickpunkt geraten. Zu den Seltenen Erden oder Lanthanoiden werden 17 Übergangsmetalle aus der dritten Nebengruppe des Periodensystems gezählt. Sie haben untereinander sehr ähnliche chemische und physikalische Eigenschaften. Die vier häufigsten Vertreter sind Lanthan, Cer, Praseodym und Neodym. Trotz des Namens kommen die in mineralischen Komplexen gebundenen Seltenen Erden in der Erdkruste weltweit regelmässig vor. Ein Hauptvorkommen liegt in China, wo sie industriell abgebaut, aufbereitet und seit über vierzig Jahren in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Dort sind zahlreiche Studien über zum Teil beträchtliche Ertrags-, Leistungs- und auch Qualitätssteigerung in den verschiedenen Bereichen der Tier- und Pflanzenproduktion veröffentlicht worden. So wird beispielsweise über eine Steigerung der täglichen Zunahme von bis zu 32 % und einer verbesserten Futterverwertung bis über 11 % bei einem Ferkelmastversuch berichtet (Hu et al., 1999).

Da aber sowohl die Haltungs- und Fütterungsbedingungen, als auch das genetische Potential der Tiere nicht mit den westlichen Bedingungen übereinstimmen müssen, sind diese Ergebnisse nicht zwangsläufig auch auf europäische Verhältnisse übertragbar. Deshalb sind seit einigen Jahren vor allem in Deutschland und der Schweiz Studien durchgeführt worden, die auf eine Wirksamkeit der Seltenen Erden als Leistungsförderer unter europäischen Mastbedingungen schliessen lassen (Tabelle1), (Rambeck und Wehr, 2004).

Über den Wirkmechanismus der Seltenen Erden ist noch wenig bekannt. Die Absorption der Lanthanoide ist gering (Evans, 1990). Das spricht eher für eine lokale Wirkung im Gastrointestinaltrakt. Seltene Erden können das Bakterienwachstum je nach Konzentration hemmen oder stimulieren (Muroma, 1958). In der chinesischen Literatur wird über eine Steigerung der Verdaulichkeit der Nährstoffe durch Seltene Erden berichtet (Li et al., 1992). Westliche Studien konnten dies bisher aber noch nicht bestätigen. Lanthanoide können aber auch selbst in geringen Konzentrationen auf den Intermediärstoffwechsel Einfluss nehmen. Wirkungen auf den Zellstoffwechsel, z. B. in Adipocyten (He et al., 2004) und das Immunsystem sind ebenfalls beschrieben. So können die Seltenen Erden auch Ca^{2+} –Ionen in

vielen Bindungen ersetzen und so möglicherweise Enzyme und Hormone beeinflussen. Lanthanoide sind deshalb auch als mögliche essentielle Spurenelemente im Gespräch. Sie kommen in geringen Konzentrationen in fast allen Pflanzen vor.

Tabelle 1: Leistungsverbesserungen durch Seltene Erden in der Schweinemast (zur jeweiligen Kontrollgruppe)

Tiere	Seltene Erden		Tägliche Zunahme	Futterver-wertung	Autor
	Bindung	Gehalt mg/kg			
Absetzferkel	Chlorid	75	2 %	4-5 %	Rambeck et al. (1999)
		150	0-5 %	3-7 %	
Absetzferkel	Chlorid	150	19 %	12 %	Borger et al. (2003)
Mastschwein			12 %	3 %	
Absetzferkel	Chlorid	300	4-5 %	0 %	Eisele et al. (2003)
Ferkel Feld-Versuch		200	10 %	2 %	
Ferkel Feld-Versuch		200	3 %	9 %	
Absetzferkel	Citrat	50	0 %	2 %	Knebel (2004)
		100	9 %	6 %	
		200	23 %	6 %	

Die orale Toxizität seltener Erden ist gering. Bei einer Zufütterung von Seltenen Erden ist die Konzentration in den tierischen Geweben Muskulatur und Leber niedriger (Borger et al., 2003) als in nativen pflanzlichen Geweben (Krafka, 1999). Das spricht für die Unbedenklichkeit als Zusatzstoff für die Tierernährung.

In der vorliegenden Studie wurden Mastleistungsdaten wachsender Ferkel erhoben, mit Hilfe von Gesamtstoffwechselversuchen eine genaue Energie-, Kohlenstoff- und Stickstoffbilanz erstellt und die Nährstoffverdaulichkeit untersucht. Dabei war das Ziel, einen möglichen Einfluss der mit dem Futter supplementierten Seltenen Erden auf diese Faktoren abzuklären.

Material und Methoden

Insgesamt wurden 40 männliche, kastrierte Masthybriden, mit einem durchschnittlichen Gewicht von 8.6 kg (± 0.8 kg) und einem Alter von 32.5 Tagen (± 5.5 Tagen) in den institutseigenen Stallungen der ETH- Zürich aufgestallt. Dabei wurden alle zwei Wochen vier Tiere paarweise zwei Futtervariantengruppen zugeteilt. Dies erfolgte ausgeglichen nach Alter, Herkunft und Gewicht. Die Ferkel wurden vom ersten bis zum 40. Tag paarweise und vom 40.Tag bis zum Mastende einzeln gehalten. Das jeweils schwerere Tier des gruppengleichen Paares wurde nach 62-63 Tagen, das andere Ferkel nach

69 Tagen Mast, der Schlachtung zugeführt. Das Futter wurde nach einer praxisüblichen Ferkelfutterrezeptur mit den Hauptkomponenten Mais, Gerste, Weizen, Hafer und Sojaschrot und einen Vitamin/ Mineralstoff - Premix gefertigt. Der errechnete Energiegehalt beträgt pro kg Futter 14 MJ VES und der errechnete Proteingehalt 176 g. Es wurde jeweils Celite als Indikator und als Versuchssubstanz Lancer® (Zehentmayer AG, CH - 9305 Berg, vorläufige Zulassung in der Schweiz) oder Natriumcitrat beigemischt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Futtervarianten

Gruppe	Natrium-Citrat (mg/kg)	Lancer® * (mg/kg)
Kontrolle	100	0
Versuchsgruppe 1(VG1)	0	300
Versuchsgruppe 2(VG2)	0	600

***** 100 mg Lancer® entspricht 50 mg Selten- Erde -Citrat

Die Tiere wurden nach einer fünftägigen Eingewöhnungsphase schrittweise rationiert mit dem jeweiligen Versuchsfutter angefüttert. Ab Tag 9 wurde das Futter bis zum Versuchsende ad libitum angeboten. An Tag 26 bis 29 erfolgte die erste Messperiode paarweise in der Respirationskammer. Die Messung wurde dabei nach dem System der offenen indirekten Kalorimetrie durchgeführt und die Klimabedingungen mit ca. 21ºC bei einer Luftfeuchtigkeit von ca. 50 % möglichst konstant gehalten. Während der Respirationsphase wurden die Messungen jeweils nach 22.5 h zur Versorgung der Tiere, Probenentnahme (Futter, Kot und Urin) und Messeichung für 1.5 h unterbrochen und auf jeweils 24 h hochgerechnet. Das schwerere Tier der gleichen Versuchsgruppe wurde am 54. Stalltag, und das leichtere Tier eine Woche später einzeln in Stoffwechselständen in eine 5.44 m³ grosse Respirationskammer verbracht. Diese Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Während der Respiration konnten der Gasaustausch von Sauerstoff, Kohlenstoff und Methan ermittelt werden (Hadorn, 1994). In den gesammelten Proben von Kot, Futter und Urin während dieser Zeiten wurde der Stickstoff-, Kohlenstoff- und Energiegehalt analysiert.

Die folgenden Resultate sind erste Ergebnisse der ersten Respirations- und Stallphase.

Ergebnisse und Diskussion

Die Resultate beziehen sich auf 13 Kontrolltiere in 7 Gruppen und jeweils 12 Tiere in VG1 und VG2. Auf Grund von Durchfallerkrankung während der Respiration, ging eine Gruppe von VG2 für die Bilanzdaten nicht in die Bewertung ein.

Bezüglich der täglichen Zunahme, des Gewichtes und der täglichen Verzehrsmenge gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Futtervarianten. Die Futterverwertung in der Versuchsphase von 40 kg bis zur Schlachtung war, im Vergleich VG1 zur Kontrolle, um ca. 9 % geringer. Dieser Unterschied war signifikant. Die Futterverwertung der VG2 zeigte weder signifikanten Unterschied zur Kontrolle, noch zur VG1 (Tabelle 3).

Die N- und Bruttoenergieaufnahme während der ersten Respirationsphase war nicht signifikant verändert (Tabelle 4). Die Verdaulichkeit der Bruttoenergie und des aufgenommenen Stickstoffes war prozentual jeweils in der Gruppe VG1 am höchsten und in der Kontrolle am niedrigsten. Diese Unterschiede waren aber nicht signifikant.

Die retinierte Energie war bezogen auf die metabolischen Körpermasse pro Tag in VG2 ca. 25 % höher als zur Kontrolle. Trotz der hohen Streuung war dieser Unterschied signifikant.

Tabelle 3: Gewichtsentwicklung, Futterverzehr und Futterverwertung [1)]

		Kontrolle	VG1	VG2	p-Wert
Gewicht (kg)	Tag 9	10.32 ± 0.81	10.28 ± 0.82	10.12 ± 1.00	0.85
	Tag 26	19.07 ± 2.14	18.67 ± 2.70	18.58 ± 3.36	0.90
	Tag 40	29.79 ± 3.65	28.98 ± 3.84	29.29 ± 4.46	0.88
Tägliche Zunahme (kg) [2)]	VP 1	0.515 ± 0.10	0.494 ± 0.13	0.497 ± 0.15	0.89
	VP 2	0.766 ± 0.15	0.736 ± 0.10	0.765 ± 0.11	0.81
	VP 3	0.998 ± 0.08	1.044 ± 0.10	1.004 ± 0.07	0.47
	VP 1-3	0.813 ± 0.07	0.817 ± 0.07	0.794 ± 0.07	0.95
Täglicher Verzehr (kg) [2)]	VP 1	0.77 ± 0.07	0.75 ± 0.10	0.74 ± 0.12	0.89
	VP 2	1.23 ± 0.16	1.15 ± 0.16	1.22 ± 0.11	0.47
	VP 3	1.99 ± 0.23	1.90 ± 0.18	1.96 ± 0.25	0.68
	VP 1-3	1.46 ± 0.12	1.34 ± 0.16	1.40 ± 0.13	0.44
Verwertung (kg/kg) [2)]	VP 1	1.51 ± 0.22	1.53 ± 0.11	1.49 ± 0.08	0.93
	VP 2	1.61 ± 0.08	1.56 ± 0.09	1.60 ± 0.08	0.48
	VP 3	2.00 ± 0.17 a	1.83 ± 0.09 b	1.96 ± 0.30 ab	0.05
	VP 1-3	1.79 ± 0.13 a	1.68 ± 0.16 b	1.77 ± 0.16 ab	0.02

1) Mittelwert und Standardabweichung
2) VP1: nach Adaptation bis zur Respiration 1; VP2: bis zur Einzelstallung; VP3: bis zur Schlachtung

Die retinierte Energie während der ersten Respirationsperiode der VG2 war signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Das war vor allem durch eine höhere Futteraufnahme in dieser Zeit bedingt. Es kann auf eine höhere Zunahme der Ferkel während dieser Tage hinweisen. Die nach Wägung der Tiere vor- und nach der Respiration errechneten Mittelwerte der täglichen Zunahme/kg $LM^{¾}$ bestätigen dies (Kontrolle: 0.073 kg; VG1: 0.079 kg; VG2: 0.090 kg). Die tägliche Zunahme war aber über den gesamten Zeitraum der Studie, bei den mit Seltenen Erden supplementierten Tieren nicht erhöht. Deshalb kann man hieraus nicht unbedingt schliessen, dass Lanthanoide das Wachstum positiv beeinflussen. Das wird aber in anderen Studien belegt (Kessler, 2004). Es gibt hingegen auch Autoren, die keine positive Beeinflussung des Wachstums durch Lanthanoide eruiert haben (Eisele 2003, Halle et al., 2002). Wie schon eingangs erwähnt, könnten Lanthanoide möglicherweise an physiologischen

Stoffwechselprozessen beteiligt sein. So kann die Aktivität von Wachstumshormon oder T3 der Schilddrüse durch die Seltenen Erden beeinflusst werden (He et al., 2003). Auch zahlreiche andere Mechanismen des Zellstoffwechsels könnten je nach Dosis der Lanthanoide stimuliert oder gehemmt werden. Es ist zum jetzigen Zeitpunkt aber noch nicht möglich zu beantworten, warum die Lanthanoide in dieser Studie in Gegensatz zu anderen keine Veränderungen der Wachstumsleistung bewirkten.

Tabelle 4: Energie und N-Bilanzstufen [1)] (1 Messperiode) pro Tag und kg $LM^{3/4}$

Parameter	Kontrolle		VG 1		VG2		p-Wert
Energie (kJ)							
Aufnahme	1921 ± 144	*(100)*	2013 ± 184	*(100)*	2171 ± 200	*(100)*	0.079
Verdaulich	1641 ± 134	*(85)*	1758 ± 163	*(87)*	1871 ± 173	*(86)*	0.066
Retiniert	618 ± 80 a	*(32)*	680 ± 131 ab	*(34)*	786 ± 124 b	*(36)*	0.048
Stickstoff (g)							
Aufnahme	3.29 ± 0.23	*(100)*	3.43 ± 0.32	*(100)*	3.72 ± 0.36	*(100)*	0.075
Verdaulich	2.75 ± 0.18	*(83)*	2.94 ± 0.26	*(86)*	3.13 ± 0.45	*(84)*	0.065
Retiniert	2.36 ± 0.21	*(71)*	2.37 ± 0.24	*(69)*	2.74 ± 0.37	*(73)*	0.058

[1)] Mittelwert und Standardabweichung *(Prozentual zur Aufnahme)*

Die Futterverwertung der VG1 ab dem 40. Tag bis Mastende um 9 % und über die gesamte Mastperiode 7 % niedriger als die Kontrolle. Diese signifikante Veränderung könnte durch eine bessere Verdaulichkeit der Nährstoffe oder/und deren Absorption bedingt sein. Die Verdaulichkeit der Energie und des Stickstoffes während der Respirationsperiode ist tendenziell in beiden Versuchsgruppen höher im Vergleich zur Kontrolle. Die noch bevorstehenden Analysen der zweiten Respirationsphase könnten die bessere Verdaulichkeit eventuell bestätigen. Die Lanthanoide wirken je nach Konzentration hemmend oder stimulierend auf Bakterienwachstum (Muroma, 1958) und könnten so die Mikroflora im Darm positiv beeinflussen. Deshalb könnte durch eine höhere Dosis auch wieder ein gegenteiliger Effekt bewirkt werden. Ebenso ist denkbar, das Seltene Erden die Permeabilität des Dünndarmes für die verschiedenen Nährstoffe beeinflussen und es deshalb zu einer erhöhten Absorption der Stoffe kommen könnte.

Schlussfolgerung

Zahlreiche Studien belegen eine Leistungsverbesserung durch die Zufütterung von Seltenen Erden. Auch in der vorliegenden Studie ist eine signifikant bessere Futterverwertung bei gleicher täglicher Zunahme bei einer Zugabe von 150 mg Selten Erde – Gemisch erzielt worden. Deshalb könnte es als Zusatzstoff für die Ferkelmast eine gute Alternative für antibiotische Leistungsförderer darstellen. Allerdings sollte der Wirkmechanismus noch in weiteren Studien untersucht werden, auch um den Einsatz bezüglich Dosis und Mischung der Lanthanoide optimieren zu können.

Literatur

Borger, C. (2003) Alternative Methoden in der Schweinemast. Untersuchungen zum leistungssteigernden Potential Seltener Erden und zur Jodanreicherung im Gewebe durch die Verfütterung von Meeresalgen. Diss. med.vet., Ludwig-Maximilians-Univ., München

Eisele, N. (2003) Untersuchungen zum Einsatz Seltener Erden als Leistungsförderer beim Schwein. Diss. med.vet., Ludw.-Max.-Univ. München

Evans, C.H. (1990) Biochemistry of the lanthanoides. Plenum Press, New York and London

Hadorn, R. (1994) Einfluss unterschiedlicher Nahrungsfaserträger im Vergleich zu Weizenquellstärke auf die Nährstoff- und Energieverwertung von wachsenden Schweinen und Broilern, Diss. ETH Zürich

Halle, I., Böhme, H., Schnug, E. (2003) Investigations on rare earth elements as growth promoting additives in diets for broilers and growing-finisching pigs. Proceedings 7th Conference of the ESVCN in Hannover, 3-4th October 2004,101

He, M.L., Ranz, D., Rambeck, W.A. (2003) Effect of dietary rare earth elements on growth performance and blood parameters of rats. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (87, 1-7)

He, M.L., Yang, W.Z., Hidari, H., Rambeck W.A. (2004) Effect of rare earth elements on proliferation and fatty acids accumulation in preadipocyte cell lines. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, submitted

Hu, Z. , Wang,J., Yang,Y., MA,Y. (1999) Effect of REE on the nutrients digestibility for growing pigs Feed World++ (1), 29-31

Kessler, J. (2004) Lanthanoide – Wachstumsförderer mit Zukunft. In:Schweinehaltung, 04.255, Sursee/Oberkirch 22.-23.Juni 2004.

Knebel, C. (2004) Untersuchungen zum Einfluss Seltener Erd-Citrate auf Leistungsparameter beim Schwein und die rumeale Fermentation im künstlichen Pansen (Rusitec). Diss. med. vet., Ludwig-Max.-Univ.München

Krafka, B. (1999) Neutronenaktivierungsanalyse an Boden- und Pflanzenproben: Untersuchungen zum Gehalt an Lanthanoiden sowie Vergleich der Multielementanalytik mit aufschlussabhängigen Analyenmethoden, Diss. rer. Natnat., TU München

Li, D., She, W., Gong, L., Yang, S. (1992) Effects of rare earth elements on the growth and nitrogen balance of growing pigs. Feed BoLan 4, 3-4

Muroma, A. (1958) Studies on the bacterial action of salts of certain rare earth metals. Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae 36, 1-54

Rambeck, W. A., Wehr, U., Rare earth elements as alternative growth promoters in pig production. Submitted 2004.

Rambeck, W.A., He, M.L., Chang, J., Arnold, R., Henkelmann, R., Süss, A. (1999) Possible role of rare earth elements as growth promoters In:Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier, 7. Symposium, 22.-23.9.1999, Jena/Thüringen, 311-317.

Anschrift der korrespondierenden Autorin:

Dr. Birgit Prause
Institut für Tierernährung
ETH-Zürich
Winterthurerstr. 260, CH-8057 Zürich
Email: birgit.prause@inw.agrl.ethz.ch

New trends in the use of feed enzymes (Neue Trends bei Futterenzymen)

JIRI BROZ
DSM Nutritional Products, Basel, Switzerland

Introduction

Enzymes have been established as a new category of feed additives within the European Union about ten years ago. At present two main groups of enzymes are used extensively in compound feeds for monogastric animals, namely non-starch polysaccharides degrading enzymes and microbial phytases. More than 60 enzyme preparations are currently approved in the EU for use as feed additives. Recent progress in this area provides an excellent example how some applied research findings may be successfully implemented in practice. Under the new EU regulation on feed additives (No. 1831/2003), feed enzymes will be included into the category 'Zootechnical additives', functional group 'Digestibility enhancers'. As this regulation also established a new classification of additives, based mainly on their functionality, other claims should be possible after its implementation (e.g. microbial phytase can be registered either as an additive enhancing the digestibility of plant phosphorus, or as an additive reducing environmental pollution by non-utilized P).

Current status regarding the use of feed enzymes will be summarized briefly in this contribution. However, its main objective is to indicate and discuss new trends and additional opportunities for their practical use, both in monogastric farm animals (poultry, swine), but also in cattle.

Feed enzymes in poultry and swine diets

Non-starch polysaccharides degrading enzymes

The use of these enzymes to enhance the feeding value of cereal-based diets is well established mainly in Europe, but also in Canada, Australia and other countries. In poultry nutrition, it is now fully accepted that the nutritive value of cereals such as barley, triticale, rye and wheat is adversely affected by the presence of specific non-starch polysaccharides (NSP), namely mixed linked β-D-glucans and arabinoxylans, in their endosperm cell walls. An important characteristic of these NSP is their partial solubility in water, resulting in the formation of viscous gel solutions. These cause a dramatic increase in the viscosity of intestinal digesta, particularly in young poultry, which may impair the action of digestive enzymes, decrease the rate of passage and interfere with the absorption of nutrients. As a consequence, digestibility of nutrients and utilization of dietary energy may be markedly reduced. These anti-nutritive effects of NSP in poultry are well described in the literature. In contrast, they are less pronounced in swine, mainly due to much stronger activity of the gut microflora, which is able to

produce some relevant enzymes responsible for partial degradation of NSP and their subsequent utilization as energy sources. Nevertheless, higher proportions of arabinoxylans in wheat-based swine diets seem to reduce animal performance, particularly in early weaned piglets. More information about the levels of NSP present in cereals, but also in some selected legume grains is presented in Table 1.

Table 1: Mean concentration of NSP in cereals and some legume grains (g/kg DM, adapted from Bach Knudsen, 1997)

Ingredient	Soluble NCP*	Insoluble NCP*	Cellulose	Total NSP
Wheat	25	74	20	119
Barley (hulled)	56	88	43	186
Rye	42	94	16	152
Oats (hulled)	40	110	82	232
Maize (corn)	9	66	22	97
Soybean meal	63	92	62	217
Rapeseed meal	55	123	52	230
Peas	52	76	53	181
White lupins	134	139	131	404
Sunflower cake	57	136	123	316

* Non-cellulosic polysaccharides

In order to enhance the nutritive value of various low-energy cereals, specific enzyme products were developed, which are able to degrade the relevant NSP. It has been also confirmed that endo-1,3(4)-β-glucanase (EC/IUB 3.2.1.6) and/or endo-1,4-β-xylanase (EC/IUB 3.2.1.8) are the crucial enzymes responsible for beneficial effects. At present, more than 55 products from this category are approved for use in poultry and partly also for swine in the EU. They can be divided into four groups as follows:

- Enzyme complexes derived from single strains (e.g. *Trichoderma longibrachiatum, T. viride, Aspegillus niger, Humicola insolens* etc.).
- Enzyme mixtures based on two or more fermentation products.
- Mono-component enzymes derived from genetically modified strains.
- Combinations of an enzyme complex and mono-component enzyme (GMO-derived).

As already mentioned, the use of NSP degrading enzymes is well implemented in practical feeding. Beneficial effects on performance and also the mechanisms of action are adequately described in various review papers (Bedford, 2000; Broz, 1997; Broz and Beardsworth, 2002; Choct, 1996, 2004).

Grain legumes are usually used in monogastric diets as important protein sources. However, when some grain legumes such as lupines are included in poultry diets as the sole protein source, bird performance suffers due to high levels of NSP and the oligosaccharides present (Choct, 2004). Legume NSP are much more complex in structure than those present in cereals and therefore the use of 'classical' NSP degrading enzyme products is resulting only in limited and inconsistent responses. According to Choct (2004), legumes contain a mixture of colloidal polysaccharides called pectic substances (galactouronans, galactans and arabinans) and neutral polysaccharides such as xyloglucans and galactomannans. Furthermore, their concentration is relatively high (see Table 1), e.g. peas contain on average 18% of total NSP and 5.2% of soluble NSP. In case of lupines, the concentration of total NSP was reported to range between 37 and 40%, and the mean level of soluble NSP is about 13%. In

addition, they also contain high level of non-digestible oligosaccharides (about 9%), such as verbascose and stachyose, but almost no starch. In recent years, some beneficial effects of NSP degrading enzymes on the nutritive value of peas and particularly lupines have been reported in the literature (see review by Broz and Beardsworth, 2002). However, it is obvious that total depolymerization of such complex NSP like those occurring in legume seeds requires extremely complex enzyme activities and it is questionable if such specific enzyme products can be produced at reasonable costs.

How to improve the nutritive value of soybean meal?

Soybean meal is traditionally the major vegetable protein source in poultry and swine diets. Depending on the quality, it usually contains 44 to 48% of crude protein. Like other grain legumes, the carbohydrate fraction of soybean meal includes only traces of starch, relatively high amount of galactooligosacharides (raffinose, stachyose and verbascose), some free sucrose and substantial proportion of NSP, which are constituents of cell walls. Due to its specific composition, AMEn values of soybean meal for poultry are relatively low (< 10 MJ/kg). The total content of NSP in soybean meal may vary between 18 and 22%, but water-soluble NSP represent only a smaller part and the remainder is insoluble (Bach Knudsen, 1997; Choct, 1997). It is also well known that raw soya beans contain various anti-nutritive factors (e.g. trypsin inhibitors, lectins, saponins), which are usually almost fully destroyed during the processing of soybean meal.

Possible improvement of the feeding value of soybean meal for poultry and swine by supplemental enzymes has attracted extensive research efforts. In this connection, several concepts involving potentially relevant enzymes were discussed recently and the experimental achievements were reviewed elsewhere (Broz, 1997; Broz and Beardsworth, 2002; Choct, 2004; Kim and Baker, 2003). These experimental approaches included the use of either α-galactosidase, β-galactanase or a pectinase complex, β-mannanase, combination of xylanase and cellulase, or various proteases. Despite some beneficial, but still limited effects, it is obvious that a true breakthrough was not achieved yet. At present there is no enzyme product available capable to enhance substantially the nutritive value of this important feed ingredient. It remains a challenge for applied R&D to pursue further various research efforts in order to meet high expectations of both feed industry and producers.

Liquid feeding in swine: Opportunity for feed enzymes

Increasing practical use of various liquid feeding systems in recent years, particularly in growing-finishing pigs, offers additional advantages when using feed enzymes. Liquid feeding represents some kind of 'enzymatic pre-treatment', if feed enzymes are added to the used diets. After mixing of dry diets with the drinking water, usually in a ratio 1 to 3, enzyme products start immediately their hydrolytic action on the present feed substrates, such as NSP or phytate in plant ingredients. Obviously the activity of each enzyme is depending on two key factors, pH and temperature of the liquid medium. Most of feed enzymes reveal their optimum activity at lower pH when compared to rather neutral pH present in liquid feeds (6.5 – 7.0), but they are already active under these conditions. In case of low-pH fermented liquid feeds, the conditions for added feed enzymes may be more beneficial. In liquid feeding systems there is usually more time available for the added enzymes to degrade the relevant substrates and this approach may result in more complete hydrolysis, for example an almost complete release of available P from the phytate form. For NSP degrading enzymes, longer action in liquid feed may allow, at least theoretically, for more complete hydrolysis of various NSP

present in plant feed ingredients and an effective release of monosaccharides (e.g. glucose, xylose) and their utilization as energy sources. This approach may also trigger increased dietary inclusion of cereal by-products and other high-fiber ingredients in compound feeds for growing-finishing pigs, leading to lower production costs without compromising the animal performance.

Microbial phytases

Supplementation of microbial phytase to poultry and swine diets represents another important achievement resulting in improved utilization of phytate phosphorus from plant feed ingredients and reduced environmental pollution. In feedstuffs of plant origin, the greater proportion of the total phosphorus (60 to 80%) is present in the phytate form, which is practically non-available to monogastric animals, especially poultry. Eeckhout and De Paepe (1994) analyzed the content of total and phytate phosphorus in a broad range of plant feedstuffs. Their findings concerning some typical feed ingredients used in poultry and swine diets are summarized in Table 2.

Table 2: Total and phytate phosphorus content in some feed ingredients (adapted from Eeckhout and De Paepe, 1994)

Feed ingredient	Total P (%)	Phytate P (%)	Phytate P (% of total P)
Wheat	0.33	0.22	67
Barley	0.37	0.22	60
Rye	0.36	0.22	61
Maize (corn)	0.28	0.19	68
Peas	0.38	0.17	46
Rapeseed meal	1.12	0.40	36
Soybean meal (44% CP)	0.66	0.35	53
Soybean meal (48% CP)	0.61	0.32	52
Wheat bran	1.16	0.97	84
Rice bran	1.71	1.10	64

To compensate for a limited supply of available phosphorus from plant ingredients, various inorganic phosphates (e.g. dicalcium phosphate) have been traditionally included in compound feeds. Phytic acid (chemically myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakis dihydrogen phosphate) represents a storage form of phosphorus in plants. The molecule of phytic acid has a relatively high P content (28.2%) and its six phosphoric acid residues have various affinities to several cations. Minerals and trace elements, such as Ca, Mg, Fe and Zn, are frequently bound with phytic acid and these salts are described as phytates. It is obvious that phytate-bound P must be hydrolyzed into inorganic P before it can be used by poultry or swine. Phytase is a specific kind of phosphatase that catalyses the stepwise removal of inorganic orthophosphate from phytate. Phytases are known to occur widely in microorganisms and plants, either as 3-phytase (EC/IUB 3.1.3.8) which splits the phosphate groups at the C_3 atom first, or as 6-phytase (EC/IUB 3.1.3.26) which acts first at the C_6 atom and is the only phytase activity present also in plants. However, the practical relevance of such native phytase activity is obviously limited, because at pelleting temperatures above 60°C this phytase activity is mostly destroyed or reduced significantly.

Thanks to the recent progress in genetic engineering microbial phytases became available for practical application at reasonable costs. Within the EU, several phytase preparations have been approved as feed additives. Some products contain 3-phytase derived from various *Aspegillus spp.*, which has been expressed in genetically modified *Aspergillus* or *Trichoderma* production strains. Another product contains 6-phytase derived from Peniophora lycii, which is manufactured by a genetically modified strain of Aspergillus oryzae.

Research efforts in recent years have been focused on the isolation and development of new, heat-stable microbial phytases from other microbial sources (Broz and Beardsworth, 2002). Improvement in pelleting stability of phytase preparations can be also achieved by specific formulation, but an increased endogenous protein stability at higher temperatures seems to be crucial. Last year, new bacterial phytase derived from *Escherichia coli* and expressed in the yeast *Schizosaccharomyces pombe* was launched in the USA and some other countries. This year, another *E. coli* derived phytase was approved for use in Mexico and Brazil, which is produced by a yeast expression system and claimed to possess an increased intrinsic heat tolerance. Substrate specificity has to be considered as an important parameter with regard to further innovation, in order to increase in vivo efficacy of new microbial phytases and achieve an almost complete release of phytate P.

The efficiency of supplemental phytases in poultry and swine is well documented in the literature. Main effects of phytase addition may be summarized as follows:

- Improved availability and utilization of phytate P
- Improved availability of Ca, Zn and amino acids
- Enhancement of performance parameters (when compared to respective controls receiving low-P diets)
- Reduction of P excretion
- Decreased environmental pollution

When using microbial phytase in practical diets, their composition has to be modified and in particular the levels of total and non-phytate P should be reduced accordingly. A substantially higher utilization of P from vegetable feed ingredients due to phytase supplementation, combined with a possible decrease of the total P levels in compound feeds, leads finally to a reduction of P excretion in poultry and swine by 30 to 50%, when compared to the controls fed diets containing inorganic phosphates.

Feed enzymes in ruminants

Some fibrolytic enzyme complexes have been used for many years as silage additives, but the use of NSP degrading enzymes or phytases directly in ruminant nutrition was traditionally considered as not relevant. It remains probably still valid with regard to microbial phytase, because the rumen microflora is able to produce enough phytase activity required for an almost complete release of P bound in the phytate form. In contrast, numerous research efforts in last years indicate some opportunities for the use of exogenous cell wall degrading enzymes. Beauchemin et al. (2004) consider such enzymes as an emerging technology that shows potential in terms of improving the utilization of forages by ruminants. Research has demonstrated that supplementing dairy cow and feedlot cattle diets with fibrolytic enzymes has significant potential to improve cell wall digestion and, consequently, the efficiency of feed utilization by ruminants.

Conclusions

Non-starch polysaccharides degrading enzymes and phytases are used routinely in cereal-based diets for poultry and swine and further innovation, in particular concerning phytase products, can be expected in the near future. Improvement of the nutritive value of soybean meal by enzymes remains an important research objective. Liquid feeding in swine presents an opportunity for the use of exogenous enzymes. Fibrolytic enzymes may represent an emerging technology improving the utilization of forages by ruminants.

References

Bach Knudsen, K.E., 1997: Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. Anim. Feed Sci. Technol. 67, 319-338

Beauchemin, K.A., Colombatto, D. and Morgavi, D.P., 2004: A rationale for the development of feed enzyme products for ruminants. Can. J. Anim. Sci. 84, 23-36

Bedford, M.R., 2000: Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. Anim. Feed Sci. Technol. 86, 1-13

Broz, J., 1997: Recent achievements and new perspectives in the application of feed enzymes in poultry nutrition. In: 6. Symposium "Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier", Jena, pp. 316-321

Broz, J. and Beardsworth, P., 2002: Recent trends and future developments in the use of feed enzymes in poultry nutrition. In: Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value (eds J.M. McNab and K.N. Boorman), pp. 345-361, Poultry Science Symposium Series Vo. 26, CAB International.

Choct, M., 1996: The role of feed enzymes in animal nutrition towards 2000. Proc. XX World's Poultry Congress, New Delhi, Volume II, pp. 125-133

Choct, M., 2004: Enzymes for the feed industry: past, present and future. Proc. XXII World's Poultry Congress, Istanbul, pp. 1-9 (CD-ROM)

Eeckhout, W. and De Paepe, M., 1994: Total phosphorus, phytate phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. 47, 19-29

Kim, S.W. and Baker, D.H. 2003: Use of enzyme supplements in pig diets based on soybean meal. Pig News and Information 24, 91N-96N.

Address of author:

Priv. Doz. DI Dr. agr. Dr. med. vet. Jiri Broz
DSM Nutritional Products, Animal Nutrition and Health R&D,
P.O. Box 3255, CH-4002 Basel, Schweiz
e-mail: jiri.broz@dsm.com

Entwicklung einer Deutschen Positivliste

VOLKER POTTHAST
Normenkommission für Einzelfuttermittel beim
Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft

Nicht nur bei Politik und Verbrauchern, sondern auch bei großen Teilen der Wirtschaft. besteht Übereinstimmung über die Notwendigkeit einer Auflistung aller Futtermittel, die in der Bundesrepublik Deutschland bzw. im weiteren Verlauf innerhalb der EU in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere Verwendung finden. Die Verantwortung für die Sicherheit von Lebensmitteln beginnt bereits in der Futtermittelproduktion und ist von allen Futtermittelunternehmern zu gewährleisten. Das Ziel der „größtmöglichen Verbrauchersicherheit" kann nur erreicht werden, wenn alle Stufen der Futtermittelproduktion ihrer Verantwortung gerecht werden.

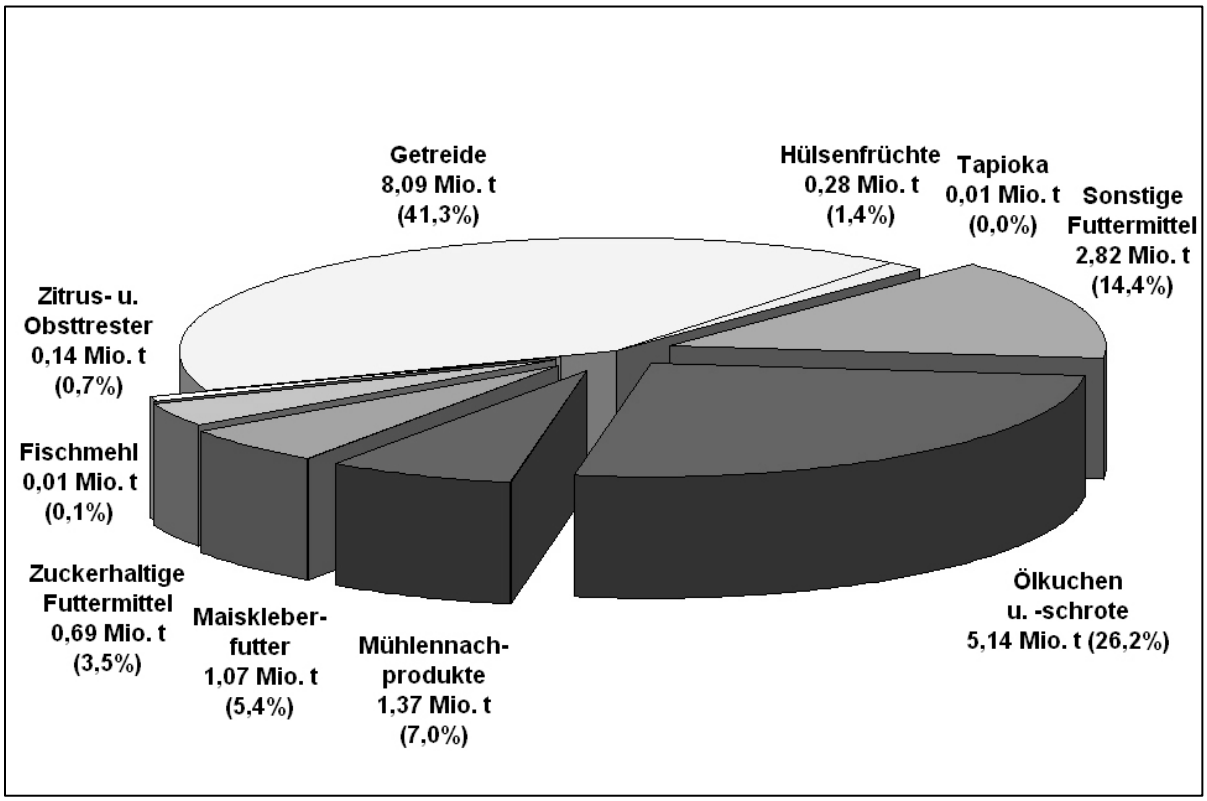
Zwar gab es auch in den vergangenen Jahren komplexe futtermittelrechtliche Vorschriften, deren strikte Einhaltung zu einer umfassenden Sicherheit bei der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft hätte führen müssen. Jedoch haben verschiedene Skandale der letzten Jahre (Belastungen mit Dioxinen, Verwendung von Fetten nicht definierter Herkünfte etc.) gezeigt, dass vielfach Futtermittel ohne die notwendige Sorgfalt hergestellt oder in Verkehr gebracht wurden. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Einzelfuttermittel (Futtermittelausgangserzeugnisse), die als Rohwaren im Mischfutter Verwendung finden oder auf den landwirtschaftlichen Betrieben direkt verfüttert werden.

Die Vielzahl der möglichen Komponenten, die allein im Mischfutter eingesetzt werden, wird in Abbildung 1 deutlich. Die hier dargestellten Futtermittelgruppen unterteilen sich noch weiter, u.a. nach botanischer Herkunft und dem Herstellungsprozess. Auch die Herkunft der Futtermittel ist zu differenzieren z.B. nach landwirtschaftlicher Urerzeugung (z.B. Getreide, Hülsenfrüchte), Lebensmittelindustrie (z.B. Nebenerzeugnisse der Zucker-, Stärke- oder Ölherstellung, Mühlennachprodukte) oder nach Importware in die EU (z.B. Tapioka).

Diese Vielfalt an Produkten, vor allem der Nebenproduktaufbereitung, lösen beim Verbraucher zunehmend Unsicherheiten und undefinierte Ängste aus, die zum Teil auch noch von den Medien propagiert werden. Diese Vorbehalte gegen die Verwendung bestimmter Nebenerzeugnisse erstrecken sich nicht mehr allein auf die Produktgruppe der Tiermehle. Die „soziale Akzeptanz" entsprechender Produkte wird zunehmend schlechter und ist nicht mehr allein durch den Verweis auf die Regelungen im Futtermittelrecht und die darin enthaltene „Negativliste" (Futtermittelverordnung, Anlage 6, verbotenen Stoffe) aufzufangen.

Diese Bedingungen lassen es sinnvoll und zweckmäßig erscheinen, eine abgeschlossene Liste all der Einzelfuttermittel zu erstellen, die in der Fütterung unserer Tiere Verwendung finden. Die Sorgfaltspflicht beim Einsatz von Futtermitteln beginnt mit dem Bezug eines eindeutig benannten und definierten Produktes. Aus diesem Grund beschränkt sich die Liste nicht auf die reine Aufzählung der Futtermittel.

Abbildung 1: Rohstoffeinsatz in der Mischfutterherstellung im Wirtschaftsjahr 2000/2001 (insgesamt 19,6 Mio. Tonnen; Quelle: DVT 2002)



Vielmehr muss eine eindeutige Definition (Bezeichnung und Beschreibung) der Herkunft und der Eigenschaften der Produkte vorliegen. Hierzu müssen Verfahrenswege eindeutig beschrieben werden, wobei die verwendeten Hilfsstoffe wie auch die Verarbeitungswege offen gelegt werden müssen. Weiterhin ist es dringend erforderlich, dass ein Hersteller oder Inverkehrbringer von Einzelfuttermitteln nachweist, dass eine Bewertung von potenziellen Risiken in allen Bereichen der Herstellung stattfindet.

Sofern Futtermittel gleicher oder ähnlicher Herkunft mit unterschiedlichen Bezeichnungen gehandelt werden (so beispielsweise Weizenkleie, Weizengrießkleie, Weizenschälkleie), müssen sie klar voneinander zu differenzieren sein. Hier ist es Aufgabe der beteiligten Wirtschaftszweige, Differenzierungsmerkmale zu definieren und diese zu quantifizieren. Anforderungen hingegen gelten als absolut einzuhaltende Kriterien, die für die Zulässigkeit des jeweiligen Futtermittels verbindlich sind. Hier gilt es, mit Sorgfalt und Fingerspitzengefühl eine überschaubare Anzahl von Kriterien so festzulegen, dass ein höchstmögliches Maß an Risikominimierung und Verbraucherschutz bei erkennbarem Futterwert gegeben ist.

Kriterien für die Aufnahme eines Futtermittel in die Liste müssen in erster Linie sein:

a) ein erkennbarer Futterwert (dieser muss sich nicht nur auf Energie- oder Nährstoffgehalte beziehen),

b) die Unbedenklichkeit für die Gesundheit von Tier und Mensch

c) eine erkennbare Bedeutung am Markt (diese ist unabhängig von der auf dem Markt befindlichen Menge, sie hängt vielmehr davon ab, ob das betreffende Futtermittel aktuell produziert, gehandelt oder verwendet wird)

d) die rechtlich zulässige Verwendung.

Dabei ist zu differenzieren zwischen Futtermitteln wirtschaftseigener Herkunft (z. B. Gras sowie daraus konservierte Produkte wie Heu oder Silage) auf der einen Seite und Handelsfuttermitteln auf der anderen Seite. Bei Grobfuttern wirtschaftseigener Herkunft ist es sicher nicht zweckmäßig, sämtliche vorkommenden Unterschiede der Qualitäten zu definieren. Hier muss eine summarische Aufzählung all der in Frage kommenden Produkte erfolgen. Bei Handelsfuttermitteln hingegen muss eine jeweils eindeutige Bezeichnung und die damit verbundene Beschreibung vorliegen, um eine genaue Definition dieser Produkte zu erreichen.

Eine schwierig zu lösende Frage ist die der Verwendung von Lebensmitteln und Produkten der Lebensmittelherstellung. Hier sollte der Grundsatz gelten, dass Produkte, die eindeutig als Lebensmittel in der Humanernährung Verwendung finden, im Grundsatz in der Fütterung von Nutz- und Heimtieren Verwendung finden können, sofern dem nicht andere gesetzliche Regelungen entgegen stehen (z. B. das Verbot der Verfütterung von Produkten tierischer Herkunft in der Nutztierfütterung).

Da sich sowohl Lebensmittel und Nebenerzeugnisse aus deren Verarbeitung als auch Herstellungsverfahren in relativ kurzen Zeitabständen ändern und um den Umfang dieser Liste nicht ins Unermessliche wachsen zu lassen, wurde angestrebt, solche Produkte mit bestimmten Anforderungen zu subsumieren.

Einen großen Bereich stellen die bei der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmittel anfallenden Nebenprodukte dar. Grundsätzlich erscheint es sinnvoll, solche Produkte, die größtenteils hochwertige Nährstoffe enthalten und Lebensmittelqualität aufweisen, der Verfütterung zuzuführen. Es muss allerdings sichergestellt sein, dass es sich bei diesen Produkten wirklich um Teile aus Lebensmitteln handelt und nicht vorwiegend um während des Herstellungsprozesses von außen zugeführte Hilfsstoffe, die anschließend aus dem Prozess entfernt werden und als „Lebensmittel" ohne separate Listung in der Positivliste zur Verfütterung gelangen.

Die Abgrenzung der Bereiche Lebensmittel, Teile von Lebensmitteln sowie Nebenerzeugnissen aus der Lebensmittelherstellung gestaltet sich problematisch. Aus diesem Grund sind bei entsprechenden Produkten –vor allem bei komplexen Herstellungsprozessen- Datenblätter vorzulegen Hierbei handelt es sich um ein Instrumentarium, das vor allem im täglichen Verkehr mit Futtermitteln Anwendung finden muss. Im Datenblatt sind alle relevanten Daten zum Herstellungsprozess, zu „kritischen Kontrollpunkten", zur Verwendung von Hilfs- und Zuschlagsstoffen und zu den wertbestimmenden Inhaltsstoffen aufzuführen, wobei die Angaben durch Analysen zu stützen sind.

Es kann nicht Aufgabe der vorliegenden Liste sein, für alle Erzeugnisse und von allen Herstellern Datenblätter zu listen und zu bewerten. Dies würde den Rahmen der Positivliste sprengen und diese bei ständig veränderten Marktverhältnissen niemals zu einem Abschluss gelangen lassen. Vielmehr sollte hier zunächst der Anstoß zum Erstellen und Bereithalten dieses Instrumentes gegeben werden, um dem Verwender der Futtermittel möglichst umfassende Informationen zur Verfügung zu stellen, die er im Rahmen seiner Verantwortung im Rahmen der „Eigenkontrolle" nutzen muss.

Dazu hat die Kommission exemplarisch bei den meisten in Frage kommenden Futtermitteln ein Datenblatt eingefordert, um beurteilen zu können, ob die Anforderungen gemäß den Vorstellungen der Kommission erfüllt werden. Es ist Angelegenheit der Verwender von Futtermitteln (Mischfutterhersteller wie Landwirte), beim Bezug der entsprechenden Einzelfuttermittel das Datenblatt nachzufragen. Die Hersteller und „Inverkehrbringer" dieser Futtermittel sind aufgefordert, das Datenblatt vorzuhalten, den Kunden zugänglich zu machen und bei Änderungen des Herstellungsprozesses das Datenblatt zu aktualisieren und die Verwender auf diese Änderungen hinzuweisen.

Die fachliche Beurteilung orientiert sich an den ernährungsphysiologischen Notwendigkeiten sowie der Forderung nach Unbedenklichkeit. Im Zusammenhang mit der Diskussion um genmodifizierte Pflanzen und Futtermittel verweisen wir auf die entsprechende Spezial-Gesetzgebung.

Produkte, die nach derzeit geltendem Recht nicht in der Fütterung von Nutztieren zugelassen sind – z.B. Produkte von warmblütigen Landtieren – werden im Rahmen der Beurteilung und Bewertung zwar behandelt, aber nicht in der Liste aufgeführt. Es besteht jedoch jederzeit die Möglichkeit, solche Produkte – vorbehaltlich der entsprechenden Risikobewertung – bei Änderungen der Rechtslage aufzunehmen.

Futtermittel, die nach geltendem Recht ausdrücklich zugelassen sind, bei denen aber beispielsweise der Futterwert als ausgesprochen gering einzustufen ist, sind in der vorliegenden Liste nicht ausgeschlossen, werden aber mit einem entsprechenden Vermerk unter Bemerkungen gekennzeichnet.

Die Liste ist als geschlossene Liste zu betrachten. Dies bedeutet nicht, dass neue Produkte immer aus der Verfütterung ausgeschlossen sind. Vielmehr ist die Möglichkeit gegeben, im Rahmen eines entsprechenden Verfahrens neue Produkte nach erfolgter Prüfung in die Liste aufzunehmen. Ebenso besteht die Möglichkeit, bei Vorliegen neuer Erkenntnisse Futtermittel aus der Liste herauszunehmen. Sofern dies nicht auf dem Erkennen einer unmittelbaren Gefährdung beruht, wird eine solche Änderung mit entsprechenden Übergangsfristen versehen und den beteiligten Kreisen kenntlich gemacht, um ihnen zu ermöglichen, sich auf neue Situationen einzustellen.

Auf Grund des Futtermittelmarkts in der EU und der Bundesrepublik Deutschland ist der Umfang der Liste durchaus beträchtlich. Dies ist in erster Linie in der arbeitsteiligen Wirtschaft unserer Gesellschaft begründet. Zum einen gebietet die notwendige Beachtung der Nachhaltigkeit die Berücksichtigung vieler Nebenerzeugnisse z. B. der Lebensmittelherstellung und –verarbeitung im Sinne des Kreislaufwirtschaft und Veredelung, zum anderen ist aufgrund differenzierter Aufbereitung einzelner Produkte die Zahl entsprechend hoch. Am Beispiel des Weizens ist dies deutlich nachzuvollziehen, derzeit sind 13 daraus gewonnene Erzeugnisse und Nebenerzeugnisse gelistet.

Für unsere Nutztiere birgt diese Vielfalt der Futtergrundlage Vorteile. Ähnlich wie beim Menschen sind das Verdauungssystem und der Stoffwechsel in der Lage, eine breite Nahrungsgrundlage zu verwerten, ohne dass es zu Beeinträchtigungen von Gesundheit und Wohlbefinden kommt. Darüber hinaus verwandelt das Nutztier auch Rohstoffe, die vom Menschen nicht direkt verwertbar sind oder deren Verwendung nicht geschätzt/abgelehnt wird, in wertvolle Lebensmittel. Die Anforderungen an die Qualität der Futtermittel müssen sich dabei an der Sicherheit der mit ihnen erzeugten Lebensmittel tierischen Ursprungs orientieren. Dies waren die Grundlagen bei der Erstellung der Positivliste.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Volker Potthast
Vorsitzender der Normenkommission für Einzelfuttermittel
beim Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft
e-mail: Christine.Chudaske@suedzucker.de

Aktuelle Entwicklungen zu unerwünschten Stoffen in Futtermitteln

FRANZ DOPPELREITER
AGES Wien

Einleitung

Wem sind sie nicht noch gut in Erinnerung, die Skandale in der Futtermittelbranche, wie Dioxin, PCB, BSE bzw. Tiermehl, Lasalocid, unerlaubte Arzneimitteleinsätze und andere. Nicht bei allen sog. „Skandalen" kann man auch von solchen oder gar Krisen sprechen. Viel mehr kamen z.T. neue, hochempfindliche Untersuchungsmethoden entweder erstmalig oder vermehrt zum Einsatz und förderten Probleme zu Tage, derer man sich bisher nicht oder nur ungenügend bewusst war. Als Beispiel dafür kann Dioxin im Kaolinit genannt werden. Lange ist man von der Annahme ausgegangen, dass sich Dioxin v.a. in der Fettkomponente der Futtermittel anreichert und eng mit den PCB's korreliert. Darüber hinaus wurden Dioxinkontaminationen nahezu ausschließlich industriellen Einflüssen zugeschrieben (siehe Seveso). Umso überraschender war im Jahr 2000 die Erkenntnis einer natürlichen, geogenetisch bedingten „Verunreinigung" in einer Kaolinitgrube in Deutschland. Mit diesem Fall wurde die Aufmerksamkeit verstärkt auch auf andere Kontaminanten gerichtet, die derzeit und auch in nächster Zukunft Gegenstand diverser Erhebungen und letztendlich gesetzlicher Regelungen sein werden.

Unter den Futtermittelkontaminanten sind die unerwünschten Stoffe nur eine Gruppe und streng von den verbotenen Stoffen zu unterscheiden, die in § 21 der Futtermittelverordnung 2000 gelistet sind. Verbotene Stoffe dürfen in Futtermitteln nicht enthalten sein bzw. als Futtermittel nicht in Verkehr gebracht werden. Unerwünschte Stoffe dagegen sind laut Definition gem. § 2, Ziffer 18 des Futtermittelgesetzes 1999

„Stoffe, die in Futtermitteln enthalten sein können und sich auf die tierische und menschliche Gesundheit nachteilig auswirken können".

Gesetzliche Regelungen

a) Österreichisches Futtermittelrecht

-Futtermittelgesetz 1999 (FMG 99):

Laut § 3, Abs. 2 ist es unzulässig, Futtermittel, Vormischungen oder Zusatzstoffe herzustellen, in Verkehr zu bringen oder zu verfüttern, die

1. entweder die Qualität tierischer Erzeugnisse, v.a. im Hinblick auf die menschliche Gesundheit negativ beeinflussen oder die Gesundheit der Tiere schädigen können,
2. unerwünschte Stoffe über den gesetzlichen Grenzwerten enthalten,
3. verdorben sind oder eine erhebliche Minderung in Wert und Brauchbarkeit aufweisen.

In § 4 wird der Minister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft ermächtigt, im Einvernehmen mit dem Minister für Gesundheit und Frauen u.a. Höchstgehalte für unerwünschte Stoffe festzusetzen.

In diesem Zusammenhang sind auch die Verpflichtungen der Betriebsinhaber aller Stufen der Futtermittelkette zur Eigenkontrolle (§ 18, Abs. 4) und Rückverfolgbarkeit (§ 20, Abs. 1) von Bedeutung.

-Futtermittelverordnung 2000 (FMVO 2000):

Als allgemeine Anforderungen finden sich in § 2 Unverdorbenheit, handelsübliche Beschaffenheit, fehlende Gefahr für die Gesundheit von Mensch und Tier, sowie das Verbot der Irreführung.

Laut § 5, Abs. 5 sind Einzelfuttermittel mit erhöhten Gehalten an unerwünschten Stoffen mit dem Hinweis „Nicht unmittelbar verfüttern, nur zur Verarbeitung an zugelassene Hersteller von Mischfuttermitteln" zu kennzeichnen. Dieser Absatz wird mit der neuen Novelle der FMVO gestrichen, da er dem Verdünnungsverbot nach EU-Recht widerspricht.

In § 20 wird auf die EU-Richtlinie 2002/32/EG und in Abs. 2 besonders auf das Verdünnungsverbot verwiesen, aber auch eine Möglichkeit der Entgiftung nicht ausgeschlossen, soferne die zuständige Behörde dies anordnet.

b) Sonstige österreichische Rechtstexte

-Geflügelhygieneverordnung:

§ 7, Abs. 2 sieht vor, dass Geflügelbetriebe nur Futter verwenden, bei deren Herstellung Maßnahmen zur Vermeidung von Salmonellenkontaminationen oder Abtötung vorhandener Salmonellen getroffen wurden.

c) EU-Recht

-Richtlinie 2002/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 (L 140 vom 30.5.2002) über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung:

Diese Richtlinie ersetzt die bis dahin geltende 1999/29/EG des Rates vom 22. April 1999. In den Erwägungsgründen werden u.a. allgemeine Anforderungen zu Gesundheit von Mensch und Tier angeführt, sowie zu Tier- und Umweltschutz. Darüber hinaus werden auch Qualitäts- und Sicherheitsstandards für Tränkwasser angesprochen. Weiters wird gefordert, das Vorhandensein unerwünschter Stoffe mittels Aktionsgrenzwerten weiter einzudämmen. Bei Erreichen oder Überschreiten dieser Werte ist Ursachenforschung zu betreiben und sind gegebenenfalls Maßnahmen zu Verminderung oder Beseitigung zu setzen.

Die Definition unerwünschter Stoffe in Artikel 2 gleicht im Wesentlichen jener des FMG 99, nimmt aber Krankheitserreger aus und schließt Gefahren für die Umwelt sowie die tierische Erzeugung ein.

Artikel 3 sieht vor, dass zur Tierernährung bestimmt Erzeugnisse nur dann in die EU eingeführt, dort in Verkehr gebracht und verwendet werden dürfen, wenn sie unverdorben, unverfälscht, von handelsüblicher Beschaffenheit sind und keine Gefahr für die Gesundheit von Mensch und Tier oder die Umwelt sowie die tierische Erzeugung darstellen. Bei Überschreiten der Grenzwerte des Anhangs I sind diese Forderungen als nicht erfüllt zu betrachten.

Das zuvor erwähnte Verdünnungsverbot wird in Artikel 5 festgehalten und findet sich indirekt auch in Artikel 6, wonach Ergänzungsfuttermittel keine über den Grenzwerten für Alleinfutter liegende Gehalte an unerwünschten Stoffen aufweisen dürfen.

Kommt ein Mitgliedsstaat nach Artikel 7 zur Auffassung, dass Höchstgehalte reduziert werden müssen, so kann er diese eigenmächtig herabsetzen, muss die Gründe dafür aber der Kommission und den anderen EU-Staaten mitteilen. In einem folgenden Verfahren wird geklärt, ob die Anhänge der Richtlinie entsprechend geändert werden müssen.

Artikel 8 ermöglicht die laufende Berücksichtigung wissenschaftlicher und technischer Kenntnisse zur Aktualisierung der Anhänge und auch die Möglichkeit des Einsatzes von Entgiftungsverfahren.

Anhänge: Aufgrund des Umfanges von Anhang I kann dieser hier nicht zur Gänze angeführt werden, entsprechende Versionen finden sich jedoch im Internet unter http://europa.eu.int/eur-lex/de/search/search_oj.html. Zu beachten ist allerdings, dass Anhang I durch die beiden folgenden Richtlinien bereits umfangreich geändert bzw. ergänzt wurde. Anhang II ist für gemeinschaftliche Aktionsgrenzwerte vorgesehen, enthält derzeit aber noch keine Einträge.

-EU-Richtlinie 2003/100/EG der Kommission vom 31. Oktober 2003 (L 285 vom 1.11.2003) zur Änderung des Anhangs I der Richtlinie 2002/32/EG:

Die Punkte Arsen, Blei, Fluor, Aflatoxin B1, freies Gossypol und Endosulfan werden neu gefasst.

-EU-Richtlinie 2003/57/EG der Kommission vom 17. Juni 2003 (L 151 vom 19.6.2003) zur Änderung der Richtlinie 2002/32/EG:

Mit diesem Rechtstext werden Grenzwerte für Dioxin, bezogen auf Futtermittel mit 88 % T in den Anhang I aufgenommen:

Pflanzliche Einzelfuttermittel, Öle und Nebenerzeugnisse	0,75 ng WHO-TEQ/kg
Mineralische Einzelfuttermittel	1,0 ng WHO-TEQ/kg
Kaolinit-Ton, Calciumsulfat-Dihydrat, Vermiculit, Natrolit-Phonolit, synth. Calciumaluminate und Klinoptilolit sedimentären Ursprungs	0,75 ng WHO-TEQ/kg
Tierisches Fett incl. Milchfett u. Eifett	2,0 ng WHO-TEQ/kg
Sonstige Landtiererzeugnisse incl. Milch und Eier sowie deren Erzeugnisse	0,75 ng WHO-TEQ/kg
Fischöl	6,0 ng WHO-TEQ/kg
Fisch und andere Wassertiere incl. deren Erzeugnisse und Nebenerzeugnisse, ausgenommen Fischöl und Fischproteinhydrolisate mit mehr als 20 % Fett	1,25 ng WHO-TEQ/kg
Mischfuttermittel, ausgenommen solche für Pelztiere, Heimtiere und Fische	O,75 ng WHO-TEQ/kg
Futtermittel für Fische und Heimtiere	2,25 ng WHO-TEQ/kg
Fischhydrolisate mit mehr als 20 % Fett	2,25 ng WHO-TEQ/kg

-Pestizide:

Sofern nicht bereits im Anhang der Richtlinie 2002/32/EG angeführt, ist die Gruppe der Schädlingsbekämpfungsmittel bzw. deren Rückstände in einer Vielzahl von EU-Richtlinien geregelt. Letzte Änderungen erfolgten durch die Richtlinien 2000/24/EG, 2002/42/EG und 2004/61/EG hinsichtlich zulässiger Rückstände in und auf Getreide, in Obst und Gemüse, in Lebensmitteln sowie bei Rückständen von in der EU verbotenen Pestiziden.

Ungeregelte Bereiche:

-Mycotoxine neben Aflatoxin B1:

Dieses Thema ist derzeit Gegenstand intensiver Diskussionen, sowohl auf nationaler Ebene, als auch im Ständigen Ausschuss für die Lebensmittelkette und in den wissenschaftlichen Gremien der europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA) in Brüssel. Dabei hat sich herausgestellt, dass gerade bei Futtermitteln noch relativ wenig Daten zur allgemeinen Hintergrundbelastung vorliegen. Aus diesem Grund wurden Mycotoxine in das koordinierte Kontrollprogramm 2005 aufgenommen. Konkret sollen die natürlichen Belastungen der Futtermittel mit Aflatoxin B1, Ochratoxin A, Zearalenon (ZON), Deoxynivalenol (DON oder Vomitoxin) und Fumonisin erhoben werden.

Zu ZON gibt es mittlerweile eine Stellungnahme des Kontaminanten-Panels der EFSA vom 28.07.2004 (EFSA-Journal 89, 1-35), die Eingang in die Diskussion über entsprechende Grenzwerte im Ständigen Ausschuss finden wird.

Bis zur Festsetzung EU-weiter Grenzwerte werden in mehreren Mitgliedsstaaten nationale Richt-, Aktions- oder Orientierungswerte angewendet, wie beispielhaft in der folgenden Tabelle als Vergleich zwischen Österreich, Deutschland und Norwegen ersichtlich ist:

Mycotoxin-Richtwerte:

Tierkategorie	DON (ppm in Alleinfutter)			ZON (ppm in Alleinfutter)		
Schweine	A	D	N	A	D	N
Jungsauen	0,5	1,0	0,5	0,05	0,05	
Mastschweine	0,5	1,0	0,5	0,05	0,25	
Zuchtsauen	0,5	1,0	0,5	0,05	0,25	0,1
Rinder						
Kalb		2,0			0,25	
Kalbin, Kuh		5,0	1,5		0,5	
Mastrind	1,0	5,0	1,5			
Geflügel						
Legehennen, Puten	1,0	5,0	0,5			
Masthühner	2,0	5,0	1,5			
Pferde			0,5			

-Polychlorierte Biphenyle (PCB) und dioxinähnliche PCB:

Diese Kontaminanten sind gemeinsam mit Dioxin Gegenstand von Diskussionen auf EU-Ebene. Für dioxinähnliche PCB liegt auch bereits ein Entwurf für Grenzwerte vor, der im Expertenausschuss für unerwünschte Stoffe behandelt wird.

-Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH):

Auf EU-Ebene gibt es dazu keine „aktuellen Aktivitäten". Lediglich im Hinblick auf die Qualität und Brauchbarkeit von Trocknungsanlagen wurde diese Fragestellung national in die Futtermittelüberwachung eingebunden. In Österreich werden derzeit Richtwerte angewendet, die sich aus dem Biomonitoring der AGES-Linz ergeben und im Internet unter www.ages.at eingesehen werden können. Daraus abgeleitet ist davon auszugehen, dass ab einem PAH (15)- Wert von ca. 0,25 ppm im Trockenfutter (88 % T) seitens der Futtermittelkontrolle eingegriffen wird.

Aktuelle Fälle

Futtermittel waren in letzter Zeit nicht sehr häufig Gegenstand von Meldungen des europäischen Schnellwarnsystems (RASFF). Fälle der letzten Monate betrafen (auszugsweise)

-Salmonellen in Heimtierfutter und bestimmten Einzelfuttermitteln,

-Arzneimittelrückständen in Milchpulver oder Molkepulver

-Überhöhte Blausäuregehalte in Leinsaat,

-PCB in Fischproteinhydrolisat,

-Dioxin in Fettsäuren und Ergänzungsfuttermittel,

-Arsen in Monocalciumphosphat,

-Säugetierprotein in Fischmehl,

wobei Dioxinmeldungen die höchste Frequenz aufwiesen.

Wesentlich häufiger wird bei Lebensmitteln von Kontaminationen berichtet, zB. Aflatoxin in Pistazien, Blei in Süssigkeiten, Cadmium in Wasser aus Kühlanlagen, Coliforme und E. Coli in Muscheln, etc.

Strategien

Entsprechend der nach wie vor gegebenen Bedeutung von Dioxin war dieses Thema Gegenstand eines im September 2004 in Brüssel statt findenden workshops. Präsentiert und diskutiert wurden v.a. Möglichkeiten und Kosten der Dekontamination von Fischöl und Fischmehl, wobei als praktikable Verfahren eine Hexan-Extraktion und Anwendung von Aktivkohle in Projekten getestet wurden. Das Ergebnis war eine Reduktion von bis zu 95 % Dioxin und ca. 30 % weniger dioxinähnliche PCB. Die Notwendigkeit der Dekontamination ist in erster Linie in den Anrainerstaaten der Nordsee gegeben, da die gesetzlichen Grenzwerte bei der Produktion meist nicht eingehalten werden können. Untersuchungen von 300 Proben in einem der Projekte ergaben bei Fischöl und Fischmehl eine Durchschnittsbelastung von 10 ng WHO-TEQ Dioxin /kg (2,5 – 40) und 15 ng WHO-TEQ dioxinähnl. PCB /kg (3 – 45). Offen blieb die Frage, wie weit die nicht unerheblichen Kosten der Verfahren auf die produzierten Produkte überwälzt werden oder ob Verursacher von Meeresverunreinigungen belastet werden können.

Im Falle von Dioxin und dioxinähnlichen PCB wird es auch eine Empfehlung der Kommission geben für ein Kontrollprogramm zur Ermittlung der natürlichen Hintergrundbelastung. Als geplante Probenzahlen sind für Österreich 47, für die gesamte EU 1417 und den EWR 1611 im Gespräch

Bei sonstigen Kontaminanten steht als Vorsorgemaßnahme eher das Minimierungsprinzip im Vordergrund und nicht eventuelle Entgiftungsverfahren. Für die Praxis bedeutet dies, dass nur geeignete Chargen Verwendung finden dürfen und belastete Ware im Extremfall nicht für die Verfütterung zulässig ist.

Bei Pestizidrückständen wird gelegentlich auf die gute landwirtschaftliche Praxis verwiesen (ordnungsgemäße Anwendung und Dosierung, Einhaltung der Applikationsszeiträume und –fristen, etc.).

Bedeutung für den Praktiker

Dem Verbraucher bzw. Mischfutterhersteller oder Landwirt kann abschließend empfohlen werden:

-Keine „Entsorgung" von kontaminierten Produkten über das Futter, wenn diese nicht als Lebensmittel geeignet sind oder bei Reinigungs-, Selektions- oder anderen technologischen Prozessen anfallen,

-Zertifikate vom Vorlieferanten für die Unbedenklichkeit der Ware verlangen, wie es bei Salmonellen, Dioxin und teilweise bei Schwermetallen geübte Praxis ist,

-gelegentlich selbst Analysen im Zuge der Eigenkontrollverpflichtung durchführen (lassen),

-repräsentative Rückstellmuster jeder Lieferung, eventuell auch der eigenen Produktion zur Klärung von Haftungsfragen und zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit im Schadensfall ziehen und gemeinsam mit entsprechender Dokumentation aufbewahren.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing. Franz Doppelreiter
Österr. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Institut für Futtermittel, Abteilung Futtermittelüberwachung
Spargelfeldstraße 191, 1226 Wien
e-mail: franz.doppelreiter@ages.at

Einfluss der Rationen mit Zuckerrübenschnitzelsilage auf Milchqualität

DANGUOLĖ URBŠIENĖ UND SABINA MIKULIONIENĖ
Litauische Landwirtschaftliche Universität

Einleitung

Im wissenschaftlichen Schriftum wird der Einfluss von Silagen auf Qualität von Milch, Milchprodukten und insbesondere von Käseprodukten breit und eindeutig besprochen. Einige Untersuchungen zeigen, dass der zu große Silageanteil in den Rationen für Milchkühe sich nachteilig auf Größe und Gewicht der Caseinmicellen, Entwicklung der Milchsäurebakterien, Zeit der Koagulation sowie Elastizität des Gels auswirkt. Wird aus solcher Milch Käse hergestellt, so ist mit der längeren Reifezeit, geringeren Ausbeute und schlechteren sensorischen Beschaffenheit zu rechnen [20]. Ähnliche Ergebnisse wurden erzielt, wenn Milchkühe über einen längeren Zeitraum eine Ration aus Silomais und Leguminosensilage und keine oder nur eine geringe Menge Zuckerrüben (2,5kg/Tier/Tag) bekamen sowie bei der einseitigen Fütterung mit Silomais (35-40kg/Tier/Tag). Man hat aber auch festgestellt, dass Verfütterung von Silomais mit den Zusatzgaben von Futterrüben oder Maisgrünmasse keinen negativen Einfluss auf technologische Milchbeschaffenheit hat. Wahrscheinlich aus diesem Grund sind die Empfehlungen über die Restriktionen des Silageanteils auf 20-25% in den Rationen für Milchkühe nicht genau. Das bestätigen in den westeuropäischen Ländern durchgeführte Untersuchungen [11]. Sie zeigen, dass gute Qualität von Milch, Käse und anderen Milchprodukten nur dann gewährleistet werden kann, wenn Milchkühe mit silierten bzw. konservierten pflanzlichen Futtermitteln und Kraftfuttermitteln gefüttert werden. Des Weiteren wird auf sehr hohe Anforderungen an Silagequalität in Bezug auf Buttersäure-Bakterien hingewiesen [1, 19].

Um Milchviehfütterung billiger zu machen, wird in der Fachliteratur auch darüber diskutiert, wie die Milchleistung bzw. Milchqualität vom Verhältnis des Kraftfuttermittels zu anderen Futtermitteln beeinflusst werden [4].

Einseitige Fütterung der Milchkühe mit Kraftfuttermitteln (insbesondere, wenn Rationen mit großen Mengen Sonnenblumenkerne und Baumwollsaatkuchen ergänzt werden) erschwert die Gewinnung fermentativen Gerinnsels aus Milch. Der Anteil flüchtiger wasserlöslicher Fettsäuren im Milchfett wird verringert, der Anteil ungesättigter Fettsäuren dagegen vergrößert. Solche Milch eignet sich kaum für Käseherstellung, daraus hergestellte Produkte weisen Geschmack- und Konsistenzfehler auf (sind weich, schmierig), zeichnen sich durch schlechtere Haltbarkeit aus [4]. Es wurde festgestellt, dass Kraftfuttermengen bis 270-400g/kg Milch keinen negativen Einfluss auf Milchqualität haben [2].

Um die aktuellen Fragen der Produktionsselbstkostensenkung zu lösen und nach den Möglichkeiten der Fütterungsoptimierung weiterzusuchen, haben die Forscher der Abteilung für Tierernährung und Futtermittelkunde des Instituts für Tierproduktion der Litauischen Veterinärmedizinischen Akademie (ITP LVA) Untersuchungen zur rationellen Verwendung silierter Zuckerrübenschnitzel (ZRS) in der Rindviehfütterung durchgeführt. Die primären Angaben zeigen, dass Pressschnitzelsilage von guter Qualität, nährstoffreich war und von Tieren gern gefressen wurde.

In der Fachliteratur gibt es Angaben, dass der ZRS-Anteil in den Rationen für Milchkühe bis 30% TS betragen kann [5, 10].

Zuckerrübenschnitzel enthalten 7-13% TS (größtenteils Kohlenhydrate), wenig Protein, Fett, Kalzium, Phosphor, kein Karotin [2]. Aminosäurezusammensetzung des Proteins ist aber vergleichsweise zum Getreideprotein (Gerste) günstiger (5,9 bzw. 3,6g Lysin/100g Rohprotein) [10]. Bedingt durch den geringen Ligningehalt und großen Pektingehalt ist Faser der Zuckerrübenschnitzel besser verdaulich [12].

Frische ZRS sind leicht verderblich. Herstellung von getrockneten Schnitzeln ist dagegen mit hohem Kostenaufwand verbunden. Deshalb empfiehlt sich breitere Verwendung silierter ZRS. Fachliteratur liefert jedoch nicht viel Information über rationelle Verwendung dieses Futtermittels in der Milchkuhfütterung sowie über dessen Einfluss auf Milchqualität. Ziel der vorliegender Arbeit ist demzufolge Nährstoffwert der Milch zu bestimmen und ihre technologische Beschaffenheit zu untersuchen, wobei maximale Mengen ZRS in den Rationen für Milchkühe eingesetzt werden und Silomais bzw. Grassilage teilweise durch silierte ZRS ausgetauscht werden, bei gleichzeitiger Minderung der Kraftfuttergabe.

Material und Methoden

Im Zeitraum Januar-April 2002-2003 wurden in der Versuchsstation des ITP LVA zwei Versuche mit Milchkühen (frischmelkend, mittlere Leistung, Rasse: Litauische Schwarzbunte) durchgeführt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Schema der Versuche

Versuch	Tiergruppe	Anzahl der Tiere	Kennzeichnung der Fütterung in der Versuchsperiode
1. Versuch (Jahr 2002)	Kontrollgruppe	10	Heu, Silomais, Kraftfutter
	Versuchsgruppe	10	Heu, 50-60% Silomais ausgetauscht durch silierte ZRS, Kraftfutter
2. Versuch (Jahr 2003)	Kontrollgruppe	6	Heu, Grassilage, Kraftfutter (100%)
	Versuchsgruppe	6	Heu, Grassilage, silierte ZRS, Kraftfutter (69,7%)

Für Versuche ausgelesene Milchkühe waren identisch angelegt im Alter, Laktationsstadium, Gewicht, Leistung in der letzten Laktation und Leistung in der Zeit der Gruppierung. Für den ersten Versuch wurden je 10 Tiere ausgelesen, für den zweiten – je 6 Tiere.

Während beider Versuche wurden Tiere beider Gruppen – Kontrollgruppe und Versuchsgruppe – unter gleichen Bedingungen gehalten. Fütterung, Reinigung, Melken hat man mit der inneren Ordnung des Betriebes abgestimmt. Tiere wurden in Einzelboxen mit Selbsttränken gehalten, 2mal täglich gemolken.

In der Vorperiode des ersten Versuches (25 Tage) bekamen alle Kühe die in Bezug auf Nährstoffwert und Zusammensetzung gleiche Ration, bestehend aus Heu, Silomais und Kraftfutter. In der Hauptperiode (100 Tage) bekamen Milchkühe beider Gruppen gleiche Mengen Heu und Kraftfutter. Tieren der Kontrollgruppe wurde zusätzlich Silomais gefüttert. In der Ration der Versuchsgruppe wurde Silomais teilweise (50-60%) durch silierte ZRS ausgetauscht, wobei Nährstoffwert und Energiegehalt in den Rationen beider Gruppen gleich gehalten wurden.

Milchkühe für den 2. Versuch wurden vor 1,5 Monaten vor Abkalben ausgelesen. In der Trockenstehzeit bestand die Ration beider Gruppen aus Heu, Grassilage, Gerstemehl und Vitamin-Mineral-Ergänzungsfutter (VME) G-38. Tiere der Versuchsgruppe bekamen dazu noch silierte ZRS bei gleichzeitiger Minderung der Gerstemehlgabe. In der nach Abkalben folgenden Versuchsperiode (91 Tage) setzte sich die Ration beider Gruppen aus denselben Futtermitteln wie in der Trockenstehzeit aus, nur an Stelle von Gerstemehl und Vitamin-Mineral-Ergänzungsfutter G-38 wurde den Milchkühen Kraftfutter verfüttert. Tiere der Kontrollgruppe bekamen Grassilage zweimal täglich, Tiere der Versuchsgruppe bekamen Grassilage als erste Mahl, silierte ZRS als zweite Mahl. Die Kraftfuttergabe der Versuchsgruppe wurde um 30,3% vermindert. Die Rationen beider Gruppen waren gleich in Bezug auf Nährstoffwert und ME-Gehalt.

Vorbereitung der Futtermittel, Qualitätsuntersuchungen, Berechnung und Fütterung haben die Forscher der Abteilung für Tierernährung und Futtermittelkunde des ITP LVA organisiert.

ZRS wurden von der AG „Danisco Sugar Panėvežys" geliefert und in 50/55-Tonnen-Flachsilos siliert. Der Energiegehalt der Pressschnitzelsilage, die den Kühen während der beiden Versuchen gefüttert wurde, betrug 11,8 MJ ME/kg TS. Pressschnitzel enthielten 11,8-12,5% Rohprotein, 19,8-24,0% Rohfaser, unter organischen Säuren überwiegte Milchsäure (51-70%). Anteil der Buttersäure, deren Bildung bei der Silierung nicht vermieden werden konnte, betrug 3,7-8,4% aller organischen Säuren bzw. 1-3g/kg TS.

Leistungskontrolle der Versuchstiere. Während der Versuche wurde einmal wöchentlich ein Kontrollmelken durchgeführt. Dabei wurde täglicher Milchertrag einzelner Tiere bestimmt sowie Einzel- und Gruppenproben der Milch für die Analyse chemischer Zusammensetzung sowie physikalischer, chemischer, biologischer und technologischer Beschaffenheit der Milch entnommen.

Untersuchungen der Milchqualität. In den Einzelproben der Frischmilch wurde folgendes bestimmt: Fett – mit dem Analysator MILKO-TESTER II (adjustiert nach Gerber) [9]; Gesamtprotein, Casein, Molkeprotein – mit dem Analysator PROMILK MK II (adjustiert nach Kjeldahl) [6, 8]; Trockensubstanz (TS) – nach der gravimetrischen Methode, Trocknen der Milch bei 102 ± 2^{o}C; Rohasche – nach der gravimetrischen Methode nach vorgeschalteter Mineralisierung der Proben durch Veraschen bei 450-500^{o}C ; Kalzium – mit dem Atomabsorptionsspektrophotometer PERKIN-ELMER 603 [13]; Laktose – nach der photometrischen Methode [16]; Phosphor – nach der photometrischen Methode unter Anwendung des Reagens Molybdänvanadat [7]; Urea – nach der photometrischen Methode unter Anwendung des Dimethylamin-4-Benzaldehyds [17]; aktive Azidität (pH) – mit dem pH-Meter KNIK 766 CALIMATIC; Anzahl somatischer Zellen (ASZ) – mit dem Viskosimeter SOMATAS; Thermostabilität – durch Behandlung der Milch mit Ethylalkohol; Gesamtazidität – durch Titrieren mit NaOH [18]; bakterielle Kontamination – unter Anwendung der Reduktase-Reaktion mit Resazurin; Labgerinnungszeit und Qualität des Gerinnsels – nach der Anleitung der mikrobiologischen Kontrolle für Milchverarbeitungsbetriebe [15].

In der Hauptperiode des 1. Versuches wurde Fett aus den Gruppenproben, die proportional dem täglichen Milchertrag einzelner Kuhgruppen gebildet wurden, ausgeschieden. Die Analyse der Fettsäurezusammensetzung erfolgte mit dem Gaschromatograph CHROM-5 [3, 21].

Untersuchungen der Futtermittel- und Milchqualität hat das Chemielabor des ITP LVA durchgeführt. Die Daten wurden biometrisch ausgewertet [14]. Unterschiede zwischen Daten einzelner Tiergruppen wurden für statistisch zuverlässig gehalten, wenn $P<0,05$.

Ergebnisse der Untersuchungen und deren Besprechung

Futtermittelaufwand. Während des 1. Versuches haben Kühe der Versuchsgruppe um 4,6% weniger, während des 2. Versuches um 52,3% mehr silierte Futtermittel im Vergleich mit der Kontrollgruppe aufgenommen (Tabelle 2).

Nährstoffaufwand für die Produktionseinheit während des 1. Versuches entsprach den Normen für Kuhfütterung. Im 2. Versuch kann man dagegen Mangel an Umsetzbarer Energie verdächtigen (Tabelle 3). Bedarf an Rohprotein entsprach den Normen für die jeweilige Leistungsstufe der Milchkühe.

Tabelle 2: Durchschnittsrationen auf der Basis der wahren Futteraufnahme in der Versuchsperiode

Futtermittel	1. Versuch		2. Versuch	
	Kontrollgruppe n=10	Versuchsgruppe n=10	Kontrollgruppe n=6	Versuchsgruppe n=6
Heu, kg	2,0	2,0	3,9	3,9
Silomais, kg	38,9	15,4	-	-
Grassilage, kg	-	-	28,9	23,1
Zuckerrübenschnitzelsilage, kg	-	21,7	-	20,9
Kraftfutter, kg	3,6	3,6	10,3	7,2

Milchleistung. In beiden Versuchen war der durchschnittliche Milchertrag (beim natürlichen Milchfettgehalt) der Tiergruppe, deren Ration aus zwei Silagen (Silomais oder Grassilage und silierten ZRS) bestand, größer im Vergleich mit der Tiergruppe, der nur eine Silage (Silomais oder Grassilage) verfüttert wurde (Tabelle 3).

Größere Unterschiede der Milchleistung zwischen der Tiergruppen ließen sich jedoch nur während des 1. Versuches beobachten. Durchschnittlicher Milchertrag der Versuchsgruppe, in deren Ration Silomais teilweise durch silierte ZRS ausgetauscht wurde, war um 15,1%, Fettgehalt – um 14,8% und Eiweißgehalt – um 21,1% größer als in der Kontrollgruppe ($P<0,05$).

Während des 2. Versuches trat die Tendenz der Leistungssteigerung durch Fütterung mit einigen Silagenarten nicht in Erscheinung, wahrscheinlich aus dem Grund, dass der ME-Gehalt für die Produktionseinheit geringer als Empfehlung (9-12MJ) war.

Angesichts der Tatsache, dass Tiere der Versuchsgruppe größere Gaben silierter Futtermittel (52%) bzw. weniger Kraftfutter (30%) bekamen, bestätigen die Ergebnisse der Milchleistungskontrolle die Annahme, dass die Möglichkeiten des breiteren ZRS-Einsatzes günstig sind, wobei Futtermittelspektrum für die Milchkuhfütterung erweitert und Selbstkosten der Fütterung verringert werden können.

Untersuchungen der Milchqualität. In der Hauptperiode des 1. Versuches waren die meisten Parameter der chemischen Milchzusammensetzung unter dem Ernährungsaspekt günstiger in der Kuhgruppe, deren Ration aus Silomais und ZRS-Silage bestand (Tabelle 4). Verglichen mit der Kontrollgruppe enthielt die Milch der Versuchsgruppe 0,25% mehr Trockensubstanz, 0,19% mehr Protein ($P<0,05$) und 0,03% mehr Mineralstoffe (Asche) ($P<0,05$). Die Milch war darüber hinaus auch biologisch wertvoller, weil im Milchfett um 1,2% mehr ungesättigte Fettsäuren bestimmt wurde (darunter auch polyungesättigte Fettsäuren; Tabelle 5).

Tabelle 3. Milchleistung und Nährstoffaufwand in der Versuchsperiode.

Parameter	1. Versuch		2. Versuch	
	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe
Milchleistung kg pro Tag				
Täglicher Milchertrag	12,22	14,06	26,85	26,99
Fettgehalt pro Tag	0,555	0,637	1,122	1,099
Eiweißgehalt pro Tag	0,375	0,454	0,859	0,850
Nährstoffaufwand pro kg Milch				
Umsetzbare Energie MJ	10,70	10,04	7,68	7,84
Trockensubstanz kg	1,05	0,91	0,73	0,73
Rohprotein g	123	113	123	113
Rohfaser g	239	198	129	138

Tabelle 4: Chemische Zusammensetzung der Milch (%)

Parameter	Tiergruppen des 1. Versuches (n=10)		Tiergruppen des 2. Versuches (n=6)	
	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe
Trockensubstanz	13,08	13,33	12,99	12,75
Fett	4,54	4,53	4,18	4,07
Protein	3,03	3,22*	3,20	3,15
davon: Casein	2,37	2,59*	2,66	2,57
Molkeprotein	0,659	0,628	0,536	0,579
Laktose	4,77	4,80	4,76	4,79
Asche	0,71	0,74*	0,75	0,74
Kalzium	0,099	0,101	0,088	0,092
Phosphor	0,079	0,085	0,092	0,088
Urea	0,026	0,023*	0,018	0,016

*$P<0,05$

Während des 2. Versuches, wenn Kühe die Ration aus Grassilage und silierten ZRS sowie verminderte Kraftfuttergaben bekamen, weichte die Milchzusammensetzung dieser Gruppe von der der Kontrollgruppe statistisch nicht ab. Dies lässt die Annahme zu, dass Milch beider Gruppen unter dem Ernährungsaspekt vom ähnlichem Wert war.

Die für Käseherstellung wichtige Parameter wie Eiweißgehalt, seine Zusammensetzung, Eiweiß-Fett-Verhältnis bzw. Kalzium-Phosphor-Verhältnis wiesen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen nur während des 1. Versuches auf und waren günstiger, wenn Kühe die Ration mit ZRS-Silage bekamen.

Das Einweiß-Fett-Verhältnis in der Milch der Versuchsgruppe, die die Ration aus Silomais und ZRS-Silage bekam, war – verglichen mit der Kontrollgruppe – um 6,5% günstiger. Während des 2. Versuches war dieser die technologische Beschaffenheit der Milch beeinflussende Parameter in den beiden Gruppen ähnlich, unabhängig von der Rationszusammensetzung.

Während des 1. Versuches, wenn Kühe die Ration aus Silomais und ZRS-Silage bekamen, enthielt Milcheiweiß dieser Gruppe verglichen mit dem der Kontrollgruppe einen um 0,22% ($P<0,05$) größeren Gehalt an wertvollem Milcheiweiß Casein, das die Käseausbeute bzw. -qualität entscheidet. Im zweiten Versuch war dagegen im Milcheiweiß der Versuchsgruppe, die einige Silagen und verminderte Kraftfuttergabe bekam, vergleichsweise zu der Kontrollgruppe 0,09% weniger Casein enthalten. Dem-

gegenüber war Urea-Gehalt in der Milch während beider Versuche Norm (15-30mg%), was vom normalen Eiweißstoffwechsel im Tierkörper und Futterstickstoffverwertung für Eiweißsynthese zeugt.

Kalzium-Phosphor-Verhältnis, das sowohl unter dem Ernährungsaspekt als auch als technologischer Parameter wichtig ist und teilweise auch das Gleichgewicht des Mineralstoffwechsels (saure und alkalische Salze) im Tierkörper widerspiegelt, war während des 1. Versuches in beiden Gruppen praktisch gleich und entsprach dem theoretischen Wert (1,3), der für Kuhmilch guter Qualität kennzeichnend ist. Während des 2. Versuches war dieses Verhältnis in der Milch beider Gruppen geringer als der oben erwähnte theoretische Wert, passte jedoch in den Schwankungsbereich, der für Kuhmilch kennzeichnend ist (0,75-4,33).

Die oben vorgestellten Ergebnisse der Milchzusammensetzungsuntersuchungen zeigen, dass verhältnismäßig große Anteile (67-88%) silierter Futtermittel (darunter auch ZRS-Silage) in den Rationen für Milchkühe keinen negativen Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch sowie ihre technologische Beschaffenheit haben.

Tabelle 5: Fettsäurenzusammensetzung der Milch (%) während des 1. Versuches

Parameter	Tiergruppe	
	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe
gesättigte Fettsäuren	85,29	83,96
flüchtige	4,17	3,62
nicht flüchtige	81,12	80,34
ungesättigte Fettsäuren	14,71	15,91
monoungesättigte	14,37	15,49
polyungesättigte	0,34	0,42

Die Untersuchungen der chemischen Milchfettzusammensetzung (während des 1. Versuches) zeigten, dass – unabhängig von der Rationszusammensetzung – im Milchfett ein ziemlich großer Anteil an gesättigten Fettsäuren (84-85%) und ein geringer Anteil an ungesättigten Fettsäuren (14-16%) enthalten waren (Tabelle 5). Solches Fett weist harte, brüchige Konsistenz und hohen Schmelzpunkt auf. Ähnliches geschieht, wenn in einer Ration große Mengen leicht verwertbarer Kohlenhydrate enthalten sind. Im Milchfett der Versuchsgruppe war das Verhältnis ungesättigter und gesättigter Fettsäuren um 9% geringer als im Milchfett der Kontrollgruppe, was von ein wenig besserer technologischer Beschaffenheit der Milch für Butterherstellung zeugt.

Dichte und Azidität der Milch während beider Versuche entsprach den Anforderungen an frische Vollmilch (16-18 °T und 1027-1032 kg/m^3), wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu beobachten waren (Tabelle 6).

Tabelle 6: Physikalische, chemische und biologische Bechaffenheit der Milch

Parameter	Tiergruppen des 1. Versuches (n=10)		Tiergruppen des 2. Versuches (n=6)	
	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe
Dichte kg/m^3	1028,0	1028,8*	1028,9	1028,8
Gesamtazidität °T	15,36	16,56	18,71	17,59
pH	6,82	6,79	6,76	6,77
Bakterielle Kontamination (Klasse I) %[1]	74	65	75	83
Anzahl der somatischen Zellen taus./ml	286	235	297	324
Labgerinnungszeit min	42,8	36,2	35,4	34,4
Labgärprobe (Klasse I-II) %[1]	77,8	83,4*	77,1	63,5
Thermostabilität (guter 75-80°-Ethylalkohol) %[1]	90,7	88,9	91,7	90,4

[1] ein Teil aller untersuchten Milchproben

Rationen mit der ZRS-Silage hatten keinen negativen Einfluss auf Milchqualität und die für Käseherstellung wichtige Parameter wie Labempfindlichkeit der Milch (Labgerinnungszeit), Gerinnselqualität (Labgärprobe; Tabelle 6). Während beider Versuche zeichnete sich die Milch beider Gruppen durch lange Labgerinnungszeit (34,4-42,8 min) aus. Die Gerinnungszeit genügte jedoch den Anforderungen an Milch für Käseherstellung (15-45 min). Mehr als die Hälfte aller Labgärpoben wurde der Klassen I-II zugeordnet. Dies zeugt von der Käsereitauglichkeit der Milch. Die Unterschiede genannter Parameter zwischen den Gruppen während beider Versuche waren nicht gesetzmäßig. Dies lässt die Annahme zu, dass Milch – unabhängig von der Rationszusammensetzung – ähnliche Käsereitauglichkeit hatte, was angesichts der steigenden Käsenachfrage wichtig ist.

Schlussfolgerungen

1. Im Vergleich zu der Kontrollgruppe, die nur ein siliertes Futtermittel (Silomais oder Grassilage) und verminderte Kraftfuttergabe (30%) bekam, war der durchschnittliche Milchertrag der Versuchsgruppe, deren Ration aus zwei Silagen (Silomais und ZRS-Silage oder Grassilage und ZRS-Silage) bestand, um 15,1% bzw. 0,5% größer.
2. Wenn Silomais teilweise (50-60%) durch silierte ZRS ausgetauscht wurde, war in der Milch dieser Gruppe um 0,19% ($P<0,05$) mehr Protein, 0,22% ($P<0,05$) mehr Casein, 0,03% ($P<0,05$) mehr Mineralstoffe und 3mg% ($P<0,05$) weniger Urea enthalten.
3. Fütterung der Milchkühe mit silierten ZRS bei gleichzeitiger Verminderung der Kraftfuttergabe um ca. 30% hatte keinen negativen Einfluss auf Zusammensetzung der Milch und ihre technologische Beschaffenheit

Literatur

1. Andersen E. et al. The contamination of milk with spores of lactate fermenting butyric acid bacteria from silage and ofhers feeds // Kobenhavn og Hillerod. 1987. P 1 – 21.
2. Bendikas P. ir kt. Galvijų ūkis.- Kaunas.: Aušra, 2001. P. 19-37.
3. Christopherson S.W., Glass R.L.Preparation of milk fat methylester by alcoholysis in an essentially non-alcoholic solution // Joumal of Dairy Science,- 1969. Vol. 52. P. 1289-1290.
4. Gudonis A. Pieno ir produktų technologija.- Kaunas: Technologija, 2002. P. 61.
5. Heningway R. G. et al. Sugar beet pulp products for dairy cows // Animal Feed Science and Technology * 1986. Vol. 15. P. 123*127.
6. Internatiol Dairy federation, Milk. Determination of nitrogen content. Brussels.: IDF (FIL-IDF Standart no. 20 B), 1993.
7. International Dairy Federation. Determination of total phosphorus content. Photometric method. Brussels : IDF (FIL-IDF Standart no. 33 C), 1987.
8. International Dairy federation. Milk. Determination of non- caseinic nitrogen content. Brussels : IDF (FIL-IDF Standart no. 29), 1993.
9. International dairy federation. Whole milk. Determination of milk fat, protein and lactoze content. Guide for the operation of mid- infra –red instrument. Brussels: IDF (FIL-IDF Standart no. 141B), 1996.
10. Jeroch H., Drochner W., Simon O. Ernahrung landwirtschaftlicher Nutztiere. – Stutgart :Verlag Eugen Ulmer, 1999. S. 233-307.
11. Kristensen V .F. et al. Effect of nitrogen fertilization on the protein value of grass silage for dairy cows and on the guality of milk. Kobenhavn, 1987.P.4-6.
12. McDonald P., Edwards R.A., Greenhalghj. F. D. et al. Animal nutrition. – New York, 1995. P. 481-488.
13. Perkin- Elmer. Procedures for milk determinations of Ca, Mg, K, Na and Cu: Users Quide. 1982, Perkin- Elmer FP 12.
14. Snedecor G.W., Cochran W.G. Statistical Methods.Iowa: Iowa University Press, 1989. 8 th. 503 p.
15. Šalomskienė J. Mikrobiologinės kontrolės instrukcija pieno perdirbimo įmonėms.- Vilnius.: UAB Informacijos ir leidybos centras, 1996. 124 p.
16. Telles F.F., Young CH. K., Stull J. W. A method of rapid determination of lactose # Joumal of Dairy Science. 1978, Vol. 61, P. 506-508.
17. Tondu F. Urea analysis in cows milk: development of a colorimetric method and study of the milk variability. Report, Maitrice de Sciences et Technigues, University de Creteil.1986.
18. Urbienė S. Pieno ir jo produktų cheminės analizės metodai. – Kaunas.: Lietuvos maisto institutas, 1999. 247 p.
19. Weisbach F., Koller S. Silagegualitat und clostri diensporen in der milch # Tierzucht. – 1989. Bd. 43, H.8.S. 383 –385.
20. Нормы и рационы кормления сельскохозяиственных животных.- Москва.; Агропромиздат,1985.С. 6-120.288.
21. Пуставой В. Газохроматографическое определение жирных кислот в кормах,биологических субстратах сельскохозяйственных животных:(Методические указания). –Боровск, 1978. 71 с.

Anschrift der korrespondierenden Autorin:

Doz. Dr. Sabina Mikulionienė
Litauischen Landwirtschaftliche Universität
Studentu 11, Kaunas - Akademija, Lt-53361
e-mail: sabina@nora.lzua.lt

The effect of yeast culture SC-47 addition on ruminal digestion of dairy cows

PETR DOLEŽAL, LADISLAV ZEMAN, AND JAN DOLEŽAL
Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

Introduction

A great attention in animal nutrition is paid presently also to the use of yeast cultures, which already became a diet standard component during last years. At the present, there are sufficient studies on yeasts that are of important effect on ruminants under specific ruminal anaerobic conditions. The results presented (LYONS, 1993; SUNE, 1998; ALSHAIKH et al., 2002 and others) suggest favourable and positive effects of yeast cultures not only on ruminants´utility, content of milk components, but also on ruminal digestion. Yeast cultures improve the ruminal cellulolytic activity probably taking part in the increase of their number and cellulolytic activity, improve the digestion level of fibre, reduce lactate accumulation, reduce oxygen concentration in ruminal fluid, and using starch in the feeding ration, they decrease the production rate of volatile fat acids (VFA), increase stability of the ruminal environent, and in this way, they affect positively ruminal digestion (BLAKE, 1993). As well, BAX (2004) states that the yeast addition improves conditions of ruminal digestion, increasing also the ruminal digestion of fibre. The positive effect of yeasts on animal utility is also proved by increase of feed consumation and by improvement of nutrient digestibility (JOUANY, 2001; ERASMUS et al., 1992 and others). Similarly LYONS (1993) states that several yeast strains are of a higher capability for to use lactate, or they stimulate lactate use by bacteria of propionic fermentation. The lactate use by these bacteria is of fundamental importance for stabilization of the ruminal environment. DOREAU a JOUANY (1998) registered in individual animals that yeasts reduce daily variability of the pH value, and simultaneously, they decrease differences among different animals, which leads to a higher stability of the ruminal environment during a day. From the available literature it is also known that, in ruminal fluid of ruminants fed yeast addition, not only the total content of volatile fat acids and also the percentage of propionic acid increase and the ammonia content decreases (EJALBERT et al., 1999), while the total number of bacteria and also infusoria increases significantly (SUNE, 1998; KAMRA et al., 2002 and others).

The values of selected biochemical indices in ruminal fluid of non-lactating dairy cows (2 last months of gravidity) fed on the basis of 67% proportion of voluminous feeds and 32% proportion of corn feeds with yeast culture addition were published by ENJALBERT et al. (1999). The possibility of different proportions of voluminous and corn feeds combined with other effects (feeding frequency, lactation order, animal utility) on the level of ruminal digestion and lactate metabolisation in ruminal fluid is reported also by ILLEK (2004), HOOVER et al. (1994), STRZETELSKI et al. (1996) and others.

The study submitted is aimed at considering the effect of yeast culture Saccharomyces cerevisiae (Strain 47) on the selected indices of ruminal fermentation in lactating dairy cows.

Material and Methods

The experiment was performed in the group of 12 Holstein variety dairy cows during the first 100 days after birth. Cows were fed mixed feeding ration (TMR) containing clover-grass silage (18 kg), maize silage (12 kg), crushed maize ears silage (6 kg), meadow hay (0.8 kg) and production corn mixture (2 kg) with mineral complement. The average utility of dairy cows was 35 L. The dairy cows of both groups (control and experimental) were fed the same feeding ration, but that of experimental cows contained moreover the yeast preparation *Biosaf* mixed homogeneously into corn mixture in the ration of 5 g/ind. per day. The whole experiment lasted 60 days. Ruminal fluids were taken from cows perorally, using a oesopharyngeal sound, before the experiment launched and after 30 days of the diet fed using the method by HOFÍREK a DVOŘÁK (2002). Within ruminal fluid, analysed were the total content of VFA, percentage of acids (acetic, propionic, and butyric), pH value and ammonia content. The total content of infusoria was determined using the method by HOFÍREK a DVOŘÁK (2002). The values were compared with the reference values according to VRZGULA et al. (1990). VFA were determined using the method of gas chromatography, ammonia content using the method by Conway. Besides the analysis of selected ruminal fermentation indices, analysed were also the feeding ration (nutritive value, energy content and PDI) including the findings of starch ruminal degradability and crude protein. As well, the silages used were analysed.

Results and Discussion

The TMR of the control group had the dry matter of 452,2 g/kg; this contained 165,8 g CP, 26,5 g fat, 198,6 g ADF, 309,3 g NDF, the NEL concentration of 6,65 MJ/kg DM and ruminal starch degradability of 70,44%. The TMR of the experimental group had the dry matter content of 452,2 g/kg and its nutritive value was higher (185,8 g CP, 28,7 g fat, 210,2 g ADF, 312,6 g starch, NEL concentration of 6,9 LMJ and ruminal starch degradability of 73,46%. From the above is evident that the CP value in the control diet corresponded to the recommended range, while at a higher CP concentration in 1 kg DN, no improvement occurs more in supply to organismus M, and on the contrary, in a overlimit creation of ammonia. The proper ruminal fermentation and protein microbial composition are affected to considerable extent by feeding ration composition and structure, or by structural fibre content. The fibre concentration in the control diet ranged around 17,54% in the experimental one ranged around 16,11%. The fibre concentration occurs at the lower limit of the fysiological range (SOMMER and PETRIKOVIČ, 2003), and it is related to actual utility, while the ADF content is in both TMRs lower than that recommended by SOMMER and PETRIKOVIČ (2003). In feeding retions for high- utility dairy cows, it is recommended that the ADF content should range 19-21% and in NDF 75% at minimum, and it should be from voluminous feeds of high quality. It is clear that there are relationships between fibre composition and the time of proper ruminal digestion, and each fibre fraction is degradated in its proper rate depending on the size of indigestible fractions. The starch ruminal degradability of both diet TMRs was low up to middle (70.44% or 73.46%) and therefore, no adjustations in the NDF content were needed in the feeding ration. High demands for ruminal metabolism in cows after birth is also associated with the total metabolism level in dry standing cows, when as high as 50% of absorption capacity in ruminal muccus for VFA are reduced, while the ruminal metabolism of dairy cows after birth is more loaded due to a higher corn feed proportion (up to 55% in feeding ration). The effect of the yeast culture addition to feeding ration on the ruminal indices is evident from Table 1. From the results is clear that the use of yeast culture can help in balancing and compensating the changes in ruminal digestion, and yeasts help by its mechanisms to stabilize the ruminal environment. The yeast culture addition to the experimental diet led to increase of the pH value in ruminal fluid (6.53±0.05) compared with the control group (6.32±0.05), which corresponds to the findings by other authors (LYONS, 1993; STRZETELSKI et al., 1996; ILLEK, 2004 and others). The pH value in ruminal fluid ranges between physiological limits (VRZGULA et al., 1990) and corresponds to the VFA content. From

this point of view, the relation between non-structural saccharids and proper fibre digestion is of importance, because the main cause of the ruminal pH value decrease below the physiologically optimum value for cellulose functions is a greater preference of non-structural saccharids by ruminal bacteria. This preference results in a greater metabolisation of these saccharids in detriment to fibre. The associated phenomenon is inhibition of enzymatic system an also reduction of infusoria. The yeast culture addition did not lead against, expectations, to the VFA production increase in ruminal fluid, of which value compared with that of the control group ranged around lower physiological limit. This finding is confirmed by the previous results of ALSHAIKH et al. (2002), PUTNAM et al. (1997), but on the contrary, they do not agree with the statement by ILLEK (2004) and KAMRA et al. (2002), who found a significant increase of VFA production in experimental diets with yeast cultures fed. The yeast culture addition led to an insignificant decrease of the ammonia content in ruminal fluid (8,45±0.43 mmol/L) compared with the control group od dairy cows. The lower ammonia value documents a better use of NH_3- N by ruminal microflora. The decrease of ammonia creation is consistent with the findings by ALSHAIKH et al. (2002), HOOVER et al. (1994), JOUANY et al. (1998) and others. From the diagnose results in ruminal fluid related to the content of protozoa is evident that the yeast culture addition in 5 g/day ration led to a significant increase of their number (331.96±8.58 thousand/ml) compared with the mean value in cows of the control group (319.17±11.13 thousand/ml). The presented findings correspond to those by other authors (ILLEK, 2004; LYONS, 1993; BRYDL et al., 1995,and others).

Table 1: The average of ruminal biochemical parameters in dairy cows

Group		pH	Sum of acids g/100 g	Ammonia (mmol/L)	Protozoa (ths./ml)	Acetic acid %	Propionic acid %	Butyric acid %
Treatment	Average	6.53[a]±0.05	0.85±0.01	8.45±0.43	331.96±8.58[a]	56.83±1.57	24.96±1.00[a]	18.04±0.82
	coeffiicient of variation (%)	0.75	0.55	5.14	2.58	2.77	4.02	4.55
Control	Average	6.32±0.05[b]	0.84±0.03	8.49±0.51	319.17±11.13[b]	59.63±1.24	23.46±1.10[b]	16.42±0.73
	variation coefficient (%)	0.77	3.06	5.97	3.49	2.08	4.70	4.45
Physiological reference limits		6.2-6.9	0.80-1.20	6.00-16.00	300-500	55-75	15-25	15-25

a, b ($P<0.05$);

Summary

Twelve dairy cows were used in an experiment at which the effect of yeast culture addition on the rumen fermentation was studied. Animals were divided into experimental and control group, each of them about 6 individuals. Feeding ratio consisted of maize silage (12 kg), meadow hay (0.8 kg), clovergrass silage (18 kg), crushed maize ears silage (6 kg) and corn mixture 2 kg. The feeding ratio in the experimental group was with 5 g yeast culture of SC (Strain 47) per day and cow. The rumen fluid was taken perorally 2-3 hours after feeding. The results indicate that the Saccharomyces cerevisiae SC-47 additivum within the ratio recommended has affected positively on the rumen digestion (a higher production of volatile fat acids, a higher pH value) in comparison with control group. At feeding with Saccharomyces cerevisiae SC-47 the trend of number increase in protozoa in the cowś rumen fluid and a better use of ammonia were found.

References

ALSHAIKH, M. A., ALSIADI, M. Y., ZAHRAN, S. M. a kol.: Effect of feeding yeast culture from different sources on the performance of lactating Holstein cow in Saudi Arabia. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 2002, 15:3, 352-356.

BAX, J.:Ovlivnění činnosti bachoru. In: Odborný seminář „Výživa dojnic", 2. března 2004, (osobní sdělení).

BLAKE, J. S.: Význam stabilního bachorového prostředí pro užitkovost přežvýkavců a způsoby jeho dosažení. In*: Biotechnologie ve výživě zvířat*, DT Brno, 1993, s. 25-32.

BRYDL, E., BATA, A., RAFAI, P. a kol.: Effect of viable Saccharomyces cerevisiae on rumen fermentation, acid-base metabolism and milk production in dairy cows. *Magyar-Allatorvosok-Lapja*, 1995, 50:9, 543-548.

DOREAU, M., JOUANY, J.P.: Effect of a Saccharomyces cerevisiae culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1998, 81:12, 3214-3221.

ENJALBERT,F., CARRETT, J. E., MONCOULON, R. et al.: Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal digestion in non-lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*,1999, 76:3-4, 195-206.

HOFÍREK, B., DVOŘÁK, R. Metody odběru bachorové tekutiny a její praktický význam. *Farmář*, 2002, 7, s. 46-47.

HOFÍREK, B., DVOŘÁK, R. Význam vyšetřování bachorové tekutiny. *Farmář*, 2002, 10, s. 48-50.

HOOVER, W. Chemical factors invoeld in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 69, 1986, p. 2755-2766.

ILLEK, J.: Vliv kvasinek Sacharomyces cerevisiae na fermentační procesy v bachoru a skladbu mléka dojnic. In. *Perspektivní aditiva ve výživě zvířat*, Průhonice u Prahy: 2004, (osobní nepublikované sdělení).

JOUANY, J. P.: Dvacet let výzkumu kvasinkových kultur a jejich masivní nástup v současné době ve výživě přežvýkavců. In. *Sborník z 15. evropského přednáškového turné firmy Alltech*. Brno, 2001, s. 29-39.

KAMRA, D. N., CHAUDHARY, L. C., NEETA, A. a kol.: Growth performance, nutrient utilization, rumen fermentation and enzyme activities in calves fed on Saccharomyces cerevisiae supplemented Diet*. Indian Journal of Animal Sciences*, 2002, 72:6, p. 472-475.

LYONS, T. P.: Požadavky současnosti na vývoj biotechnologických metod v oblasti výživy a krmení zvířat. In: *Biotechnologie ve výživě zvířat. VII. Evropské přednáškové turné*, Brno, 1993, s. 11-24.

PUTNAM, D. E., SCHWAB, C. G., SOCHA, M. T. a kol.: Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acids to the small intestine. *Journal of Dairy Science,* 1997, 80:2, 374-384.

SOMMER, A., PETRIKOVIČ, P.: K problémom výživy vysokoprodukčných dojníc. *Agromagazín*, č. 11, 2003, s. 32-35.

STRZETELSKI, J., MACIEJEWICZ, J., BILIK, K. a kol.: Effect of new yeast on calf rearing,rumen fermentation and protozoa population in the rumen of young bulls. *Roczniki Naukowe Zootechniki.*, 1996, 23:1, 123-141.

SUNE, R. W.: The yest culture (*Sacharomyces cerevisiae*) strain 1026 as manipulator of ruminal fermentation in relation to milk yield and composition. *Revista-Cientifica-Rural*, 1998, 3, 1: 70-79.

VRZGULA, L., ALIJEV, A. A., BAREJ, W. a kol.: Poruchy látkového metabolizmu hospodárskych zvierat a ich prevencia. *Príroda Bratislava*, 1990, 494 s.

Acknowledgement:

This study was supported by project MSM No. 432100001.

Address of corresponding author:

Doc. MVDr. Dipl. Ing. Petr Doležal, CSc.
Department of Animal Nutrition
Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic
e-mail: dolezal@mendelu.cz

Body Mass Decrease and Milk Production During the First 100 Days of Lactation Period

P. NOVAK[1], S. KRACMAR[2] and L. NOVAK[1]
[1]) University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno, Czech Republic
[2]) Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Czech Republic

Introduction

Milk production is determined as potential efficiency of particular bodily organs the cow so as simultaneous environmental impacts. The general effects are: age and weigh of cow after calving, feeding, husbandry technology and milking practice, the season of calving, length of dry-period and calving interval and the state of health. Important role has to be given the genetic of the herd (Kučera et al. (1999); Dědková et al. (2002); Vokřálová et al. (2002)). In this contribution we try to describe the influence of the corn feeding in the dry period.

Material and Methods

The observation has been done on 22 high pregnant heifers of the Czech pied cattle crossed with Holstein cattle. The animals were divided on experimental and control group. The experimental group has been two weeks before the expecetd calving suplemented with additional dose of corn mixture. The suplementary mixture was offered from 0,5 kg to 3 kg per day with the 0,5 kg increase in the two days intervals. This suplementary dose has ben fed also up to 5 day after calving to facilitate the adaption of the rumen microflora to the corn suplemantation of the total mix rarion during lactation.

The live body mass of milking cows has been estimated in two weeks period. The accuracy of weighing on the automatic scales has been performed with accuracy of ±1 kg. The time of weighing has been don always after the evening and morning period of milking. The amount of milk production was estimated first in daily intervals after calving and then in a two weeks interval up to 100 days of lactation.

Results and Discussion

The data presented in the table do express the changes in the body mass and in the amount of the milk drawn. The peak of these changes is reached between the 20–40 day of lactation.

Table: The Body Mass Change and the the Milk production in Cows on the 1st and on the 2nd Lactation (the data are in % of the average of the Standard Value in the Time of Calving)

	Control group (n=22)				Experimental group (n=22)			
	1st lactation (n=12)		2nd lactation (n=10)		1st lactation (n=11)		2ndt lactation (n=11)	
Body mass change	from %	to %	from %	to %	from %	to %	from %	to %
- before parturition	90	105	100	115	85	105	95	110
- decrease to the 20 days pp	78	95	80	100	84	95	95	98
- minimum reached after p.	60	80	88	100	83	80	82	82
on the day	60	60	20	20	20	50	50	100
- 100 day post parturition.	85	100	85	100	102	84	82	105
number of cows	3	2	2	1	1	3	2	1
Changes in the milk drawn	from %	to %	from %	to %	from %	to %	from %	to %
- decrease to the 20 days pp	70	125	80	120	80	125	60	120
number of cows	2	3	2	3	2	2	1	2
- from20 to 40 day p.p.	60	120	80	120	65	130	70	120
number of cows	2	3	3	1	3	1	1	1
- 100 day post parturition.	70	100	40	110	60	110	50	110
number of cows	2	2	1	3	3	2	3	1

The data of cows in the first lactation are depressed up to the level of 60 % of the standard value used. On contrary during the second lactation also the control group decreases the body mass only to the level of 80 %. The milking cows of the experimental group do exhibit the decrease in body mass in the interval between the 20 up to the 50 days. The body mass decreases only to 80 % of the value before calving. However also in the control group they are individuals they do exhibit the body mass decrease only to the 95 % during the first 60 days after calving.

As it can be observed in the figure the milking curve in the experimental group start at the level of approx. 13 kg of milk per day and reaches the peak between the 40-50 day at the level around 15,5 kg per day. In the control group, during the dry period without the supplementation of additional dose of corn mixture, the lactation curve start at the level of approx. 9,5 kg per day of milk drawn and did reach the peak in the region of 50 so 60 days at the level of around 12,2 kg per day of milk drawn.

The average values of the body mass originate at the begin on 492 kg. Up to the 40 days the body mass decreases to the value of 480 kg. At the same time the lactation curves did approach their peak values in both groups. The lactation curves after reaching the peak go into the autoretardation period of the daily milk drawn. This means, the energy consumed in the daily amount of total mix ration can be in larger scale utilised to the regain of the body mass loss gained during the previous interval.

The observed coincidence between the autoretardation of the lactation curve and the start of regaining the body mass loss corresponds with the views presented by Windisch (2003), that the lactation curve is guided by the internal regulatory processes, they do not respect the amount of energy which

is in the first 2 to 4 weeks period after calving at disposal from the amount of total mix ration consumed. The milk produced in the udder draws the needed amount of energy from the tissues of the cow's body. This facts corresponds with the general view of Jelínek, Koudela et al. (2003) about the humoral regulatory mechanism they do influence the milk production in the udder.

The data in the table do exhibit evidently a great difference between the individual cows, they do reach as the body mass depression, so the velocity of the milk drawn daily. Surprisingly there are few individuals; they didn't exhibit any body mass depression. This fact, according to our opinion, deserves further detailed experimental observation and analysis from the point of view of the feeding capability of some individual (voracity), so from the point of the humoral regulatory influences. The adaptability to the local climate changes now doubt may be involved in these deviations expressed in the differences of the thermal insulation of the body core.

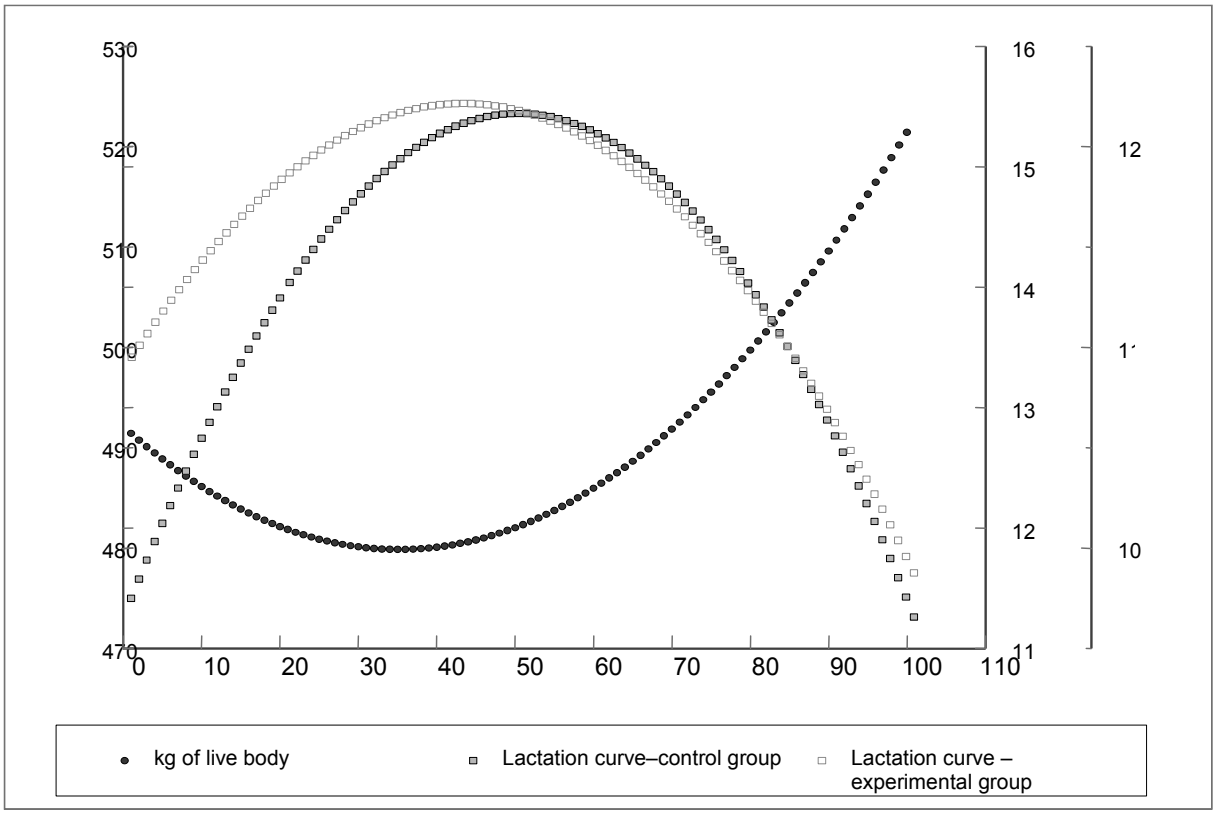


Figure: Time Course of Changes in the Body Mass Decrease after Calving and the Simultaneous Increase of the Milk Amount Drawn During the First 100 Days of Milkin

Summary

Measurement of the amount of the milk drawn and the body mass changes during the first one hundred days of milking clearly indicate that the peak of milking curve does not always guide the decrease of the body mass up to the 20 – 40 days of milking. The relation between the milk drawn decreases during the first 40 to 60 days after calving may in some individual also rise above the average of the herd. Expressed in relative units (%) the increase of the milking curve rises sometimes up to 130 % of the average value at the begin of the lactation. On the contrary the body mass curve in the same time decreases from 60 % (after first calving) to 88 % (in the cows in the 2nd lactation).

Acknowledgements

This study was conducted with the support of Grant Project No. QF 4036 awarded by the NAZV MZe CR.

References

Kučera, J., Hyánek, J., Mikšík, J., Čermák, V.(1999) : Vliv období otelení na mléčnou užitkovost dojnic českého strakatého skotu. (The Influence of Calving Season on Milk Production of the Czech pied cattle.) Czech. J. Anim. Sci 44, 343-350

Jelínek, P., Koudela K. a kol. (2003): Fyziologie hospodářských zvířat. (The Physiology of Farm Animals). MZLU Brno 2003.

Dědková, L., Němcová, E. (2002): Rozdíly v průběhu laktační křivky u holštýnského skotu. (The differences in course of lactation curve in Czech Holstein cows) Workshop „Animal Environment Interaction" VFU Brno 2002 s. 23-27.

Vokřálová, J., Novák, P. (2002) : Význam laktačních křivek dojnic při řízení stáda. (The influence of lactation curves in health herd management). Workshop: „Animal Environment Interaction" VFU Brno 2002 s.28-29.

Windisch,W. (2003): Fehlenährung laktierender Milchkűhe und Ihre Wirkung auf Stoffwechsel und Leistung. In.: 2.BOKU-Symposium TIERNÄHRUNG.Wien.2003.1-7

Wood, P, D, P, (1979): A simple model of lactation curves for milk yield, food requirement and body weight. Anim. Prod. 28, 55-63.

Address of corresponding author:

Doz. Dr. Pavel Novak
University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno
Palackeho 1-3, 61242 Brno, Czech Republic
email: novakp@vfu.cz

Zur Validierung von Energieaufnahme und Ansatzleistung von Mastbullen aus Fütterungsversuchen

KARL RUTZMOSER
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Einleitung

Der Energiebedarf von Mastbullen (in MJ ME, je Tag) wurde faktoriell abgeleitet (GfE 1995). In der Anwendung kommen zuweilen Unsicherheiten auf, ob die Bedarfsempfehlungen mit der tatsächlichen Aufnahme und der realisierten Zuwachsleistung hinreichend übereinstimmen. Mit einem umfangreicheren Datenmaterial aus Fütterungsversuchen sollen die gemessenen Ergebnisse und die Empfehlungen verglichen und Folgerungen abgeleitet werden.

Ableitung des Bedarfes

Bei der faktoriellen Ableitung wird der Bedarf aus der Summe von Erhaltungsbedarf und dem Ansatz an Energie für Protein und Fett im Zuwachs berechnet. Der Erhaltungsbedarf ist auf das metabolische Lebendgewicht W in kg bezogen:

0,53 * W**0,75 (exp).

Zur Verwertung der ME für den Ansatz wird für Protein und Fett ein mittlerer Wirkungsgrad von 0,4, entsprechend dem Faktor 2,5 unterstellt. Der tägliche Ansatz an Protein und Fett errechnet sich aus Zunahme je Tag mal dem Anteil am Zuwachs (Zunahme g / 1000 * Protein bzw. Fett g / kg Zuwachs). Mit dem betreffenden Energiegehalt (Protein 0,0226 MJ je g, Fett 0,039 MJ je g) und den Zuwachswerten ergeben sich folgende Formeln für den ME-Teilbedarf:

ME Protein: Zunahme * Proteinanteil * 0,0226 * 2,5
ME Fett: Zunahme * Fettanteil * 0,039 * 2,5

Rückrechnung auf Fettanteil

Aus einer Rückrechnung mit den Faktoren der Bedarfsableitung kann aus einer gegebenen ME je Tag auf den Fettanteil am Zuwachs rückgeschlossen werden. Damit ist eine Beurteilung anhand einer gut vergleichbaren Größe möglich. Zur Berechnung der verbleibenden Fettenergie wird von der ME-Tagesmenge der Erhaltungsbedarf und die Energie für den Proteinansatz abgezogen. Ein Anteil von 175 g Protein je kg Zuwachs entspricht den von der GfE für Bullen der Rasse Deutsches Fleckvieh bis 500 kg Lebendgewicht unterstellten Werten, der ohne merklichen Fehler konstant gesetzt werden kann:

ME für Fettansatz = ME Tag – ME Erhaltung – Zunahme * 175 * 0,0226 * 2,5

Wird die Tages-ME für Fettansatz auf 1 kg Tageszunahme bezogen und durch die Faktoren für Energie im Fett und Verwertung geteilt, ergibt sich der rechnerische Anteil an Fett in g je kg Zuwachs:

Fettanteil = ME für Fettansatz / Zunahme g * 1000 / 0,0226 / 2,5

Der rechnerische Fettanteil kann sowohl aus der Aufnahme an ME wie auch der Empfehlung für das betreffende Lebendgewicht und die Zunahme ermittelt werden.

Daten der Fütterungsversuche

Für die Auswertungen standen die Ergebnisse von 6 Fütterungsversuchen mit gesamt 303 Mastbullen, durchgeführt an der Landesanstalt in Grub, zur Verfügung. Die Mast dauerte üblicherweise von 200 bis etwa 650 kg Lebendgewicht. Die Tiere wurden in Einzelfütterung gehalten mit Feststellung der täglichen Futteraufnahmen. Aus den zugeordneten Futterwerten ergab sich die täglich aufgenommene ME. Die Bullen wurden in 4-wöchigem Abstand gewogen, insgesamt entstanden 3092 Wiegeabschnitte. Für jeden Abschnitt wurde das mittlere Lebendgewicht und die Tageszunahme ermittelt und daraus die Empfehlung (ME-Bedarf aus Formel nach Bedarfstabellen) errechnet. Die angeführten Berechnungen des Fettanteils am Zuwachs wurden auf die aufgenommene und empfohlene ME angewendet.

Ergebnisse

Die Mastbullen konnten in den ausgewerteten Versuchen mit einer durchschnittlichen Tageszunahme von 1473 g eine sehr gute Leistung erreichen. Die mittlere Aufnahme an ME von 94,77 MJ je Tag war höher als der rechnerische Bedarf von 90,38 ME je Tag. Mit der Einteilung in Gewichtsklassen (50 kg-Schritte) ist die Entwicklung während des Mastverlaufes darstellbar (Tabelle 1).

Tabelle 1: ME-Aufnahme und Empfehlung und abgeleiteter Fettansatz nach Gewicht

Gew.-klasse	Anzahl Abschn.	mittleres Gewicht	Tages-zunahme	ME Aufn.	ME Empf.	Fettanteil Aufn.	Fettanteil Empf.
200	86	209	1306	60,1	60,8	142	148
250	289	249	1548	69,9	70,3	142	144
300	299	300	1703	77,9	78,3	138	140
350	314	350	1556	84,8	81,1	175	151
400	345	399	1592	92,9	87,3	192	156
450	352	450	1564	98,3	92,3	203	165
500	374	500	1423	102,0	95,0	230	179
550	392	549	1353	105,2	98,9	240	193
600	372	598	1305	109,4	103,7	254	210
650	210	646	1268	114,3	108,3	274	225
700	50	693	1431	112,1	117,9	261	231

Im niedrigeren Gewichtsbereich bis 300 kg stimmen ME-Aufnahme und Empfehlung sehr gut überein. Folglich ergeben sich auch sehr ähnliche Anteile des berechneten Fettansatzes aus Aufnahme und Empfehlung. In den Gewichtsklassen ab 350 kg bis zum Mastende wird um etwa 4 bis 6 MJ ME je Tag mehr aufgenommen als bei den erreichten Zunahmen als Empfehlung anzusetzen ist. Dem entsprechend wird aus der ME-Aufnahme ein um etwa 40 g höherer Fettanteil je kg Zuwachs gegenüber der Empfehlung errechnet.

Unterscheidung nach Zunahmeleistung

Der ME-Bedarf wird auch von der Zunahme mit bestimmt. So wurden die Tiere nach ihrer durchschnittlichen Tageszunahme über die gesamte Mast in drei etwa gleich große Klassen (n = niedrig, m = mittel, h = hoch) eingeteilt. Die mittlere Klasse entspricht weitgehend dem Gesamtdurchschnitt, so dass in den Tabellen 2 und 3 die Ergebnisse der Tiere mit niedrigen und hohen Zunahmen aufgezeigt werden.

Die Klasse mit den Tieren niedrigerer Zunahme (Tabelle 2, Durchschnitt 1323 g/Tag) hatte größere Differenzen von ME-Aufnahme und Empfehlung. Bis 300 kg war die Aufnahme um fast 2 MJ, bei höherem Gewicht um 6 bis 10 MJ ME höher. Der rechnerische Fettanteil aus der ME-Aufnahme erreichte zum Mastende bis über 300 g/kg Zuwachs.

In der Klasse mit den hohen Zunahmen (Tabelle 3, Durchschnitt 1642 g/Tag) waren die schwereren Tiere, bei denen die Gewichtsklassen nach oben verschoben sind. In dieser Zunahmeklasse unterscheiden sich ME-Aufnahme und Empfehlung nicht so weit. Bis 300 kg war die Aufnahme sogar unter der Empfehlung, ab 400 kg betrug der Unterschied rund 2 bis 4 MJ ME. Aus der Aufnahme errechneten sich geringere Fettanteile am Zuwachs, am Anfang der Mast unter 120 g, zum Mastende bis 245 g/kg Zuwachs.

Tabelle 2: ME und Fettansatz in der Tierklasse mit niedrigeren Zunahmen nach Gewicht

Gew.-, Zun. kl.	Anzahl Abschn.	mittleres Gewicht	Tages-zunahme	ME Aufn.	ME Empf.	Fettanteil Aufn.	Fettanteil Empf.
200 n	40	208	1261	60,8	59,9	157	150
250 n	114	248	1414	69,7	67,7	164	149
300 n	115	300	1533	77,1	75,3	159	147
350 n	124	350	1427	84,6	78,6	199	155
400 n	125	399	1449	91,8	84,3	213	161
450 n	136	450	1397	96,5	88,7	227	170
500 n	146	500	1269	100,3	91,6	256	186
550 n	154	549	1124	103,2	93,2	292	201
600 n	122	595	1112	107,7	98,5	303	218
650 n	37	643	1199	115,3	106,2	306	228

Tabelle 3: ME und Fettansatz in der Tierklasse mit hohen Zunahmen nach Gewicht

Gew.-, Zun. kl.	Anzahl Abschn.	mittleres Gewicht	Tages-zunahme	ME Aufn.	ME Empf.	Fettanteil Aufn.	Fettanteil Empf.
250 h	92	249	1679	69,0	72,7	117	140
300 h	92	299	1918	78,2	81,9	113	132
350 h	95	350	1726	84,9	84,4	148	146
400 h	108	399	1794	93,7	91,4	164	151
450 h	105	449	1759	99,8	96,3	179	159
500 h	115	500	1644	104,2	100,0	199	173
550 h	113	550	1621	107,3	105,3	197	184
600 h	128	600	1528	111,7	109,3	217	201
650 h	107	648	1312	112,3	109,4	245	222
700 h	37	695	1464	120,8	118,9	243	229

Beim Vergleich der beiden Klassen fällt auf, dass trotz eines Unterschiedes von rund 300 g Tageszunahme die Tiere mit den hohen Zunahmen in entsprechenden Gewichtsabschnitten keine wesentlich höheren ME-Aufnahmen erreichten. Im hier verwendeten Rechenmodell drückt sich das in deutlich niedrigeren Fettanteilen am Zuwachs aus.

Dieses Ergebnis widerspricht der Lehrmeinung, dass bei hoher Zunahmeleistung und entsprechend hoher Energieaufnahme der Fettanteil am Zuwachs steigt. Dies kommt z. B. auch in den Ansatzwerten, die bei Schwarzbunt-Mastbullen unterstellt werden zum Ausdruck. Eine Erklärung könnte sein, dass diese leistungsfähigen Fleckvieh-Mastbullen ein so hohes Proteinansatz-vermögen besitzen und deshalb nicht so viel Fett angesetzt werden braucht. Es drängt sich aber auch die Frage auf, ob diese Fleckviehtiere z. B. wegen eines ruhigeren Temperamentes weniger Bewegungsenergie verbrauchen, was einen geringeren Erhaltungsbedarf verlangt. In diesem Fall würden Tiere mit unterschiedlichen Eigenschaften den Zunahmeklassen zu geteilt.

Einteilung nach Behandlungsgruppen

Um diese Frage zu überprüfen, wurden die durchschnittlichen Zunahmen von Behandlungsgruppen berechnet und alle Tiere einer solchen Gruppe einer Gruppenklasse zugeordnet. Es kann davon ausgegangen werden, dass Tiere mit unterschiedlichen Eigenschaften (z. B. Temperament) innerhalb Behandlungsgruppen und somit auch in den Gruppenklassen einigermaßen gleich verteilt sind und ein derartiger Einfluss weitgehend ausgeschaltet ist. Es entstanden 33 Behandlungsgruppen (vom Versuch gegebene Behandlung innerhalb Welle) mit 6 bis 11, meist 8 bis 10 Tieren mit einer Spannbreite von 1304 bis 1650 g Zunahme als Gruppenmittenwert.

Tabelle 4: ME und Fettansatz in der Gruppenklasse mit niedrigeren Zunahmen nach Gewicht

Gew.-, Zun. kl.	Anzahl Abschn.	mittleres Gewicht	Tages-zunahme	ME Aufn.	ME Empf.	Fettanteil Aufn.	Fettanteil Empf.
200 n	42	207	1277	60,8	60,0	154	149
250 n	114	247	1439	70,8	68,2	167	149
300 n	122	299	1478	77,9	74,2	174	149
350 n	121	349	1458	85,6	79,1	200	154
400 n	118	399	1433	92,5	83,9	222	161
450 n	120	450	1513	99,5	91,1	222	165
500 n	125	500	1355	102,7	93,5	252	182
550 n	137	549	1267	106,7	96,9	276	196
600 n	117	597	1282	112,9	103,1	289	211
650 n	59	647	1316	119,7	109,7	302	224

Tabelle 5: ME und Fettansatz in der Gruppenklasse mit hohen Zunahmen nach Gewicht

Gew.-, Zun. kl.	Anzahl Abschn.	mittleres Gewicht	Tages-zunahme	ME Aufn.	ME Empf.	Fettanteil Aufn.	Fettanteil Empf.
250 h	96	250	1700	68,4	73,1	110	139
300 h	98	299	1934	78,1	82,4	111	133
350 h	102	350	1662	83,4	83,3	148	148
400 h	106	399	1772	91,9	91,1	156	152
450 h	110	449	1612	96,0	93,3	180	163
500 h	122	499	1502	100,4	96,7	202	176
550 h	123	549	1487	103,5	102,0	198	188
600 h	124	598	1333	106,2	104,3	222	208
650 h	91	646	1214	107,8	106,7	236	227
700 h	27	695	1495	119,2	116,6	224	226

Durch die Einteilung in Gruppenklassen werden die Unterschiede in den Zunahmen geringer. Die Klasse mit den Gruppen niedriger Zunahme erreicht im Durchschnitt 1390 g, die obere Klasse 1570 g Tageszunahme. Während das Zunahmeniveau in der ersten Hälfte des betrachteten Mastbereiches bis 400 kg durch die Art der Gruppenbildung nicht wesentlich verändert wurde, ergeben sich in den oberen Mastabschnitten relativ höhere Zunahmen in der Gruppenklasse mit niedrigen Zunahmedurchschnitten und im Gegenzug ein stärkerer Abfall bei der höheren Gruppenklasse. Da die ME-Aufnahme innerhalb der Klassen weitgehend der Leistung gefolgt ist, errechnen sich vergleichbare Fettanteile in den korrespondierenden Gewichtsklassen. Die Gruppenzuordnung wirkt sich folglich nicht auf den errechneten Fettanteil am Zuwachs aus.

Folgerung

Der hier abgeleitete Fettanteil am Zuwachs ist weniger als absolute Größe über den tatsächlichen Fettansatz zu werten als vielmehr eine gut vergleichbare Hilfsgröße im Vergleich von aufgenommener ME und erreichter Leistung. Insofern kann der anzusetzende Fettanteil genutzt werden, um auf der Grundlage der faktoriellen Ableitung eine gute Übereinstimmung von gemessener ME-Aufnahme und vorgeschlagener Zufuhr zu erzielen.

Aus den vorgestellten Ergebnissen kann eine Formel zum Fettanteil am Zuwachs, abhängig von Lebendgewicht und Zunahmehöhe vorgeschlagen werden:

Fettanteil g/kg Zuwachs = 208 + 140 * GR – 35 * GR * GR

– 30 * ZR – 30 * ZR * ZR – 60 * GR * ZR

wobei: GR = (Lebendgewicht kg – 400) / 400

ZR = (Zunahme g – 1250) / 1250

Die Formel ergibt beispielhaft für einige Eckpunkte folgende Fettanteile:

Zunahme Gewicht	1000	1250	1500
200	128	129	128
400	212	208	201
600	280	269	256

Werden die nach dieser Formel anzusetzenden Fettanteile in die dargestellte Bedarfsableitung eingesetzt, ergibt die vorgeschlagene ME-Zufuhr eine gute Übereinstimmung mit der in den Versuchen festgestellten ME-Aufnahme (Differenz 0,4 MJ), wie auch aus der Abbildung zu ersehen ist. Da die Unterschiede im Fettanteil bei abweichenden Zunahmen abgeschwächt abgebildet werden, erbringt der Vorschlag bei niedrigen Zunahmen eine Differenz zur Aufnahme von etwa –3 MJ, bei den hohen Zunahmen von rund +4 MJ ME.

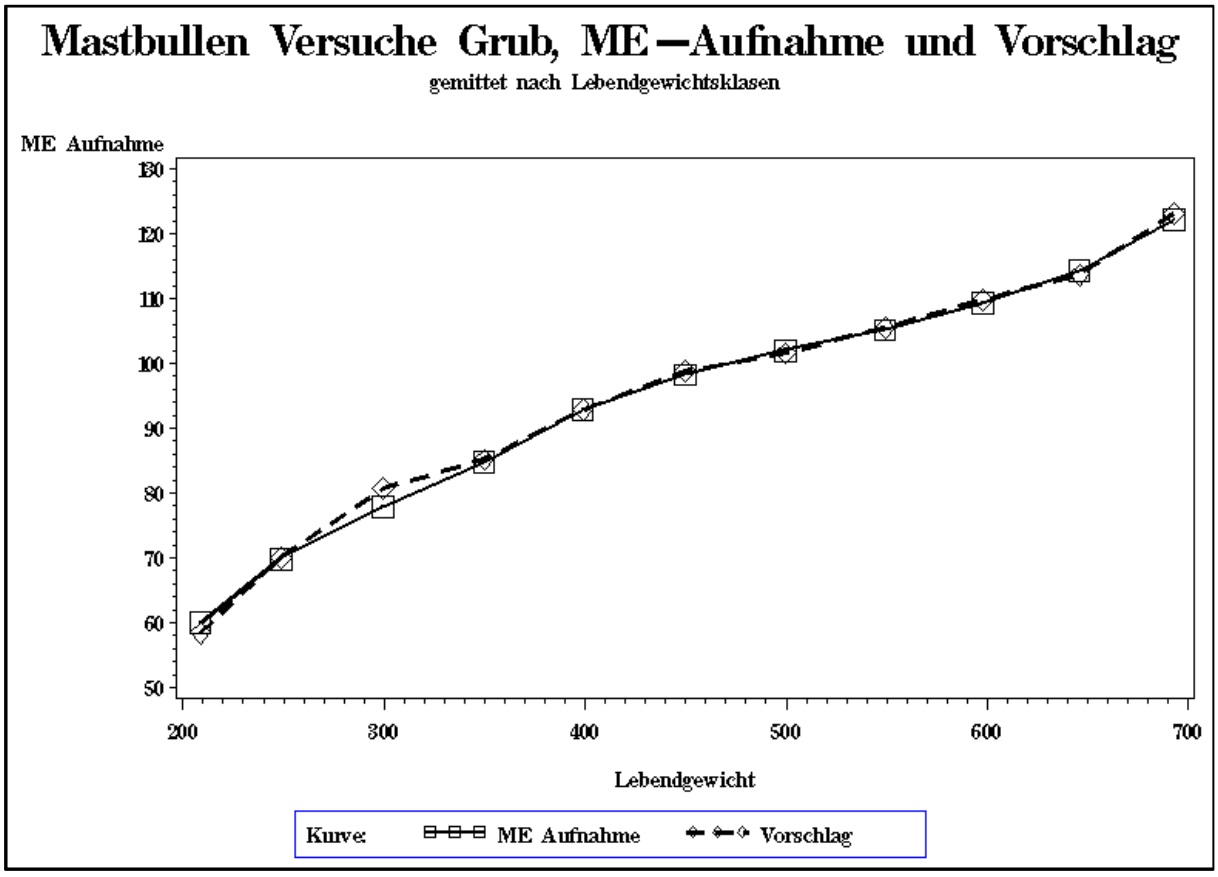


Abbildung: ME-Aufnahme und Vorschlag einer ME-Ableitung nach Lebendgewic

Literatur:

Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (1995): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6 Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag Frankfurt (Main)

Anschrift des Autors:

Dr. Karl Rutzmoser
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub
Prof.-Dürrwaechter-Pl. 3, 85586 Poing
e-mail: Karl.Rutzmoser@LfL.bayern.de

Zum Einsatz von Rapskuchen in der intensiven Bullenmast

WOLFGANG PREISSINGER, ANTON OBERMAIER, LUDWIG HITZLSPERGER und RUDOLF MAIERHOFER
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Einleitung

Rapskuchen ist ein kostengünstiges Eiweiß- und Energiefuttermittel. In der Rinderfütterung wird dieses Nebenprodukt der Rapsölgewinnung deshalb seit Jahren eingesetzt. Für den Einsatz von Rapskuchen in der intensiven Bullenmast gibt es dagegen bisher Vorbehalte: Zu geringe Schmackhaftigkeit und schlechte Rohfaserverdauung bedingt durch hohe Fettgehalte. Diese Bedenken sind mittlerweile unbegründet. Durch den Anbau glucosinulatarmer Sorten wurde der Rapskuchen schmackhafter. Auch der Rohfettgehalt ist mit derzeit 12 % deutlich niedriger als vor Jahren (Jilg und Schwadorf, 1994). Der Einsatz in der Bullenmast könnte bei entsprechenden Zunahmen durchaus wirtschaftlich sein und sollte in einem Mastversuch geprüft werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde Rapskuchen in steigenden Anteilen von 20 bis 40 % im Kraftfutter einer totalen Mischration (TMR) eingesetzt. Ergänzend wurde ein Verdauungsversuch mit wachsenden Bullen (Maierhofer 2002) sowie ein Praxisversuch (Schwab 2004) durchgeführt.

Material und Methoden

Versuchstiere

Der Versuch wurden mit Bullen der Rasse Fleckvieh zwischen Juni 2001 und Juli 2002 auf der Versuchsstation Grub mit 60 Tieren in zwei Einstallwellen durchgeführt.

Rationszusammensetzung

Gefüttert wurde eine TMR. Dabei wurden zu Versuchsbeginn pro 100 kg FM Maissilage 20 kg Kraftfutter und 2,5 kg Stroh eingesetzt. Gegen Versuchsende wurde die Kraftfuttermenge auf 15 kg und der Strohanteil auf 4 kg je 100 kg Maissilage festgesetzt. Somit ergaben sich die in Tabelle 1 dargestellten Rationen für die Anfangs- und Endmast. Zusätzlich wurden je Tier und Tag 350 g Sojaextraktionsschrot und 130 g Mineralstoffergänzung (80 g Rindermast-Mineralfutter + 50 g kohlensaurer Futterkalk) vorgelegt. Das zusätzlich angebotene Sojaextraktionsschrot diente einer besseren Anpassung an den Rohproteinbedarf und sollte die Futteraufnahme anregen.

Die Zusammensetzungen der Kraftfuttermischungen gehen aus Tabelle 2 hervor. Zu Versuchsbeginn ergaben sich somit 400, 600 und 800 g Rapskuchen (RK) in den einzelnen Behandlungsgruppen. Bei Versuchsende beliefen sich die Mengen auf 480, 720 und 960 g je Tier und Tag.

Tabelle 1: Zusammensetzung der TMR

	Mastbeginn (280 kg) 20 % Kraftfutter	Mastende (580 kg) 15 % Kraftfutter
Maissilage (kg/Tag)	10,0	16,0
Kraftfutter (kg/Tag)	2,0	2,4
Stroh (kg/Tag)	0,25	0,64

Tabelle 2: Zusammensetzung der eingesetzten Kraftfuttermischungen

	RK 20	RK 30	RK 40
Rapskuchen	20 %	30 %	40 %
Körnermais	20 %	17,5 %	15 %
Sojaextraktionsschrot	20 %	12,5 %	5 %
Weizen	20 %	20 %	20 %
Melasseschnitzel	20 %	20 %	20%

Ermittlung der Mess- und Analysedaten

Die TMR wurden einmal täglich gemischt und eingewogen. Die erste Tagesportion wurde früh morgens auf die verbliebene Futtermenge des Vortages gegeben. Vormittags erfolgte die Zuteilung der 350 g Sojaextraktionsschrot, damit noch ein Teil der Futterreste verzehrt wurde. Am Nachmittag wurden die Futterreste entfernt und zurückgewogen. Gleichzeitig wurde eine frische Halbtagesportion zugeteilt.

Die Bullen wurden alle vier Wochen zur gleichen Tageszeit gewogen. Vor dem Abtransport zum Schlachthof wurde das Stallendgewicht festgestellt.

In festgelegten Abständen wurden von den eingesetzten Futtermitteln T-Bestimmungen durchgeführt und daraus Mischproben zur Rohnährstoffanalyse gewonnen. Tabelle 3 beinhaltet die mittleren Rohnährstoffgehalte der eingesetzten Futtermischungen sowie der Einzelkomponenten.
Für Maissilage, die Kraftfuttermischungen und Stroh wurden die Energiegehalte nach den gültigen Schätzgleichungen berechnet. Die entsprechenden Werte für die TMR wurden im Verdauungsversuch an wachsenden Bullen ermittelt (vgl. Tabelle 4). Die Berechnung der Gesamtenergieaufnahme erfolgte ebenfalls an Hand der Werte des Verdauungsversuchs.

Statistische Auswertung

Die Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS. Es wurden die Tiermittelwerte varianzanalytisch verrechnet.

Das statistische Modell lautete: y = Behandlung + Rest.

Statistisch gesicherte Abweichungen der Mittelwerte wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 3: Rohnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel

Futtermittel	T g/kg	XF g/kg T	XP g/kg T	nXP g/kg T	XL g/kg T	RNB	ME MJ/kg T
TMR Gruppe 1	466	160	116	148	36	-5	11,60
TMR Gruppe 2	468	160	116	148	40	-5	11,69
TMR Gruppe 3	469	162	116	148	42	-5	11,80
KF Gruppe 1	887	85	249	193	52	9	12,63
KF Gruppe 2	890	90	238	191	63	8	12,72
KF Gruppe 3	893	97	233	181	78	8	12,81
Maissilage	380	163	75	136	35	-10	11,40
Körnermais	894	19	99	165	43	-11	13,35
Rapskuchen	888	121	345	208	157	22	14,06
Sojaextr.-Schrot	870	65	518	319	24	32	13,88
Weizen	873	19	129	169	16	-6	13,46
Melasseschnitzel	900	133	103	150	8	-8	11,55
Stroh	901	425	45	81	0	-6	6,72

Tabelle 4: Verdaulichkeit der Nährstoffe bei unterschiedlichem Rapskuchenanteil und verschiedener Vorlage (Maierhofer 2002)

	Vorlage als TMR			Einzelkomponenten		
	RK 20	RK 30	RK 40	RK 20	RK 30	RK 40
organische Substanz	77,6	78,1	78,9	78,8	77,7	77,4
Rohprotein	66,0	68,5	65,0	66,7	65,0	64,8
Rohfaser	66,0	63,9	63,5	64,3	62,2	61,9
Rohfett	90,1	87,8	90,6	88,4	88,6	89,8
NfE	82,0	82,7	83,6	83,70	82,9	82,6
Energie (MJ ME/kg T)	11,50	11,50	11,55	11,66	11,56	11,57

Ergebnisse und Diskussion

Fütterungsdaten

In Tabelle 5 ist die durchschnittliche tägliche Futter- und Nährstoffaufnahme der drei Gruppen dargestellt. Die Futteraufnahme unterschied sich zwischen den Gruppen nur nominell. Die Differenz zwischen der höchsten Futteraufnahme in Gruppe RK 20 mit 8,05 kg T und der geringsten in Gruppe RK 40 mit 7,94 kg T betrug 130 g T. Die Differenzen konnten statistisch nicht abgesichert werden. Im ergänzenden Praxisversuch mit Gruppenfütterung und zwei Behandlungen (30 und 50 % RK im Kraftfutter) wurde eine um 30 g erhöhte mittlere tägliche Futteraufnahme bei der hohen Rapskuchenvorlage (8,55 vs. 8,53 kg T) ermittelt (Schwab 2004). Löhnert et al. (1996) fanden bei Rapskuchenanteilen im Kraftfutter von 15 bzw. 30 % keinen gerichteten Effekt auf die T-Aufnahme. Lediglich bei 45 % wurde eine nicht signifikante Senkung der Futteraufnahme beobachtet. Vergleichbare Ergebnisse erzielte auch Jilg (1996a). Die Arbeitsgruppe Löhnert fand außerdem nur geringe Unterschiede in den pansenphysiologischen Kennwerten (pH-Wert, Gesamtsäuren, flüchtige Fettsäuren). Demgegenüber wird in einem älteren Versuch von Akzeptanzproblemen bei Vorlage von Rapskuchen berichtet (Röhrmoser et al. 1991).

Tabelle 5: Durchschnittliche tägliche Futter- und Nährstoffaufnahme

Parameter	RK 20	RK 30	RK 40
Futteraufnahme (kg T)	8,05	7,98	7,94
Energieaufnahme (MJ ME)	94,2	94,0	94,1
Rohfaseraufnahme (g)	1251	1253	1256
Rohproteinaufnahme (g)	1055	1040	1034
Nutzbares Protein (g)	1248	1241	1242

In Tabelle 6 sind ausgewählte Rationskennzahlen der Mischungen dargestellt.

Tabelle 6: Rationskennzahlen der Versuchsmischungen

Parameter	RK 20	RK 30	RK 40
Energiekonzentration(MJ ME/kg T)	11,69	11,78	11,90
Rohproteingehalt (%)	12,9	13,2	13,2
Nutzbares Protein (%)	15,4	15,6	15,8
RNB	-31	-32	-33
Rohfaser (%)	15,6	15,6	15,8
Rohfettgehalt (%)	3,6[a]	4,0[b]	4,2[c]

Mastleistung

Die Mastleistung der einzelnen Gruppen geht aus Tabelle 7 hervor. In die Auswertung kamen 50 Tiere, zehn mussten vorzeitig aus dem Versuch genommen werden. Bei sechs Bullen der Gruppe RK 30 waren Verletzungen des Beckens und der Extremitäten dafür verantwortlich. Ein Einfluss der Höhe des Rapskucheneinsatzes lässt sich daraus nicht ableiten.

Die Gruppe RK 20 war den anderen Gruppen hinsichtlich der mittleren täglichen Zunahmen nominell überlegen. Der Abstand betrug 50 g zu RK 30 und 45 g zu RK 40. Im Praxisversuch zeigten sich aber mit 1506 gegenüber 1451 g die besseren Zunahmen bei der Variante mit 50 % Rapskuchen im Kraftfutter (Schwab 2004). Ebenfalls keine bzw. nur geringe Effekte auf die täglichen Zunahmen stellten Jilg und Eckstein (1996) sowie Löhnert et al. (1996, 1997) fest. Demgegenüber beobachteten Röhrmoser et al. (1991) nach Austausch von Sojaextraktionsschrot durch Rapskuchen eine Verminderung der Zunahmen um 113 g.

Tabelle 7: Mastleistung

Parameter	RK 20	RK 30	RK 40
Gewicht Mastbeginn (kg)	207,8	208,2	205,1
Gewicht Mastende (kg)	629,1	622,4	621,9
Zunahmen im Versuch (g/Tag)	1467	1417	1422
Zunahmen ab Geburt (g/Tag)	1322	1285	1285
Mastdauer (Tage)	288	293	294
Schlachtalter (Tage)	445	452	452

Schlachtleistung

Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse der Schlachtleistung. In den Parametern Zweihälftengewicht warm und Nettozunahmen unterschieden sich die Gruppen nur nominal. Für die Handels- und Fettklassen wurden, als nicht lineare Parameter, keine varianzanalytischen Auswertungen durchgeführt. Die Masse der Bullen wurde mit R3 (17 Stück) sowie U3 und R4 (jeweils 12 Stück) klassifiziert. Differenzen zwischen den Gruppen sind auf Grund der vielen Ausfälle in Gruppe RK 30 (7 Tiere) schwer zu interpretieren. Beim Vergleich der Gruppen RK 20 und RK 40 mit 19 bzw. 18 Tieren, fällt eine Verschiebung von R nach U auf. Wegen der vielen Ausfälle in der Gruppe mit mittleren Rapskuchenanteil ist es schwierig, hier auf einen gerichteten Effekt einer erhöhten Rapskuchenzulage zu schließen. Bei der Fettklasseneinstufung unterschieden sich die Gruppen RK 20 und RK 40 nur wenig. Auch im Praxisversuch (siehe Tabelle 8) konnte kein Effekt auf die Handels- und Fettklasseneinstufung gefunden werden (Schwab 2004). Bereits in früheren Untersuchungen zum Rapskucheneinsatz in der Rindermast zeigte sich kein Einfluss auf den Schlachtkörper (Röhrmoser et al., 1991; Kirchheim et al.; 1996, Jilg und Schwadorf, 1994, Jilg 1996a, Jilg und Eckstein,1996). Jilg und Eckstein (1996) sowie Röhrmoser et al. (1991) stellten zudem fest, dass die erhöhte Fettzufuhr nicht zu höheren Gehalten an ungesättigten Fettsäuren im Unterhautfett führt.

Tabelle 8: Durchschnittliche Schlachtleistung

		Einzelfütterungsversuch			Praxisversuch	
		RK 20	RK 30	RK 40	RK 30	RK 50
Schlachthofgewicht (kg)		608,7	599,4	600,7		
Nüchterungsverlust (%)		3,2	3,7	3,4		
Zweihälftengew. warm (kg)		351,3	356,4	347,7	380,1	381,1
Nettozunahmen (g/tag)		790	767	770	828	852
Handelsklassen (Anzahl)	U	5	4	11	18	19
	R	14	8	7	5	6
	O	0	1	0	0	0
Fettklassen (Anzahl)	2	13	6	11	5	9
	3	6	7	7	17	15
	4				1	1

Schlussfolgerungen

Erfolgt die Rohproteinversorgung nach DLG-Norm, so ist eine teilweise Rohproteinergänzung durch Rapskuchen anstelle der alleinigen Versorgung mit Sojaextraktionsschrot bei einer Maissilage betonten Ration gleichwertig. Die Einsatzmenge ist vom Lebendgewicht der Tiere und dem Zunahmeniveau abhängig. In der Endmast lassen sich problemlos 1 kg Rapskuchen pro Tag eingesetzten. Erst bei hohen Zulagen wird von nachteiligen Effekten berichtet. So stellten Gutzwiller und Küpfer (1997) bei 1,8 kg pro Tier und Tag eine leichtgradige Beeinflussung der Leberfunktion fest. Jilg (1996a) sieht als Einsatzobergrenze 1,5 kg pro Tier und Tag bei einem Fettgehalt von 18 % in der T. Der Fettgehalt des Rapskuchen spielt bei der Rationsgestaltung eine entscheidende Rolle. So können Fettgehalte in der Gesamtration von über 4 % die Verdaulichkeit der Rohfaser beeinträchtigen (Löhnert et al. 1996; Maierhofer 2002). Dabei muss bedacht werden, dass der Fettgehalt des Rapskuchens zwischen 8 und

18 % variieren kann. Eine Futteruntersuchung bzw. Analyse der Lieferung ist somit unumgänglich. Bei hohen Restölgehalten ist eine Einsparung an energiereichen Futtermitteln, wie z.B. Getreide möglich (Jilg und Eckstein 1996). Auf Grund unterschiedlicher Abbaubarkeit und Abbaugeschwindigkeit im Pansen ist eine Kombination mit Sojaextraktionsschrot zu empfehlen.

Literatur

Gutzwiller, A., U. Küpfer, 1997: Einfluss von Rapssaat auf verschiedene Organe des Rindes, Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 120

Jilg, T. 1996a: Einsatz von Ölschroten in der Mastbullenfütterung unter besonderer Berücksichtigung von Rapsprodukten, LAF-Informationen,1996, 4: 34 - 46

Jilg, T. 1996b: Rapskuchen liefert Fett und Eiweiß für die Bullenmast. In der Praxis kein Unterschied bei täglichen Zunahmen, LW BW 163(47): 16 – 18

Jilg, T. und B. Eckstein, 1996: Rapskuchen für Milchvieh und Bullen, LW BW 163 (28): 17 – 19

Jilg, T. und K. Schwadorf, 1994: Untersuchungen zum Futterwert von 00-Rapsexpellern und zur Verwertung in der Intensivmast von Fleckviehbullen, VDLUFA-Schriftenreihe 38:429 – 432

Kirchheim, U., H. J. Löhnert, W. I. Ochrimenko und C. Augustini 1996: Untersuchungen zum Einfluss von Rapskuchen auf Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit bei Mastbullen VDLUFA-Schriftenreihe 44: 191 – 194

Löhnert, H.-J.; U. Kirchheim; W, I. Ochrimenko und G.H. Richter, 1996: Fütterung von Rapskuchen an wachsende Wiederkäuer, VDLUFA-Schriftenreihe 44: 171 – 174

Löhnert, H.-J.; U. Kirchheim; W, I. Ochrimenko und G.H. Richter, 1997: Der Einfluss von Rapssaat und Rapskuchen auf die Verdaulichkeit und Parameter der Mast- und Schlachtleistung bei Kälbern und Mastbullen, Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 119

Maierhofer, R., 2002: Feststellung der Nährstoffverdaulichkeit von Mischrationen beim Rind mit unterschiedlichem Anteil an Rapskuchen in der Kraftfutterkomponente verabreicht als Einzelkomponenten bzw. in einer totalen Mischration, Versuchsbericht BLT-Grub

Röhrmoser, G.; P. Freudenreich, C. Rindle und J. Zwickl 1991: Rapskuchen aus der Rapsölgewinnung in der Fütterung. 1. Mitteilung: Fütterungstest mit Mastbullen, Informationen und Hinweise der Bay. Landesanstalt f. Tierzucht, 1/1991: 13 –18

Schwab, M. 2004: Rindermastversuch mit Rapskuchen, persönliche Mitteilung

Anschrift des Autors:

Dr. Wolfgang Preißinger
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, D-85586 Poing-Grub
E-mail: wolfgang.preissinger@LfL.bayern.de

Mangalitza-Schweine als eine spezielle Qualität von Schweinefleisch

JÁNOS GUNDEL, ANIKÓ HERMÁN, MARIANNE SZELÉNYI, TAMÁS ÁCS, ANIKÓ BOROS und ÁGNES REGIUS
Forschungsinstitut für Tierzucht und Tierernährung, Herceghalom, Ungan

Einleitung

Das Mangalitza Schwein — eine traditionelle Haustierrasse in Ungarn — lebt eine Renaissance heute, seinen Wert beeinflusst aber die Mastdauer, die Futterverwertung, weiterhin ob, und in welcher Masse die Carcassprodukte der modernen Ernährungsanforderungen, und den Genusswert der Konsumenten in Betracht genommen, entsprechen.

Dem entsprechend wurden für drei Mastabschnitte Diäten zusammengestellt. Der Rohprotein- und der Aminosäuren- (Lysin), sowie der verdauliche Energiegehalt (DE) der Diäten war niedriger als der Bedarf des weißen Fleischschweins (Tabelle 1.).

Das Lysin:Energie Verhältnis, der Lysingehalt in % Rohprotein der Diäten der einzelnen Mastabschnitte ist aus Tabelle 2 zu entnehmen. Der Lysin:ME Bedarf ist für das weiße Fleischschwein 0,70 g/MJ, in den verfütterten Diäten nur 0,60 g/MJ schon beim Mastanfang.

Ergebnisse

Das durchschnittliche Alter den Mangalitza Schweinen — beiden Geschlechtes — war 212 bzw. 216 Tage am Versuchsbeginn, die Lebendmasse 34,6 kg bzw. 42,4 kg.

Zu 100 kg Lebendgewicht erreichen brauchten die Schweine 126, zu 130 kg 227 Masttage. Die Zunahme war 456 bzw. 413 g/Tag, die Futterverwertung 4,4 bzw. 5,2 kg/kg.

Innerhalb der Futterverwertung sind noch DE-, Rohprotein-, Lysin- und N-Verwertung wichtige Faktoren welche sich bis 130 kg Endgewicht bedeutend verschlechterten (Tabelle 3)

Die Schlachthofswerte sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die Schweinen erreichten im Mittel mit 342 Tage 100 kg und mit 439 Lebenstage 130 kg Körpermasse. Die Rückenspeckdicke war 42 mm bei 100 kg und 45 mm bei 130 kg Lebendmasse, bei der Lende 51 mm bzw. 52 mm.

Die Verteilung der Hauptfleischteile ist aus Tabelle 5 zu entnehmen Kotelettgewicht bei 100 kg war 2514 g, davon Muskel 1692 g, das bedeutet 67% Muskelanteil, bei 130 kg Lebendmasse war der gleiche Wert 64%. Muskelanteil von Schulterblatt war 72% bzw. 69%, der des Schinkens betrug 78% bzw. 77%, fasst ohne Unterschied zwischen beide Schlachtkörpergewichte, das gleiche gilt auch für den Lendeanteil.

In Tabelle 6 sind die Gewichtszunahme und die Änderungen der Fleisch-Fettrate bei unterschiedlichen Schlachtgewichten zusammengefasst. Der Magerfleischanteil ist bei 100 kg Schlachtgewicht 7,9 kg pro

Schlachthälfte und 8,6 kg bei 130 kg Körpermasse. Fettanteil beträgt 15,7 kg bzw. 21,1 kg, Fleisch-Fettrate 67,4 bzw. 78,4%. Diese Daten beweißen dass sich der Fettanteil bei höherem Endgewicht bedeutend erhöht. Die Zunahme pro Lebendtag ändert sich abhängig kaum von Endgewicht.

Der Trockensubstanzgehalt der Speck- und Fleischproben, sowie der Rohprotein- und Aschegehalt unterscheidet sich abhängig von den Schlachtkörpergewichten etwas, wie aus Tabelle 7 zu entnehmen ist.

Die Werte der Tabelle 8 sind aus Aspekte der humanen Ernährung bedeutend. Der Rohfettgehalt der Speck- und Fleischproben erhöht sich von 100 kg bis zu 130 kg Endgewicht, der Unterschied beträgt im Kotelett 21%, im Schinken 11% und im Speck nur 2%. Bei höheren Schlachtgewicht ist die Cholesterinkonzentration in Speck niedriger, in Kotelett mit 16% und in Schinken mit 43% höher, verglichen mit den Schweinen mit 100 kg Schlachtgewicht.

Tabelle 1. Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Futtermischungen

	Mastabschnitte		
	1.	2.	3.
Zusammensetzung, %			
Mais	10,00	10,00	15,00
Gerste	56,96	56,96	56,96
Sojaextraktionsschrot (46%)	10,00	5,0	—
„Full-fat" Soja	—	—	—
Erbse	10,00	10,00	10,00
Weizenkleie	8,64	13,64	13,64
$CaCO_2$	2,00	2,00	2,00
MCP	1,50	1,50	1,50
NaCl	0,40	0,40	0,40
Premix für Läufer	0,50	0,50	0,50
L-lysin HCl	—	—	—
Nährstoffgehalt, %			
Trockensubstanz	88,00	88,00	88,00
Rohprotein	15,26	13,70	11,78
Rohfett	2,10	2,20	2,30
Rohfaser	4,80	4,90	4,70
DEs, MJ/kg	13,00	12,70	12,70
MEs, MJ/kg	12,50	12,20	12,20
Lysin/DEs, g/MJ	0,58	0,50	0,39
Lysin	0,75	0,63	0,50
Methionin	0,23	0,21	0,19
M+C	0,52	0,48	0,43
Threonin	0,55	0,48	0,41
Tryptophan	0,18	0,16	0,13
Ca	1,17	1,17	1,16
P	0,76	0,79	0,77
Na	0,15	0,15	0,15
Linolsäure	0,98	1,00	1,08
Linolensäure	0,02	0,01	—

Tabelle 2: Lysin:Energie Verhältnis und Lysingehalt in % von Rohprotein der Futtermischungen

	Mastabschnitte		
	1.	2.	3.
Rohprotein, %	15,3	13,7	11,8
DEs, MJ/kg	13,0	12,7	12,7
MEs, MJ/kg	12,5	12,3	12,2
Lysin %	0,75	0,63	0,50
Lysin/DEs, g/MJ	0,57	0,49	0,39
Lysin/ME, g/MJ	0,60	0,51	0,40
Lysin, % Rohprotein	4,90	4,60	4,20

Tabelle 3: Leistungsmerkmale zwischen Anfang und unterschiedlichen Endmastgewicht

		Schlachtkörpergewicht	
		100 kg	130 kg
		$\overline{x}$ ±s	$\overline{x}$ ±s
Lebendmasse am Mastbeginn	kg	42,4±6,3	34,6±5,7
Alter am Mastbeginn	Tag	216±19,3	212±42,1
Lebendmasse beim Schlachten	kg	99,8±1,1	128,3±6,1
Alter beim Schlachten	Tag	342±17,1	439±36,1
Fütterungstage	Tag	126±16,6	227±12,3
Tägliche Zunahme	g	456±36,7	413±28,2
Tägliche Futteraufnahme	kg	2,0±0,3	2,2±0,0
Futterverwertung	kg/kg	4,4±0,5	5,2±0,4
DEs-Aufnahme/Tag	MJ	25,9±3,5	27,5±0,2
DEs Verwertung	MJ/kg	56,8±6,2	66,7±4,9
Proteinaufnahme/Tag	g	277±3,7	276±3,1
Proteinverwertung	g/kg	609±67	668±49
Lysin Aufnahme/Tag	g	12,9±1,7	12,3±0,2
Lysin Verwertung	g/kg	28,3±3,1	29,9±2,2
N-Aufnahme/Tag	g	44,4±6,0	44,1±0,5
N-Verwertung	g/kg	97,4±10,7	106,8±7,8

Tabelle 4: Schlachtergebnisse der Schweine in unterschiedlichen Endmastgewichten ($\overline{x}$ ±s)

		Schlachtkörpergewicht	
		100 kg	130 kg
Schlachtalter	Tage	342±17,3	439±36,5
Endmastgewicht	kg	101±0,9	128±6,1
Schlachtkörpergewicht	kg	81±3,6	102±7,8
Speckdicke	mm		
Rücken		42±21,4	45±8,0
Lende		51±14,9	52±9,3
Kotelettmuskel, Ø	cm^2	54±15,1	61±3,1

Tabelle 5: Verteilung der Hauptfleischteile von Schweinen in unterschiedlichen Endmastgewichten (g, $\overline{x}$ ±s)

	Schlachtkörpegewicht	
	100 kg	130 kg
Kotelett gesamt	2514±215	2936±366
davon: Muskel	1692±130	1886±329
Schulterblatt gesamt	2645±156	3034±192
davon: Muskel	1905±44	2108±186
Rippen gesamt	1335±187	1829±146
davon: Muskel	681±83	797±
Schinken gesamt	4564±95	4969±192
davon: Muskel	3577±46	3838±198
Filet gesamt	363±59	404±43
davon: Muskel	274±39	295±35

Tabelle 6: Die Änderung der Fleisch:Fett Verhältnis und Gewichtszunahme in unterschiedenen Schlachtkörpergewichten ($\overline{x}$ ±s)

	Schlachtkörpergewicht	
	100 kg	130 kg
Linke Körperhälfte		
Gewicht warm, kg	41±2,6	51±3,2
Gewicht kalt, kg	39±2,6	48±3,1
Magerfleisch, kg	7,9±1,9	8,6±0,8
Wertvolle Fleischteile, %	20,1±1,3	17,9±2,4
Fett, kg	16,6±1,3	22,3±3,7
davon: Speck, kg	15,7±1,2	21,1±3,6
Fettrate, %	40,3±1,5	43,8±5,4
Fleisch:Fett Verhältnis, %	67,4±4,2	78,4±16,0
Zunahme/Lebendtag, g	289±14	294±33
Netto Zunahme/Tag, g	120±6	118±16

Tabelle 7: Trockensubstanz-, Rohprotein- und Aschegehalt der Speck- und Fleischproben (%)

	Schlachtkörpergewicht	
	100 kg	130 kg
Trockensubstanz		
Schinken	30,05±3,5	30,9±3,5
Kotelett	33,8±1,9[a]	35,2±2,2[b]
Speck	93,5±2,3[a]	95,1±0,6
Rohprotein, g/100 g		
Schinken	21,1±1,0	20,5±1,5
Kotelett	22,3±0,9	21,3±1,6[a]
Asche, g/100 g		
Schinken	1,06±0,06	0,98±0,04
Kotelett	1,01±0,04	1,02±0,05

Tabelle 8: Rohfett- und Cholesteringehalt der Speck- und Fleischproben

	Schlachtkörpergewicht	
	100 kg	130 kg
Speck		
Rohfett, %	91,33±2,92	93,30±0,80
Cholesterin, mg/100 g	91,68±14,88	88,50±18,00
Kotelett		
Rohfett, %	10,43±2,52	12,70±3,02
Cholesterin, mg/100 g	54,12±12,60	62,98±9,78
Schinken		
Rohfett, %	8,40±3,92	9,34±4,22
Cholesterin, mg/100 g	54,56±7,35	78,05±10,85

Schlussfolgerungen

Bei extensiver Mast den Mangalitza Schweinen von 100 kg auf 130 kg Endgewicht:

- erhöht sich die Mastdauer mit 101 Tage;
- die Zunahmen/Tag erniedrigen sich;
- die Futterwertung sinkt ab;
- der Anteil der wertvollen Fleischteile — Kotelett und Schinken — im Schlachtkörper verringert sich;
- die Zunahmen pro Lebendtag verändern sich kaum;
- der Fettgehalt im Kotelett und Schinken verändert sich nur wenig die Cholesterinkonzentration erhöht sich aber in bedeutenden Masse.

Anschrift des korrespondierenden Autors

Prof. Dr. János Gundel
Forschungsinstitut für Tierzucht und Tierernährun
Gesztenyés út 1, H-2053 Herceghalom
e-mail: janos.gundel@atk.hu

Fütterungsmöglichkeiten zum Einfluss einiger Qualitätsmerkmalen im Schweinefleisch

JÁNOS GUNDEL, ANIKÓ HERMÁN, MARIANNE SZELÉNYI, TAMÁS ÁCS, ANIKÓ BOROS UND ÁGNES REGIUS
Forschungsinstitut für Tierzucht und Tierernährung, Herceghalom, Ungan

Einleitung

Das Ziel des Versuches war festzustellen ob, und in welcher Masse die intensive oder extensive Fütterung (Nährstoffversorgung) der Fleischschweine die Fettsäurezusammensetzung — gesättigten (SFA), monoungesättigten (MUFA) und polyungesättigten Fettsäuren (PUFA) in den wichtigeren Fleischteilen (Kotelett, Schinken, Speck) — beeinflusst.

Es wurde der Effekt von Mastdiäten mit unterschiedlichen Rohprotein-, Lysin- und Energiegehalt auf die Fettsäurezusammensetzung des Schlachtkörpers bei MNFxML Schweine (50:50 männlich:weiblich) untersucht.

Der Tabelle 1 die Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Diäten der einzelnen Mastabschnitte zu entnehmen. Diät „A" beinhaltet 20% „full-fat" Soja zur Sicherung des hohen verdaulichen Energiegehaltes, sowie die hohe Linolsäure Konzentration (2,90%). Der Rohprotein- und Aminosäuregehalt der Diäten deckte den Bedarf zur optimalen Leistung der Fleischschweine. Der Rohproteingehalt der Diät „B" war 15,2–11,8%, der Rohfettgehalt 2,1–2,3% der Lysingehalt 0,75–0,50%. Diese Werte erreichten den Bedarf der Fleischschweine nicht.

Ergebnisse

Die Schweine wurden mit 34 kg Durchschnittgewicht in Versuch genommen und mit 100 kg bzw. 130 kg Endgewicht geschlachtet. Zu 100 kg Lebendgewicht brauchten die Schweine der Gruppe „A" 95 Tage, die Gruppe „B", 109 Tage Mastzeit, die Zunahme erreichten 703 g/Tag bzw. 602 g/Tag, die Futterverwertung war 2,8 kg bzw. 3,4 kg. 172 Tage brauchten die Schweine der Diät „A" zu 130 kg Lebendmasse und 180 Tage die Gruppe B, die tägliche Zunahmen waren 561 kg bzw. 515 kg, die Futterverwertung 3,9 kg bzw. 4,3 kg.

Analysiert wurden Trockensubstanz-, Rohprotein-, Rohfett-, Cholesterin- und Aschegehalt der Schlachtkörperteile — Speck, Kotelett, Schinken — weiterhin die gesättigten und ungesättigten Fettsäuren.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht der Trockensubstanzgehalt der Kotelett-, Schinken- und Speckproben der Gruppe „A" erhöhte sich geringfügig bis zu 130 kg Körpergewicht bis die Werte der Gruppe „B" zur gleicher Zeit niedriger wurden. In den Rohprotein und Aschegehalt war weder von Schlachtgewicht noch von der Diät abhängig Unterschied festgestellt werden konnte.

Tabelle 3 zeigt die Rohfett- und Cholesterinwerte der untersuchten Proben. Der Rohfett- und Cholesteringehalt in Speck zeigte unwesentliche Änderungen abhängig von der Diät oder Schlachtkörpergewicht. Der Cholesteringehalt in Kotelett der Gruppe „B" war in beiden Schlachtgewichtabschnitten höher als die den Schweinen mit Diät „A" und mit steigender Lebendmasse war eine konsequenter abstieg festzustellen.

Der Cholesteringehalt der Schinkenproben war mit 35–40% niedriger bei 130 kg Schlachtgewicht.

Der gesättigte Fettsäureanteil der Speckproben ist im beiden Schlachtabschnitten der mit Diät „B" gefütterten Schweinen höher (4% bzw. 15%) als bei Diät „A" (Tabelle 4). Die MUFA-Werte zeigen 17% Unterschied zwischen Diät „A" und „B" unabhängig von Engewicht. Die PUFA-Werte sind 50% niedriger bei der Gruppe „B" verglichen mit Diät „A".

Die SFA-Werte der Schinken zeigen nur kleine Unterschiede (Tabelle 5) sind aber bei höherem Endgewicht in beiden Gruppen um 4–5% niedriger. Die MUFA-Werte der Schweine Diät „B" sind um 10% höher als in Gruppe „A" von Schlachtgewicht unabhängig. Die PUFA-Werte der Schweine Diät „B" sind um 40% niedriger — den Speckproben gleich — in beiden Schlachtabschnitten als in Gruppe „A".

Kotelett Analysenwerte beinhaltet Tabelle 6. Die SFA-Werte der Schweine Diät „A" sind bis 130 kg Lebendmasse um 7% weniger mit Diät „B" um 6% höher geworden. Auf die MUFA Werte hatte die Diät in beiden Gewichtsabschnitten Einfluss (etwa 10% Unterschied). Den anderen Proben gleich, waren die Pufa Werte in der Gruppe „B" um 40% niedriger als in der Gruppe „A". Das Endgewicht hatte auf die PUFA-Werte in der Gruppe „A" einen Einfluss, bis zu 130 kg Lebendmasse konnte 10% Steigerung festgestellt werden.

Tabelle 7 zeigt die essentielle Fettsäuren: Linol- und Linolensäure Konzentration von der Fütterung und Endgewicht abhängig. Der Linolsäuregehalt der Schinken- und Kotelettproben 40% Unterschied vorhanden, das heisst die Werte der Diät „B" sind um 40% niedriger als die der Diät „A". In den Speckproben der Gruppe „B" sind abhängig von Schlachtgewicht 40–50% niedrigere Linolsäurewerte zu registrieren. Die Linolensäuren Konzentration der Schinken- und Kotelettproben sind fasst gleich bei Diät „A", in höheren Gewichtabschnitt sind beide Werte um 10% erhöht. Die Schweine der Gruppe „B" zeigen um 55–70% niedrigere Werte als die der Gruppe „A". Die Speckwerte der Linolensäuren Konzentration sind ähnlich, Diät „A" zeigt 1,81% bzw. 2,17% Linolensäurengehalt und das ist um 67%–57% weniger bei Diät „B".

Schlussfolgerungen

- Diät „B" hat in Speck-, Kotelett- und Schinkenproben die PUFA Werte um 50–70% gesenkt verglichen mit den Werten der Diät „A";
- Die MUFA Werte waren in allen Proben bei Verfütterung Diät „B" höher als bei Diät „A";
- Die SFA Werte der Fleischproben zeigten weder von der Fütterung noch von Endgewicht Unterschiede, die SFA Werte der Speckproben der Diät „B" waren etwas erhöht;
- Die Linol- und Linolensäuren Konzentrationen wurden durch Diät „B" in allen Proben um 50–70% gesenkt.

Tabelle 1: Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Futtermischungen

	„A" Diät			„B" Diät		
	Mastabschnitte					
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Zusammensetzung, %						
Mais	10,00	10,00	15,00	10,00	10,00	15,00
Gerste	56,96	56,96	56,96	56,96	56,96	56,96
Sojaextraktionsschrot (46%)	10,00	5,0	—	10,00	5,0	—
„Full-fat" Soja	20,00	20,00	20,00	—	—	—
Erbse	—	—	—	10,00	10,00	10,00
Weizenkleie	—	5,00	5,00	8,64	13,64	13,64
$CaCO_2$	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
MCP	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50
NaCl	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Premix für Läufer	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-lysin HCl	0,14	0,14	0,14	—	—	—
Nährstoffgehalt, %						
Trockensubstanz	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00
Rohprotein	18,47	16,90	15,00	15,26	13,70	11,78
Rohfett	5,20	5,30	5,40	2,10	2,20	2,30
Rohfaser	4,55	4,70	4,45	4,80	4,90	4,70
DEs, MJ/kg	14,20	13,98	13,89	13,00	12,70	12,70
MEs, MJ/kg	13,62	13,40	13,38	12,50	12,20	12,20
Lysin/DEs, g/MJ	0,77	0,70	0,61	0,58	0,50	0,39
Lysin	1,10	0,98	0,85	0,75	0,63	0,50
Methionin	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19
M+C	0,63	0,59	0,54	0,52	0,48	0,43
Threonin	0,71	0,64	0,56	0,55	0,48	0,41
Tryptophan	0,24	0,22	0,19	0,18	0,16	0,13
Ca	0,74	0,74	0,74	1,17	1,17	1,16
P	0,63	0,66	0,64	0,76	0,79	0,77
Na	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Linolsäure	2,90	2,90	2,96	0,98	1,00	1,08
Linolensäure	0,30	0,29	0,28	0,02	0,01	—

Bemerkung: Futter „A": entspricht den Bedarf der Fleischschweine
Futter „B": Extensives Futter für Fleischschweine

Tabelle 2: Einfluss der unterschiedlichen Fütterung und Schlachtkörpergewicht auf den Trockensubstanz-, Rohprotein- und Aschegehalt im Fleisch und Speck (%)

	„A" Diät		„B" Diät	
Schlachtkörpergewicht	100 kg	130 kg	100 kg	130 kg
Trockensubstanz				
Schinken	27,6±1,11	29,8±1,8	28,3±2,5	27,7±1,2
Kotelett	28,5±0,7[a]	29,2±0,6[b]	28,6±0,8[a]	29,0±1,2[b]
Speck	89,6±1,7	92,4±2,8	90,9±1,25[a]	89,8±6,3
Rohprotein				
Schinken	21,9±1,3	20,4±0,5	21,7±1,2	21,5±0,6
Kotelett	23,9±0,7[a]	24,2±0,6[b]	23,9±1,3	24,4±0,7[a]
Asche				
Schinken	1,07±0,06	1,03±0,11	1,09±0,06	1,05±0,01
Kotelett	1,10±0,09	1,08±0,16	1,10±0,05	1,06±0,03

Tabelle 3: Rohfett und Cholesteringehalt im Fleisch- und Speckproben

	Speck		Kotelett		Schinken	
	Rohfett, %	Cholesterin, mg/100 g	Rohfett, %	Cholesterin, mg/100 g	Rohfett, %	Cholesterin, mg/100 g
„A" Diät						
Schlachtkörpergewicht						
100 kg	86,02±1,48	62,93±12,72	3,47±0,43	39,18±11,03	4,57±2,05	52,42±11,50
130 kg	88,90±3,51	59,37±20,60	3,88±0,77	25,83± 9,90	8,38±2,12	31,40± 9,36
„B" Diät						
Schlachtkörpergewicht						
100 kg	87,40±2,10	65,83±21,73	3,67±1,97	42,29±6,49	5,49±2,83	55,75± 5,14
130 kg	85,80±8,20	63,50±12,04	3,58±1,90	38,42±15,44	5,25±0,87	36,75±16,37

Tabelle 4: Einfluss von Schlachtkörpergewicht bei unterschiedlichen Fütterungen auf die Fettsäurenzusammensetzung im Speckfett (%)

	„A" Diät		„B" Diät	
Schlachtkörpergewicht	100 kg	130 kg	100 kg	130 kg
SFA.	38,6±1,74	34,78±2,49	41,15±1,48[a]	40,27±1,90
MUFA	39,71±3,04[a]	40,47±127[b]	46,85±4,04	47,65±2,45
PUFA	21,68±4,6[a]	24,76±1,41[b]	12,07±3,4	12,02±1,64[b]

Tabelle 5: Einfluss von Schlachtkörpergewicht bei unterschiedlichen Fütterungen auf die Fettsäurenzusammensetzung im Schinkenfett (%)

	„A" Diät		„B" Diät	
Schlachtkörpergewicht	100 kg	130 kg	100 kg	130 kg
SFA.	36,71±1,45	34,45±1,87	37,33±2,17	35,75±1,23
MUFA	45,94±5,49	48,82±1,72[b]	52,77±5,37	54,51±0,66
PUFA	17,35±4,86[a]	16,74±0,97[b]	9,90±4,04	9,60±1,52

Tabelle 6: Einfluss von Schlachtkörpergewicht bei unterschiedlichen Fütterungen auf die Fettsäurenzusammensetzung im Kotelettfett (%)

	„A" Diät		„B" Diät	
Schlachtkörpergewicht	100 kg	130 kg	100 kg	130 kg
SFA.	39,15±0,74	36,49±1,50	37,69±1,64	40,17±1,11
MUFA	44,15±2,46[a]	44,22±1,69[b]	48,69±3,04[a]	49,43±1,40[b]
PUFA	16,71±3,14[a]	18,29±1,55[b]	10,54±2,39[a]	10,39±0,59[b]

Tabelle 7: Verhältnis von Linol- und Linolensäure (in % von Rohfett) in den Fleisch- und Speckproben (%)

	Speck			Kotelett			Schinken		
	Linol-säure	Linolen-säure	Linol/ Linolen	Linol-säure	Linolen-säure	Linol/ Linolen	Linol-säure	Linolen-säure	Linol/ Linolen
„A" Diät									
Schlachtkörpergewicht									
100 kg	18,46 ±3,82	1,81 ±0,55	10,19 ±2,39	13,45 ±2,77	1,13 ±0,39	11,97 ±4,01	13,85 ±3,78	1,08 ±0,39	12,86 ±3,82
130 kg	21,21 ±1,15	2,17 ±0,13	9,77 ±0,24	15,04 ±1,18	1,25 ±0,10	12,09 ±0,89	13,82 ±0,85	1,25 ±0,20	11,10 ±0,75
„B" Diät									
Schlachtkörpergewicht									
100 kg	10,43 ±2,89	0,78 ±0,40	13,37 ±1,94	8,19 ±2,03	0,49 ±0,21	16,71 ±3,60	7,72 ±3,16	0,35 ±0,03	22,06 ±3,43
130 kg	10,45 ±1,48	0,72 ±0,10	14,50 ±1,34	8,09 ±0,36	0,39 ±0,03	20,74 ±1,24	7,39 ±1,12	0,35 ±0,04	21,11 ±1,07

Anschrift des korrespondierenden Autors

Prof. Dr. János Gundel
Forschungsinstitut für Tierzucht und Tierernährun
Gesztenyés út 1, H-2053 Herceghalom
e-mail: janos.gundel@atk.hu

Wirksamkeit von organischen Säuren am Beispiel von Ammoniumtetraformiat in der Schweinemast

KARL SCHEDLE[1)] und WILHELM WINDISCH[2)]
[1)] Schaumann Gmbh & Co. KG, [2)] Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Die permanente Steigerung der Antibiotikaresistenzen bei tier- und humanpathogenen Bakterien erfordert ein Umdenken in der Schweine- bzw. Nutztierfütterung. Aus den gegebenen Gründen und immer lauter werdenden Stimmen von der Bevölkerung hat der Gesetzgeber im Rahmen des vorsorgenden Verbraucherschutzes eine Reihe von Wirkstoffen aus der Zulassung genommen. Voraussichtlich gilt ab dem Jahr 2006 ein EU-weites generelles Verbot von Fütterungsantibiotika.

Aufgrund der gegebenen und der in Zukunft herrschenden Produktionsbedingungen, werden auf dem Markt vermehrt Alternativen zum antibiotischen Leistungsförderer angeboten, insbesondere Probiotika, Prebiotika, Aromastoffe und organische Säuren.

Organische Säuren sind in der belebten Natur als physiologische Verbindungen weit verbreitet. Beim Schwein beispielsweise werden sie durch mikrobielle Fermentation aus Kohlenhydraten im Dickdarm in relativ großen Mengen gebildet. In der Schweinefütterung setzt man bis dato folgende organische Säuren ein: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Fumarsäure, Zitronensäure, Sorbinsäure, sowie teilweise auch deren Salze und Säuremischungen. Die genannten Säuren sind auch als effektive Konservierungsmittel bekannt (Roth und Windisch 2000).

Rechtlich gesehen gehören organische Säuren nicht zu den Leistungsförderern, sondern zu den Konservierungsstoffen. Neben ihren konservierenden Eigenschaften weisen sie auch pH-Wert und Pufferkapazität senkende, sowie eine bakterizide Wirkung im Gastrointestinaltrakt auf. Die ansäuernde bzw. Pufferkapazität senkende Wirkung kommt vor allem Absetzferkeln zugute, da bei diesen die HCl Produktion im Magen noch nicht voll entwickelt ist. Aus den gegebenen Gründen wurde die Wirkung von organischen Säuren vor allem an Ferkeln getestet, wo ihre positive Wirkung anhand vieler Publikationen bestätigt wurde. Im Mastschweinebereich hingegen sind relativ wenig Veröffentlichungen bekannt. Da die antimikrobiellen Effekte organischer Säuren auch bei Mastschweinen zu einer Verbesserung der zootechnischen Leistungen bzw. eine Verringerung der Diarrhoegefahr beim Einstallen der Ferkel in den Maststall bewirken könnte, soll der folgende Versuch einen zusätzlichen Beitrag zur Wirkung von organischen Säuren in der Schweinemast bringen (Roth und Kirchgeßner 1998).

Material und Methoden

Für den Versuch, wurden Tiere des österreichischen Hybridferkel-Programms eingesetzt (= Dreirassenkreuzung: Edelschwein * Landrasse zur F1 Sauen Erzeugung und F1 * Pietren als Gebrauchskreuzung).

Die Versuchsdauer umfasste eine Mastperiode von insgesamt 122 Masttagen (26. Juni 2003 bis 27. Oktober 2003) und einen Lebendgewichtbereich von 29 kg bis 113 kg. In dieser Periode wurden den Tieren zwei verschiedene Futterrationen vorgelegt (Vormast- und Endmastfutter) (Tabelle 1). Am 56. Masttag wurde bei einem durchschnittlichen Gewicht von ca. 71 kg auf das Endmastfutter umgestellt. Die Fütterung erfolgte mit einer marktüblichen Flüssigfütterung. Der Versuch startete mit insgesamt 189 Tieren, welche gleichmäßig auf 14 nebeneinander liegenden Buchten aufgeteilt wurden. Beim Einstallen wurde jedes Tier mit einer Ohrmarke gekennzeichnet, um individuelle Auswertungen ermöglichen zu können. Während der Mastdauer wurden die Schweine dreimal (Einstallen, Umstellen auf das Endmastfutter und vor dem Verkauf (87., 101. und 122. Masttag)) gewogen. Am Schlachthof wurden die Schlachtleistungsdaten in Form von Schlachtgewicht und Magerfleischanteil (MFA) festgestellt. Tiere, welche erkrankten bzw. sich verletzten wurden dem Versuch entnommen.

Der Leistungsförderer Ammoniumtetraformiat wurde in einer Konzentration von 0,2 % pro l Futtersuppe bzw. 0,8 % pro kg Futter händisch bei jeder Fütterung zugemischt. Die eingesetzte Konzentration von 0,8 % pro kg Futter entspricht der Herstellerempfehlung. Der Energiegehalt von Ammoniumtetraformiat beträgt 4,8 MJ/ME pro Liter. Um die Futtersuppen mit und ohne Leistungsförderer isokalorisch zu halten wurde der Futtersuppe ohne Ammoniumtetraformiat Futtermehl in der Höhe der fehlenden Energiemenge beigemischt.

Tabelle 1: Futtermittelkomponenten und Inhaltsstoffe in der Vor- und Endmast

Futtermittel	**Einheit**	**Vormast**	**Endmast**
Gerste	%	49,7	47,7
Weizen 14% RP	%	30,0	35,0
Soja HP	%	17,0	14,0
Dynaphos M 2000 RAM	%	3,0	3,0
Kohlensaurer Kalk	%	0,3	0,3
Nährstoff	**Einheit/kg**	**Vormast**	**Endmast**
Trockenmasse	g	882	882
Energie	MJ/ME	13,25	13,27
Lysin	g	10,42	9,64
Protein	g	181	171
Rohfett	g	19	19
Rohfaser	g	38	38
Rohasche	g	57	55
ME : Lys		01:00,8	01:00,7
Lys : ME : Thre : Try		1 : 0,63 : 0,63:0,21	1 : 0,66 : 0,64:0,21

Ergebnisse

pH-Werte und Pufferkapazitäten*) der Futtersuppen

Die Futterproben wurden auf pH-Wert und Säurebindungskapazität untersucht. Die Ergebnisse der Futtermittelanalyse stellt Tabelle 2 dar.

Tabelle 2: pH-Werte und Pufferkapazitäten*) der Futtersuppen

	Kontrolle	Ammonium-tetraformiat	S.E.	$p <$
pH-Wert	6,1	5,5	0,1	0.01
Pufferkapazität*), ml/100 g T	396	316	28	0,01

*) Erforderliche Säuremenge zur Absenkung des pH-Werts auf pH 4, Angabe in Milliliter 0,1 molarer HCl je 100 g Futtertrockenmasse).

Der pH-Wert senkte sich bei der Probe mit Ammoniumtetraformiat im Schnitt um 0,6 Einheiten. Auch die Pufferkapazität verringerte sich durch den Zusatz des Leistungsförderers um 80 ml pro 100 g Frischmasse im Futter.

Mastleistung in der Vormast

Die Ergebnisse des ersten Mastabschnitts bringt Tabelle 3. Die Schweine wurden mit einem durchschnittlichen Gewicht von 28,9 kg eingestallt. Bis zum Ende des ersten Abschnitts (56. Masttag), erreichte die Versuchsgruppe mit Leistungsförderer ein um 1,6 kg schwereres Durchschnittsgewicht als die Kontrollgruppe. Umgerechnet auf die Tageszunahmen ergibt das eine um 27 g oder 3,7 % höhere Zunahme bei der Gruppe mit zugesetzten Ammoniumtetraformiat. Auch beim Futterverbrauch, täglicher Futterverzehr und Futterverwertung (+4,4 % Verbesserung der FVW bei Gruppe mit Leistungsförderer) erreichte die Kontrollgruppe schlechtere Werte als die Vergleichsgruppe. Von allen Ergebnissen konnte der Unterschied des Futterverbrauchs und des täglichen Futterverzehrs als statistisch signifikant höher bei der Kontrollgruppe abgesichert werden. Die täglichen Zunahmen und die Futterverwertung verbesserten sich tendenziell bei der Gruppe, welcher Ammoniumtetraformiat zugesetzt war.

Mastleistung in der Endmast

Im zweiten Mastabschnitt, welcher bei der Kontrollgruppe im Schnitt um zwei Tage länger dauerte, zeigten sich keine statistisch signifikanten bzw. tendenziellen Unterschiede in Bezug auf die untersuchten Parameter, wie in Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 3: Daten über den ersten Mastabschnitt

	Kontrolle	Ammonium-tetraformiat	S.E.	p <
Dauer (Tage)	56	56	-	-
Lebendmasse Beginn (kg)	28,9	28,9	4,1	0,88
Lebendmasse Ende (kg)	69,7	71,3	8,7	0,21
Tägliche Zunahmen (g/Tag)	730	757	113	0,10
Futterverbrauch (kg)	98,4	97,1	3,8	0,03
Täglicher Futterverzehr (g/Tag)	1757	1734	68	0,03
Futterverwertung (g Futter/g Zuwachs)	2,47	2,36	0,41	0,07

Tabelle 4: Daten über den zweiten Mastabschnitt

	Kontrolle	Ammonium-tetraformiat	S.E.	p <
Dauer (Tage)	54	52	14	0,45
Lebendmasse Ende (kg)	113,2	113,8	7,8	0,54
Tägliche Zunahmen (g/Tag)	826	827	134	0,94
Futterverbrauch (kg)	140,2	135,2	34,9	0,34
Täglicher Futterverzehr (g/Tag)	2614	2615	225	0,98
Futterverwertung (g Futter/g Zuwachs)	3,26	3,25	0,63	0,86

Mastleistung über den gesamten Mastabschnitt

Die Mastzeit dauerte im Schnitt um zwei Tage bei der Testgruppe mit Ammoniumtetraformiat weniger als bei der Kontrollgruppe mit 110 Tagen (Tabelle 5). Bei der Tageszunahme erreichten die Tiere, deren Futter Ammoniumtetraformiat beigemengt wurde um 17 g oder 2,2 % höhere Tageszunahmen als die Kontrollgruppe. Auch der Futterverbrauch lag um 6,2 kg im Schnitt bei der Kontrollgruppe höher als bei der Gruppe mit Leistungsförderer. Sowohl beim täglichen Futterverzehr (24 g mehr bei der Kontrollgruppe) und bei der Futterverwertung (0,09 kg od. + 3,2 % mehr bei der Kontrollgruppe) zeigten sich ähnliche Tendenzen. Nur der Futterverzehr, welcher bei der Ammoniumtetraformiatgruppe um 24 g pro Tag niedriger war, konnte mit einem p-Wert von 0,08 statistisch als tendenziell höher bei der Kontrollgruppe eingestuft werden. Die anderen Ergebnisse sind als nicht signifikant einzustufen.

Tabelle 5: Daten der gesamten Mastperiode

	Kontrolle	Ammonium-tetraformiat	S.E.	p <
Dauer (Tage)	110	108	14	0,45
Tägliche Zunahmen (g/Tag)	777	794	89	0,20
Futterverbrauch (kg)	238,5	232,3	34,9	0,24
Täglicher Futterverzehr (g/Tag)	2169	2145	95	0,08
Futterverwertung (kg Futter/kg Zuwachs)	2,83	2,74	0,38	0,11

Schlachtleistung

Die Untersuchten Schlachtdaten (Schlachtgewicht und MFA) erbrachten keine statistisch signifikanten oder tendenziellen Unterschiede, die auf den Einsatz von Ammoniumtetraformiat zurückzuführen sind, siehe Tabelle 6. Die Unterschiede bei den Parametern Schachtgewicht und MFA sind durch Zufall entstanden.

Tabelle 6: Daten über die Schlachtleistung

	Kontrolle	Ammonium-tetraformiat	S.E.	p <
Schlachtgewicht (kg)	90,0	90,8	6,4	0,37
Magerfleischanteil (%)	59,9	59,7	3,2	0,75

Schlussfolgerungen

Da sich während des Versuches im ersten Mastabschnitt signifikante bzw. tendenzielle Verbesserungen zur Kontrollgruppe herausstellten, wäre ein Einsatz von Ammoniumtetraformiat in der praktischen Schweinemast bis 70 kg Lebendgewicht durchaus sinnvoll. Zusätzliche Kosten, welche durch den Ammoniumtetraformiat Einsatz entstehen, werden durch die besseren Tageszunahmen und Futterverwertung kompensiert. Ab einem Lebendgewicht von 70 kg entsteht der Eindruck, dass ein Einsatz von Ammoniumtetraformiat überflüssig ist. Dieser Annahme widersprechen aber *Lindermayer* et al. (1993), da sie in ihren Versuch feststellten, dass es durch ein Absetzen des Futteradditves nach der Vormast zu einem Verlust des Leistungsvorsprunges kommt.

Zusammenfassung

Der Versuch wurde mit insgesamt 189 Tieren (ÖHYB-Ferkel) durchgeführt, welche gleichmäßig auf zwei Versuchsgruppen aufgeteilt wurden. Eine davon erhielt die Futtersuppe ohne, die andere mit 0,2 % Ammoniumtetraformiat als Leistungsförderer. In der Vormast verbesserten sich die Leistungsparameter Tageszunahme um 3,7 % und die Futterverwertung um 4,4 %. Im zweiten Mastabschnitt sowie bei den Schlachtleistungsdaten gab es keine statistisch relevanten Untersiede zwischen der Kontroll- und der Ammoniumtetraformiatgruppe.

Literatur

Lindermayer H., Röhrmoser G. und Gradl B. (1993): Markenfleischerzeugung mit oder ohne Leistungsförderer. Sus Heft 09 – 10/93, IV1 – 6.

Roth F. X. and Kirchgeßner M. (1998): Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastro-intestinal effects. J. Anim. Feed Sci. 7, 25 – 33.

Roth F. X. und Windisch W. (2000): Organische Säuren in der Schweinefütterung: Konservierungsmittel mit leistungsförderndem Potential. In: Rodehutscord, M. et al. (Hrsg.): 6. Tagung Schweine und Geflügelernährung, 21. – 23. 11. 2000, Wittenberg, D, 51 – 56, Wittenberg.

Schedle K. (2004): Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung von Ameisensäure als Leistungsförderer in der praktischen Schweinemast. Dipl. Arbeit Univ. f. Bodenkultur.

Anschrift des korrespondierenden Autors:

Dipl. –Ing. Karl Schedle
H. Wilhelm Schaumann GmbH & Co. KG
Jakob-Fuchs-Gasse 25 – 27
A-2345 Brunn am Gebirge
E-mail: karl.schedle@aon.at

Antimikrobielle Eigenschaften von Kaliumdiformiat beim Ferkel

CHRISTINA WALD
BASF AG

Einleitung

Das bevorstehende Verbot von antibiotischen Leistungsförderern ab 2006 führt schon seit längerem zur intensiven Suche nach Alternativen. Organische Säuren und ihre Salze spielen in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle (Roth und Kirchgeßner, 1998, Partanen und Mroz, 1999). Quantitative Daten zu ihrem Wirkprinzip *in vivo* sind allerdings begrenzt. Die antimikrobielle Wirksamkeit undissoziierter organischer Säure ist hinlänglich bekannt. Da der Mikroflora im Verlauf des Intestinaltraktes eine große Bedeutung zukommt, müssen auch die organischen Säuren ihre Wirksamkeit über den Magen hinaus zeigen. Hier hat Kaliumdiformiat (KDF, Handelsname Formi®) bei der Betrachtung der Alternativen zu antibiotischen Leistungsförderern besondere Vorzüge. Außerdem istKDF als einziges Produkt innerhalb der EU zugelassen (Commission Reg. No. 1334/2001 und 676/2003).

Im Folgenden werden Versuche (Mroz et al. 2000, Mroz et al. 2003) beschrieben, wie sich Formiat aus KDF im Intestinaltrakt verhält, um so Rückschlüsse auf die Effekte von KDF ziehen zu können.

Material und Methoden

Kaliumdiformiat ist ein pulverförmiges Produkt, das 35,4% Ameisensäure, 34,6% Formiat und 30% Kalium enthält.

Im ersten Versuch wurden 6 Ferkel (Anfangsgewicht 8,3 kg) mit einer T-Kannüle 30 cm hinter dem Magen versehen. Nach einer Erholungszeit von 10 Tagen wurden die Tiere auf ein doppeltes 3 x 3 Lateinisches Quadrat wie folgt aufgeteilt:

- Kontrolle
- Kontrolle + 0,9% KDF

Das Futter auf Basis Getreide-Soja enthielt 13,1 MJ ME und 17,5% Rohprotein. Alle Rationen wurden auf den gleichen Rohprotein- und Energiegehalt eingestellt. Die Futtermenge entsprach 2,5 mal dem Erhaltungsbedarf an Energie und die Fütterung erfolgte zweimal täglich. Nach einer Adaptionsphase von 5 Tagen wurde 2 Tage lang die Digesta in 7 Intervallen nach der Fütterung gesammelt.

Im zweiten Versuch wurden 15 Ferkel (Anfangsgewicht 15 kg) mit zwei T-Kanülen versehen, eine duodenal und eine zweite jejunal. Das isoenergetische und –nitrogene Futter auf Basis Getreide-Soja enthielt 13,3 MJ ME, 19,5% Rohprotein und 1,2 % KDF. Alle Rationen wurden auf den gleichen Rohprotein- und Energiegehalt eingestellt. Die Futtermenge entsprach 2,5 mal dem Erhaltungsbedarf an Energie und die Fütterung erfolgte zweimal täglich. Nach einer Adaptionsphase von 5 Tagen wurde 2 Tage lang die Duodenaldigesta in 4 Intervallen nach der Fütterung gesammelt. An den Tagen 8 und 9 wurde die Jejunaldigesta gesammelt.

Ergebnisse

Im ersten Versuch wurde der pH-Wert im Duodenum durch die Fütterung von KDF bis zu einer Stunde nach der Futteraufnahme signifikant reduziert. Die Daten sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Effekt von KDF in unterschiedlichen Dosierungen auf den pH-Wert im Duodenum

Zeit nach Fütterung (min)	KDF (%)		p-Wert
	0,0	0,9	
5	5,49	5,01	0,06
35	4,90	4,66	0,01
65	4,30	3,98	0,03
95	3,56	3,52	0,86
125	3,58	3,40	0,37
185	3,60	3,26	0,23
245	3,08	3,18	0,19

Im zweiten Versuch konnten diese Ergebnisse für das Duodenum bestätigt werden und auch im Jejunum wurde der pH-Wert bis 1,5 Stunden nach der Fütterung noch signifikant beeinflusst (Tabelle 2).

Tabelle 2: Effekt von 1,2% KDF auf den pH-Wert im Duodenum und Jejunum

Zeit nach Fütterung (min)	Duodenum			Jejunum		
	Kontrolle	KDF	p-Wert	Kontrolle	KDF	p-Wert
15	5,07	4,77	< 0,01	5,70	5,45	0,03
90	4,88	4,45	0,03	5,81	5,76	< 0,01
180	4,52	4,14	0,01	5,53	5,46	0,41
240	4,13	3,91	0,23	5,32	5,26	0,45

Die Reduktion des pH-Wertes im Duodenum und Jejunum kann durch die Ameisensäurekonzentration erklärt werden. Die Gehalte an Ameisensäure wurden im Duodenum im ersten Versuch signifikant erhöht. (Abb. 1).

Bei den Tieren, die 0,9% KDF in der Ration erhielten, wurden im Mittel 79-88% der Ameisensäure im Dünndarm wiedergefunden.

Im Versuch 2 wurden in Abhängigkeit von der Zeit nach der Fütterung 90-69 % der Ameisensäure im Duodenum und 45-34 % im Jejunum wiedergefunden (Abb. 2).

Das bedeutet, dass der Großteil (ca. 80%) der Ameisensäure von KDF bis in den Dünndarm gelangt.

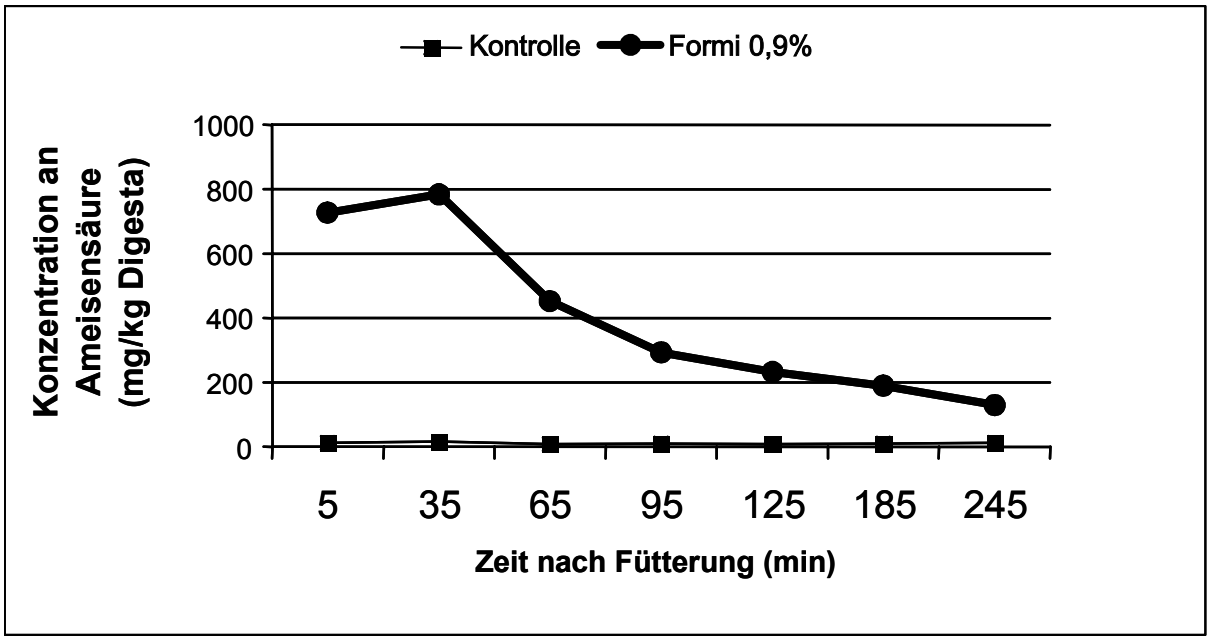


Abbildung 1: Ameisensäuregehalte im Dünndarm in Abhängigkeit von der KDF-Supplementierung

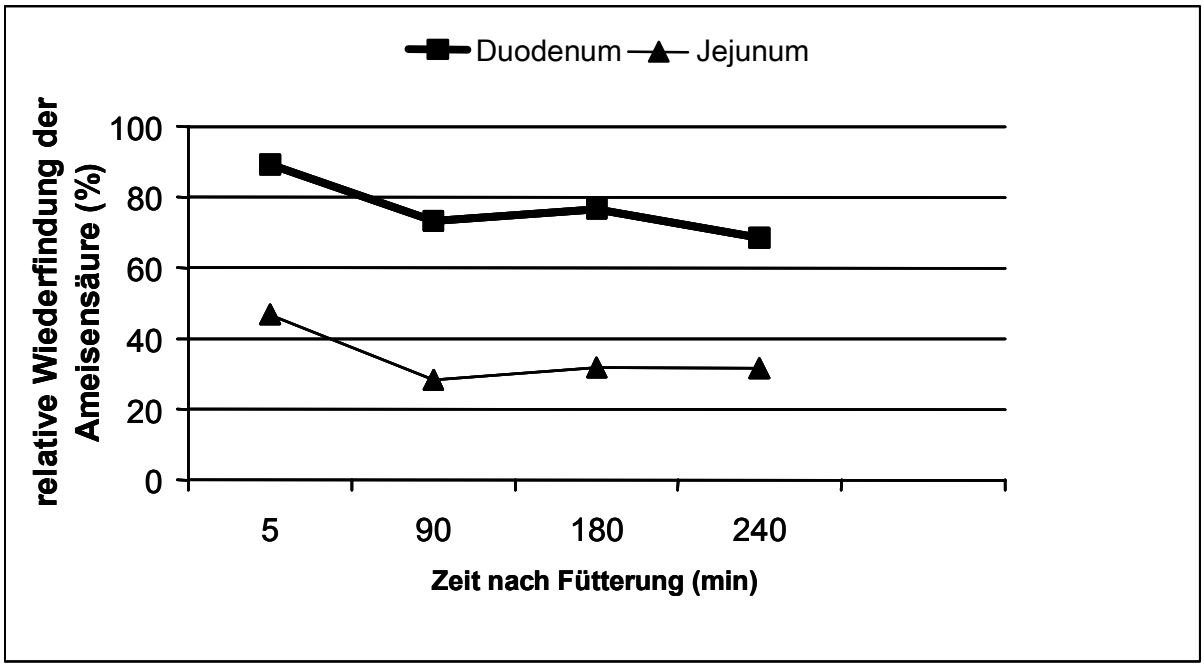


Abbildung 2: Wiederfindungsrate von Ameisensäure aus 1,2% KDF im Duodenum und Jejunum von Ferkeln

Diskussion

Es ist bekannt, dass KDF die Wachstumsleistung von Ferkeln um durchschnittlich 10-11 % verbessert (Øverland et al., 2000a; Paulicks et al. 1996). Das entspricht bekanntermaßen dem Leistungslevel von antibiotischen Leistungsförderern. Diese Leistungssteigerungen konnten auch im Feld bestätigt werden. Ein weiterer Effekt, der bei der Supplementierung von KDF beobachtet werden kann, ist die Reduktion von Durchfällen in ihrer Ausprägung und Dauer (Kulla, 2001). Die beobachteten Effekte sind wahrscheinlich auf die antimikrobielle Wirksamkeit von KDF im Dünndarm zurückzuführen.

Die zuvor beschriebenen kinetischen Untersuchungen wurden durchgeführt, um zu klären, wie viel Ameisensäure von KDF in den Dünndarm gelangt. Denn für die antimikrobielle Wirksamkeit im Dünndarm ist entscheidend, dass die Säure undissoziiert vorliegt und so in die Zellwand der Mikroben eindringen kann. Die antimikrobielle Effektivität kann in 2 Aspekte aufgeteilt werden, die für die *in vivo*-Wirksamkeit von Belang sind:

- Reduktion der Gesamtmikrobenpopulation und somit verringerter Nährstoff- und Energiebedarf zur Deckung des Bedarfs der Mikroorganismen. Dies wurde auch für den Zusatz von KDF beobachtet (Hebeler et al., 2000) (Abb. 3). Somit steht dem Tier mehr Energie für den Ansatz zur Verfügung und dadurch ließe sich die beobachtete verbesserte Nährstoffverdaulichkeit durch den Einsatz von KDF erklären (Roth et al., 1998).
- Spezifische Wirksamkeit gegen potentiell pathogene wie z. B. Salmonellen und *E. coli* . Durch den Zusatz von KDF konnte die Population von *E. coli* in einem *in vitro*-Modell (Knarreborg et al., 2002) signifikant gesenkt werden und auch Untersuchungen bei Mastschweinen konnten den Effekt belegen (Øverland et al.,2000b) dies belegen. Die guten Effekte gegen Salmonellen konnten von Papenbrock (2004) und Kulla (2001) bestätigt werden.

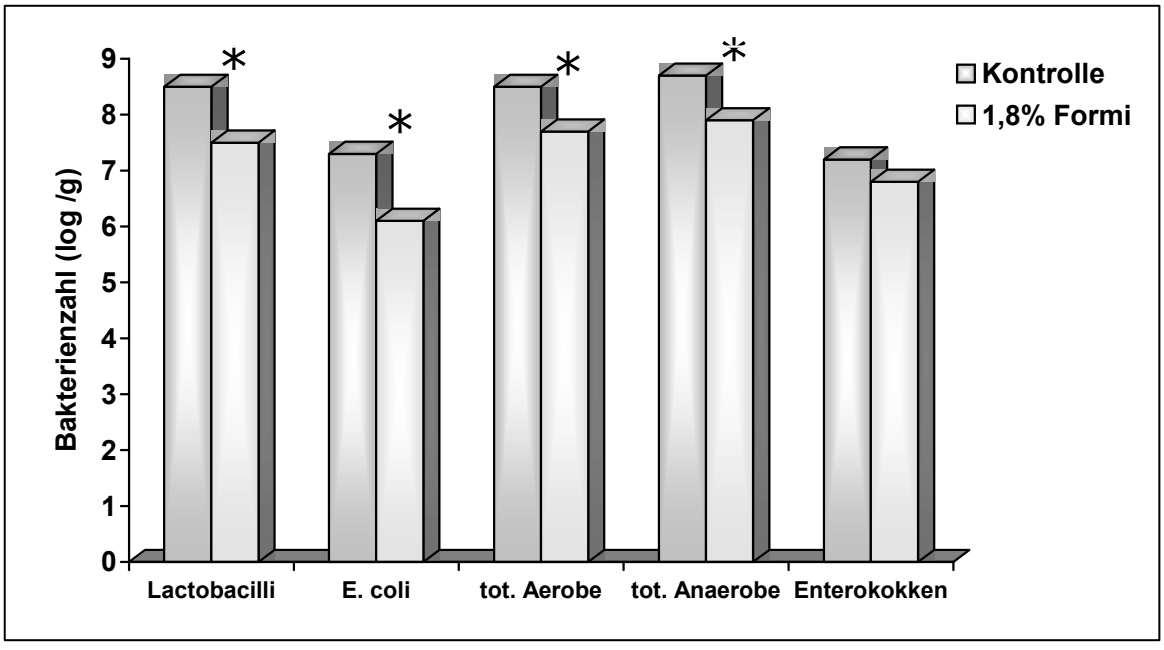


Abbildung 3: Effekt von KDF auf die Mikroflora im caudalen Dünndarm bei Ferkeln eine Woche nach dem Absetzen (Hebeler et al., 2000)

Weiterhin unklar bleiben allerdings die antimikrobiellen Effekte von KDF im Colon, die in mehreren Studien beobachtet wurden. Denn aufgrund kinetischer Untersuchungen ist eindeutig, dass keine nennenswerten Mengen an Formiat im Colon vorhanden sind und somit ein direkter antimikrobieller Effekt ausgeschlossen werden kann.

Zusammenfassung

Der Einfluss von Kaliumdiformait (KDF, Handelsname Formi®) auf die Mikroflora und im Besonderen auf gramnegative Keime wie *Salmonella* und *E. coli* war in zahlreichen Versuchen belegt worden. Die hier beschriebenen Versuche zur Kinetik von KDF *in vivo* an fistulierten Tieren sollten Klarheit bringen, wie viel Ameisensäure aus KDF tatsächlich den Dünndarm erreicht. Denn das antimikrobielle Wirkprinzip organischer Säuren ist bekannt: nur organische Säuren, die undissoziiert vorliegen, können in die Mikroorganismen eindringen. Da der Mikroflora im Dünndarm und darüber hinaus eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Leistungsfähigkeit von Tieren zukommt, ist es wichtig, möglichst viel Ameisensäure in den Dünndarm zu transferieren. Die Untersuchungen bestätigten, dass ca. 80% der Ameisensäure aus KDF tatsächlich in den Dünndarm gelangt und somit zu den nachgewiesenen Leistungssteigerungen führen kann.

Literatur:

Hebeler, D., S. Kulla, Winkenwerder, F., Kamphues, J., Zentek, J., Amtsberg, G. (2000): Einfluß eines Ameisensäure-Kaliumformiat-Komplexes auf die Zusammensetzung des Chymus sowie die Mikroflora im Darmkanal von Absetzferkeln. 54th Proc. Soc. Nutr. Physiol. Göttingen, 7-9

Knarreborg, A., N. Miquel, T. Granli, B. B. Jensen (2002): Establishment and application of an in vitro methodology to study the effects of orgnaic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets. Animal Feed Science and Technology 99, 131-140

Kulla, S. (2001): Untersuchungen zum Einfluss von Kaliumdiformiat als Futterzusatz auf das Keimspektrum und Parameter des mikrobiellen Stoffwechsels im Chymus sowie verschiedene Verdauungsprozessse von Absetzferkeln. Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover

Mroz, Z., M. Øverland, D. E. Reese, Granli T., Kogut, J., Kjeldsen, C. (2003): Duodeno-jejunal changes in acidity and concentrations of formate, lactate, and minerals as affected by potassium diformate and formic acid in diets for young pigs. 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, Banff, Canada

Øverland , M., Z. Mroz, T. Granli, S. H. Steien (2000a): Performance and mode of action of dietary potassium diformate for weanling pigs. 51th Annual Meeting of the EAAP, Hague, The Netherlands, Aug. 21-24

Øverland , M., T. Granli, N. P. Kjos, O. Fjetland, S. H. Steien, M. Stokstad (2000b): Effect of dietary formates on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alterations in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 78:1875-1884

Papenbrock, S., K. Stemme, G. Amtsberg, J. Verspohl, J. Kamphues: Prophylactic effects of potassium diformate (KDSF) and feed form on faecal excretion of *Salmonella* examined in two different infection models. Proc. 18th IPVS Congress, Hamburg, Vol. 2, 654

Partanen, K. H., Z. Mroz (1999): Orgnaic acids for performance enhancement in pig diets. Nutr. Res. Rev. 12:117-145

Paulicks, B. R. , F. X. Roth, M. Kirchgeßner (1996): Dose effects of Potassium Diformate (Formi®) on the performance of growing piglets. Agribiological Research 49, 318-326

Roth, F. X., Kirchgeßner, M. (1998): Organic acids as feed additives for young pigs: nutritional and gastrointestinal effects. In: Journal of Animal and Feed Sciences. Vol. 7, Suppl. 1

Anschrift der Autorin:

Dr. Christina Wald
BASF AG
J 550
67056 Ludwigshafen, Germany
e-mail: christina.wald@basf-ag.de

Effekt von Benzoesäure auf Ammoniak-Emission und Mastleistung in der Schweinemast

JÜRGEN SEEHAWER
DSM Nutritional Products

Ammoniak-Emissionen müssen bis 2010 in Österreich um 14% reduziert werden

Ammoniak (NH_3) ist ein stechend riechendes Gas, das in hohen Konzentrationen giftig wirkt. Ammoniak-Emissionen verursachen anerkannt erhebliche Umweltschäden durch sauren Regen und nachfolgender Eutrophierung des Bodens. In Europa ist zu 80% die Landwirtschaft und insbesondere die tierische Produktion an Ammoniak-Emissionen beteiligt. Aus diesem Grund wird durch die EU - Richtlinie 2001/81/EG für Österreich eine Senkung der Ammoniak-Emission auf der Basis von 1999 um 14% bis 2010 verlangt. Ammoniak-Emissionen werden für die Tierhaltung zukünftig eine zunehmende umweltpolitische Herausforderung darstellen.

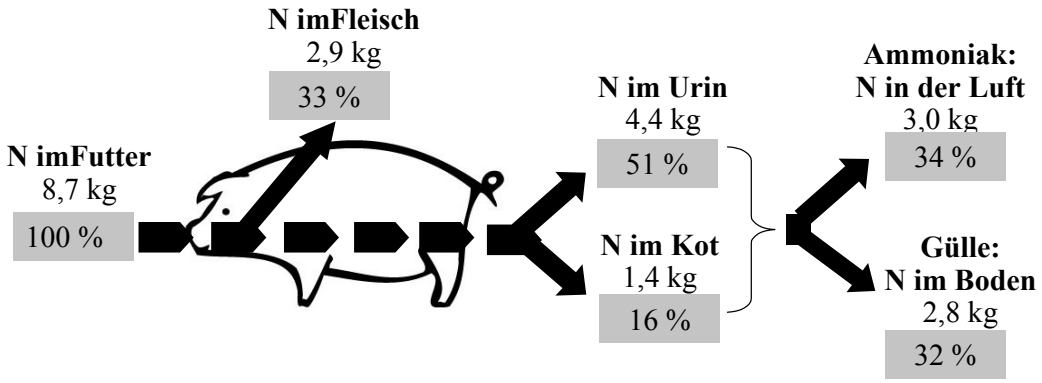
Ein weiterer negativer Einfluss des Ammoniaks wirkt sich direkt im Stall auf die Gesundheit und Leistungen der Tiere aus. Nach der EU Haltungsverordnung für die Schweinemast soll die Ammoniak-Konzentration im Stall bei 10 ppm bis 20 ppm liegen. Die häufig viel höheren Konzentrationen können zum Leistungsrückgang beim Mastschwein und zu Gesundheitsproblemen bei den Tieren und auch beim Landwirt führen.

Benzoesäure reduziert die Ammoniak-Emission

Das Schwein nimmt von der Geburt bis zur Schlachtung (110 kg) ca. 8,7 kg Stickstoff (N) auf. Davon werden üblicherweise 34% als Ammoniak (NH_3) in die Luft freigegeben.

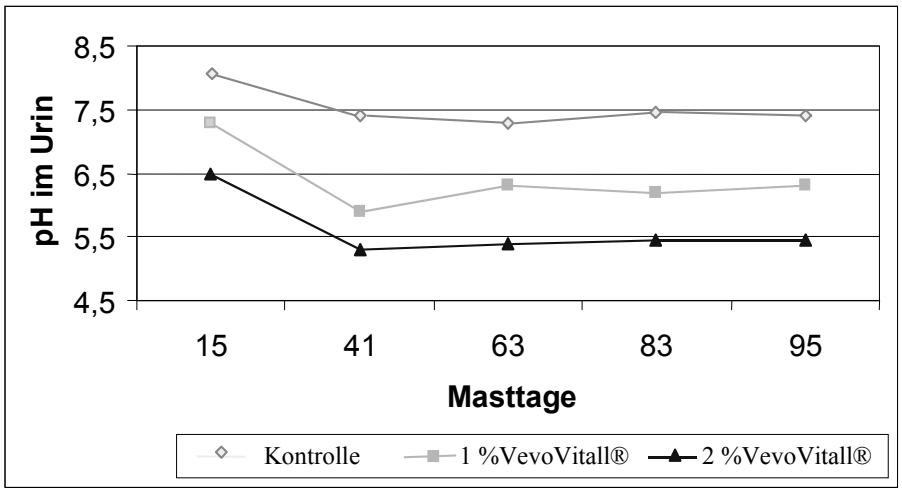
Das Ammoniak entsteht aus dem Harnstoff des Urins unter Einwirkung des Enzyms Urease aus dem Kot. Die Aktivität des Enzyms Urease ist sehr stark von dem pH-Wert des umgebenden Millieus abhängig. Somit kann durch einen geringeren pH-Wert des Urins eine Reduzierung der Ammoniak-Emission erreicht werden. Möglich ist dies durch den Einsatz von Benzoesäure als Futtermittelzusatzstoff. Benzoesäure senkt den Urin pH-Wert. Benzoesäure ist im Juli 2003 als Säureregulator für Mastschweine von der EU zugelassen worden und wird unter der Produktbezeichnung VevoVitall® vertrieben. Der Einsatz von 5 – 10 kg Benzoesäure je Tonne Schweinemastfutter reduziert den pH-Wert im Urin und in der Gülle.

Abbildung 1:
Ein Drittel des aufgenommen Stickstoffs werden als Ammoniak in die Luft abgegeben



IPPC 2002

Abbildung 2:
Reduzierung des Urin pH in Abhängigkeit von Benzoesäure (VevoVitall®)
im Schweinemastfutter



Van der Peet-Schwering et al. 1999

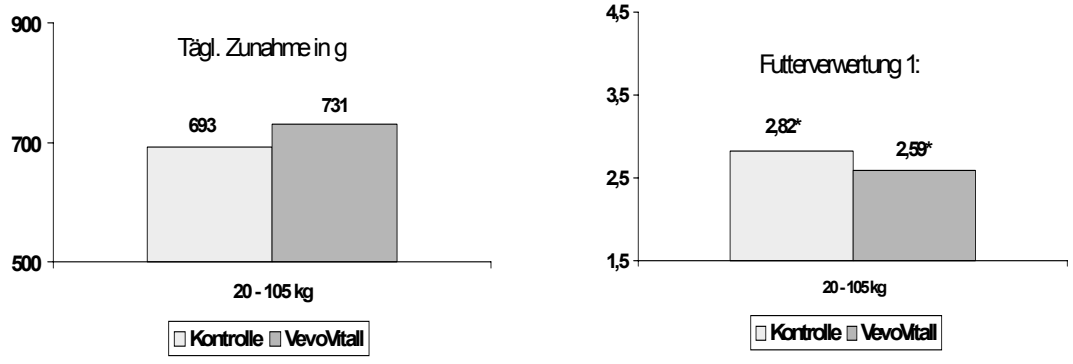
Versuche mit Benzoesäure (VevoVitall®) beim Mastschwein

1. Das Zootechnische Centrum der Universität in Leuven, Belgien hat in 2004 einen Versuch mit Benzoesäure (VevoVitall®) durchgeführt. 93 weibliche und männliche Mastschweine wurden in zwei Gruppen (Kontroll- mit 0% und Versuchsgruppe mit 0,5% VevoVitall® im Mastfutter) in 16 Abteilen aufgestallt. Die Futterzusammensetzung war für beide Gruppen im Energie- und Eiweißgehalt gleich und wurde über den Verlauf der Mastabschnitte bedarfsentsprechend angepasst. Es sollte der Einfluss von Benzoesäure (VevoVitall®) auf die Mastleistung (Abbildung 3) und Ammoniak-Konzentration im Stall (Abbildung 4) festgestellt werden.

   Der Gehalt von 5 kg VevoVitall® je Tonne Schweinemastfutter verbessert über die gesamte Mast von 20 bis 105 kg die täglichen Zunahmen um 4% und die Futterverwertung um signifikant abgesicherte 8%. Für die Ammoniak-Konzentration im Stall konnte eine signifikante Reduzierung um 40% gemessen werden.

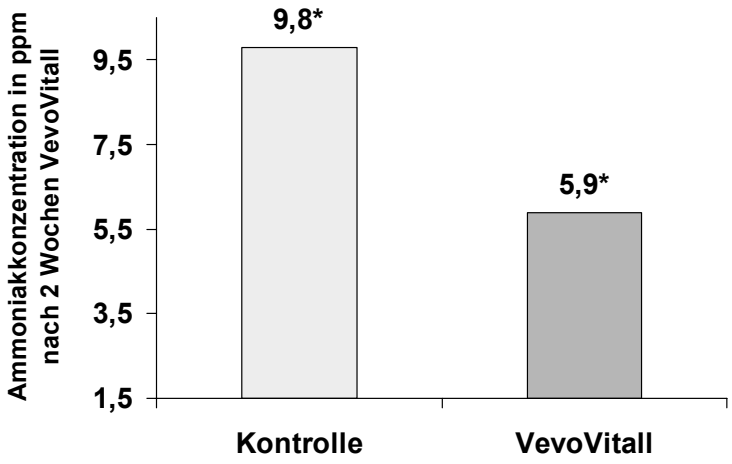
2. In einem weiteren Schweinemastversuch im Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp in Schleswig-Holstein im Gewichtsabschnitt von 30 – 110 kg konnte durch Benzoesäure (1% VevoVitall® im Schweinemastfutter) eine um 4% höhere Tageszunahme und eine um 11% günstigere Futterverwertung festgestellt werden (Abbildung 5).

Abbildung 3:
Benzoesäure (VevoVitall®) verbessert die tägliche Zunahmen und Futterverwertung in der Schweinemast



Zootechnisches Centrum, Leuven, 2004

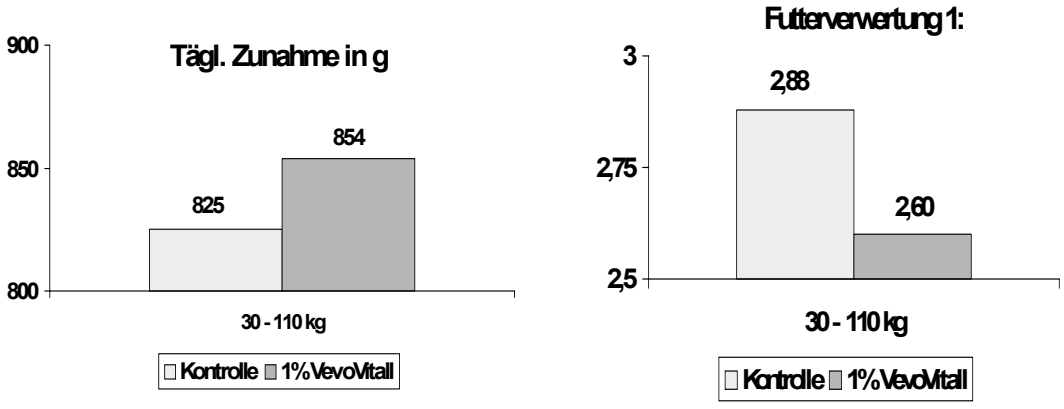
Abbildung 4:
Benzoesäure (VevoVitall®) reduziert die Ammoniak-Konzentration im Schweinestall um 40%



* signifikant unterschiedlich ($p<0,05$)

Zootechnisches Centrum, Leuven, 2004

Abbildung 5:
Benzoesäure (VevoVitall®) verbessert die tägliche Zunahmen und Futterverwertung in der Schweinemast



Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp, 2004

Zusammenfassung

Ammoniak-Emissionen sind eine ernst zunehmende Bedrohung für unser Ökosystem, die zukünftig durch umweltpolitische Gesetzgebung stärker reglementiert werden. Desweiteren führen hohe Ammoniak-Konzentrationen im Stall zu Atemwegserkrankungen bei den Tieren und können auch die Gesundheit des Landwirts beeinflussen. Durch die kürzlich von der EU zugelassene Benzoesäure (VevoVitall®) für Mastschweine wird der Urin pH-Wert gesenkt, wodurch die Ammoniak-Bildung bis zu 40% reduziert werden kann.

Literatur

Van der Peet-Schwering, C.M.C., Verdoes, N. and Plagge, J.G. (1999): Influence of benzoic acid in the diet on performance and urine pH of growing/finishing pigs. Report P 5.8, Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, January 1999, 24 pp. (ISSN 0922-8586)

Maribo, H., Olsen, L.E., Jensen, B.B., and Miquel, N. (2000): Products for weaners. Benzoic acid or the combination of lactic acid and formic acid. The National Committee for Pig Production. Danish Bacon And Meat Council. Report no.: 490

Directive of the European Parliament 2001/81/EC

IPPC (2003): Protein supply for European pigs 2010. Proceedings of a European Workshop hosted by FEFANA, March 2003, page 46

Paulus, C., Levrouw, L. and Geers, R. (2004): How to combine performance and environmental care? VevoVitall. Proc. Intern. ISAH Congress "Animal production in Europe: The way forward in a changing world" (im Druck).

Lentföhr,G. (2004): Überprüfung des Einflusses von Benzoesäure (VevoVitall®) auf die Mastleistung. Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp der Landwirtschaftkammer Schleswig-Holstein. Versuchsbericht (noch nicht veröffentlicht)

Anschrift des Autors:

Dr. Jürgen Seehawer
DSM Nutritional Products GmbH
79639 Grenzach-Wyhlen,
e-mail: juergen.seehawer@dsm.com

Influence of high pea level on the piglets efficiency

JAN VAVREČKA, PETR MAREŠ, PAVEL ŠAJDLER and PETR DOLEŽAL
Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

Abstract: The aim of this study was to analyse the level of feeding pea on parameters of piglets performance. In the trial the addition of pea breed gotik with the highest content of antinutritive factors and commonly used mixture (fed in group A) were compared. The tentative mixtures contained following amounts of pea: group B – 9 %, group C – 18 % and group D 27 %. Resulting values of gain and feeds conversion indicate feasible substitution of soya-bean meal by feeding pea, and thus decrease the dependence of mixed feed mill on these component´s import in production of feeding mixtures for growing pigs.

Introduction

Leguminous plants belong to traditional commodities grown in the Czech Republic. Within Europe and worldwide, significant progress has been achieved in the field of improvements and growing technologies. During the last two decades, a marked increase in growing areas occurred in the EU, but also to a higher use of leguminous plants as an important home-grown protein resource, which has to compensate the deficit of nitrogen substances and to decrease the dependence of fodder industry on import of soya-beans and extracted groats. However, the development in the Czech Republic does not correspond to these trends, use of pulses in the fodder industry is insufficient and corresponds roughly to a half of the total production (ANONYM, 2003).

Peas are, as all other pulses, important and valuable protein, fibre, potassium, B group vitamins and saccharid complex resource (SAVAGE, DEO, 1989). Compared with soya-bean and rape-seed, peas contain a lower protein amount (24,0 vs 49,9 and 40,6 % respectively). The fibre amount is in peas and soya-bean similar, at the level of 6,9 % and 7,0 % respectively . Rape-seeds have a higher fibre content (ca. 13,2 %) and a high content of good quality starch – 54 % (Mc LEAN at al., 1974).

Peas have a relatively favourable lysine content, but the methionin and tryptophan contents should be considered insufficient. Of mineral substances, potassium and phosphorus prevail, but the calcium content is relatively low. Of microelements, peas contain, first of all, iron, mangan, cobalt and zinc. The peas digestibility is high (CORBET at al., 1995, ALONSO at al., 1998).

A higher utility of the above nutrients of good quality in pulses, and first of all in peas, is prevented by reasons from the antinutritive substance content. In peas, concerned are actually the following antinutritive substances in their following order: trypsin inhibitors, lectins (phytohemaglutinins), flalulent oligosaccharids, gallic acid and others from the group of phenolytic substances or eventually substances with phytoesrogenic effects (KALAČ, MÍKA, 1997).

The fact is true that the content and spectrum of antinutritive substances could be successfully and substantially removed by intensive effort of improvers (PONÍŽIL at al., 2004).

Materials and Method

In investigations, included were piglets weaned. Piglets were stabled in the cot with plastic grill floor, covering 100 % of the cot area. Piglets were fed ad libitum from an autofeeder with pelleted feeding mixture (pellets in diameter of 4 mm) for 35 days. Determined was the daily mixture consumption by piglets during the whole experimental period. Piglets were weighed individually at the experiment beginning, half and end. Weighing was carried out on the digital scales to the nearest 0,05 kg. For the experiment, selected was the variety of peas sown *(Pisum sativum L.)* "gotic" with a high content of antinutritive substances and favourable yield parametrs. This variety of peas sown reaches the highest content of trypsin inhibitors, namely 14,38 mg/g (PONÍŽIL at al., 2004). We formed 4 experimental mixtures, isoprotein balanced, with different peas proportions of gotic variety. In the control group A, mixture added with 0,1 % of peas was fed, in the following experimental group B, the peas content was increased up to 9 %, in the group C up to 18 % and in the group D up to 27 %. The feeding mixture compositions are presented in Table 1. Statistical evaluations of increment values were carried out using the unifactor variance analysis according to SNEDOCOR and COCHRAN (1969).

Table 1. The experimental mixture compositions

GROUPS	A	B	C	D
Ingredient	**Pea 0,1 %**	**Pea 9 %**	**Pea 18 %**	**Pea 27 %**
Barley	30,00	30,00	30,00	30,00
Maize	11,00	11,00	11,00	11,00
Wheat	26,16	21,94	17,62	13,30
Soybean extract meal (450 protein)	22,04	17,36	12,68	8,10
EnerPro	1,00	1,00	1,00	1,00
Ascolac	4,00	4,00	4,00	4,00
Pea gotik	0,10	9,00	18,00	27,00
NaCl	0,40	0,40	0,40	0,40
$CaCO_3$	0,70	0,70	0,70	0,70
BOLIFOR DCP-S	1,90	1,90	1,90	1,90
Formic Stabil 65% (Formic acid)	1,00	1,00	1,00	1,00
ČOS Plus 100 (min.-vit.premix)	0,50	0,50	0,50	0,50
Lysine 40% premix	1,10	1,10	1,10	1,10

Results and Discussion

The initial weight of piglets under investigations was 7,74 kg in the control group A, 7,77 kg in the group B, 7,74 kg in the group C and 7,78 kg in the group D. The weight of piglets achieved by 35 experimental days was 22,66 kg in the control group A, 21,71 kg in the experimental group B and 20,28 kg in the group C.

All these values were not statistically significant. In the group D, a significant weight decrease occurred ($P < 0,01$), namely to the value of 18,77 kg (Table 2). The resulting values of the parameters examined are presented in Table 3. From the presented values of the mean daily increments, the decrease is evident in these velues of all groups with experimental modification as compared with the control group. Piglets fed the feeding mixture A, which contained only 0,1 % of gotic, reached the mean daily increment of 0,43 kg, with mixture B containing 9 % of gotic 0,40 kg. In the other experimental groups, the increment decrease occurred to the levels: of 0,36 kg significant ($P < 0,05$) for the group C with 18 % of gotic, and 0,32 kg for the group D with 27% of gotic (see Graph 1). Regards to the mean daily mixture consumptions, in piglets of the control group A, they were 0,86 kg, of the experimental group B, they were slightly lower (0,85 kg), in the group C, they were 0,84 kg, and in the group D, they were at the lowest level of 0,74 kg. The feed conversion was increased by in the control group A, in the experimental group B by 7 %, in the group C by 16 %, and in the group D up to by 22 %.

Table 2. The weight of piglets by experiment

GROUPS	Initial weight (kg)	14. days weight (kg)	35. days weight (kg)
A - 0,1% gotic	7,74	11,72	22,66
B - 9% gotic	7,77	11,47	21,71
C - 18% gotic	7,74	11,02	20,28
D - 27% gotic	7,78	10,48	18,77

Table 3. The values of Efficiency parameters during the trial

GROUPS	Average daily gain (kg/piglet/day)	Daily intake of feeding mixture(kg/piglet/day)	Feed conversion (kg mixture/kg gain)
A - 0,1 % gotic	0,43	0,86	2,02
B – 9 % gotic	0,40	0,85	2,16
C – 18 % gotic	0,36	0,84	2,34
D – 27 % gotic	0,32	0,77	2,46

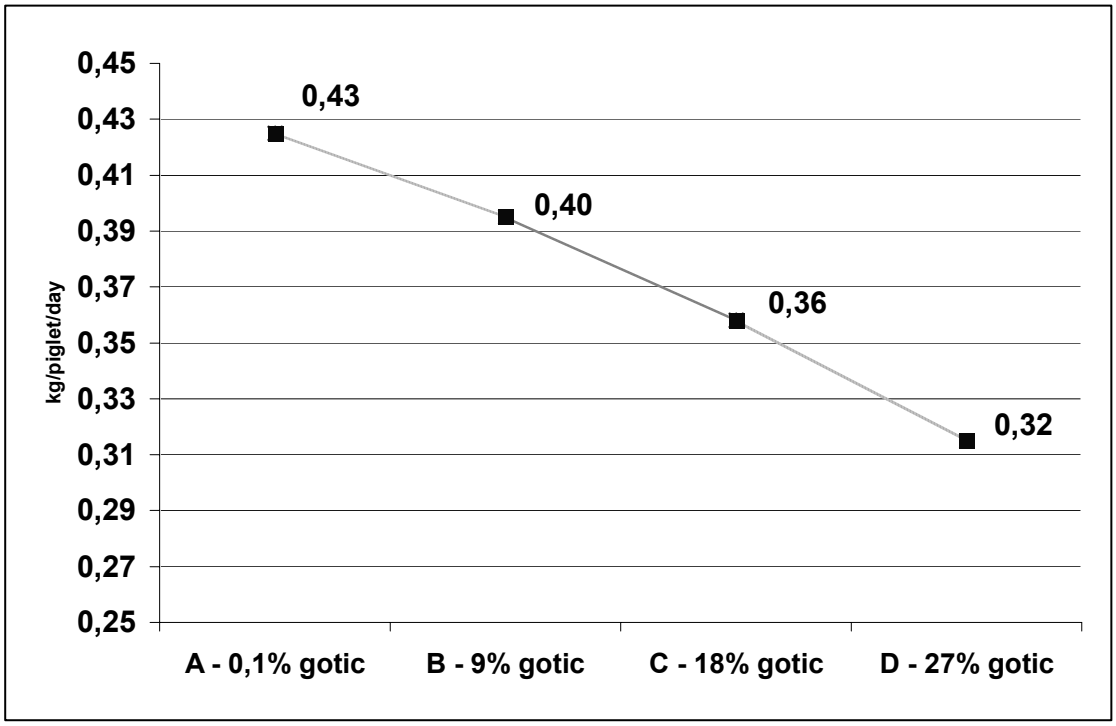


Figure 1. Average daily gain of piglet

Conclusion

ln all experimental groups, a drcrease of indices examined by us occurred against the control one fed the mixture of usual composition. The mean daily increments were in the group A 0,43 kg, in the group B 0,40 kg, in C 0,36 kg and in D 0,32 kg. The clear decrease of increments could be the result of a high content of antinutritive factors in the gotic variety.

References

ANONYM: Situační a výhledová zpráva – Luskoviny 2003. *MZ ČR,* 28 s.

ALONSO, R., ORÚE, E., MARZO, F.: Effect of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor contents in pea seeds. *Food Chemistry,*63, 1998, No 4, pp. 505 - 512.

CORBETT, R. R., OKINE, K. E., GOONEWARDENE, A. L.: Effect of feeding peas to high – producing dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.,* 75, 1995, No 4, pp. 625 – 629.

KALAČ, P., MÍKA, V.: Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. *1. vydání Praha,* ÚZPI 1997, 317 s.

MC LEAN, L. A., SOSULSKI, F. W., YOUNGS, C. G.: Effect of nitrogen and moisture on field and protein in field peas. *Can. J. Plant Sci.,* 54, 1974, pp. 301 – 305.

SAVAGE, G. P., DEO, S.: The nutritional valeu of peas (Pisum sativum): a literature rewiew. *Nutr. Abst. Rev.,* 59 (Series A), 1989, pp. 66 – 83.

PONÍŽIL, A. a kol.: Studium využití semen hrachu a bobu v krmných směsích pro hospodářská zvířata. Roční zpráva projektu QF3070. 2004.

SNEDECOR, G. W., COCHRAN, W. G.: Statistical Methods, 1967, 6th ed., Iowa. Iowa State University Press, 579 pp.

This study was supported by Project QF 3070.

Address of corresponding author:

Ing. Vavrečka Jan
Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno
Faculty of Agronomy
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic
e-mail: vav.jan@email.cz

Relation between the nutrients need and the environment in pigs

L. ZEMAN[1], L. NOVÁK[1], P. NOVÁK [2], AND P. MAREŠ[1]
[1]) Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Czech Republic
[2]) University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno, Czech Republic

L. Zeman et al.: Relation between the nutrients need and the environment in pigs

Introduction

Growth function does belong to methodologies with high level of mathematic formulation demanding ness. In present time the exponential growth function of Gompertz is the most acceptable for growth characterization of modern livestock breeds (clean or hybrid lines). Advantage of exponential growth function in comparison with polynomial functions of different degree is, that exponential function is assigned by three constants they do characterize a growth process of animal since birth till its growth curve attains the asymptote (it means till body mass maturity of individual animal or group of animals) is reached. These thre constants Is possible to determine by comparing experimental data from the growth curve exploiting the mathematical dependence between the peak of the growth velocity curve and the point of the inflexion zone, the initial body mass and the value of the asymptote.

In the point of inflection the growth rate change itself from auto acceleration phase to auto retardation phase (Kníže, Hyánek 1981). Therefore in this zone of growth curve inflection and the maximal highest daily body mass increase it is possible to figure out the constants of the exponential, Gompertz curve (Novak 2003a, 2003b). Do we assign the

- A - asymptote –to body weight in time of the body mass maturity
- B - to a specific growth constant
- C - theintegration constant (scaling parameter),

These values are easy to get by using a commercial packet of statistical programs SAS®/STAT. However these programs are expensive and therefore almost unavailable for general breeders family and some researchers.

From this reason we do use our own method described in the paper Novák, Zeman et al., (2004). This methodology makes it possible to characterize the growth of any individual from the starting body mass in the experiment (G_0), the value of the standard stud value of body mass (Gli), and the maximum value of the body mass increase (dG max), the individual is capable to reach in the region of the inflection point. These three values do characterize the phenotype of a particular individual. However the expression of the individual's genotype into its phenotype form depends on the conditions of nourishment, and the impact of stressing factors from the environment. This new approach, which is based on the biologic interpretation of the specific growth constant, (Novák 2003a, 2003b), we do intend to use for the assessment of the body mass growth of pigs nursed with a standard diet in the measured thermal environment. The goal of this presentation is to gain data for a pilot experiment on basis of which the relation between standardized conditions of nutrition and efficiency parameters of pigs (daily body mass gain) in a controlled environment (controlled air temperature and humidity) can be used for current evaluation of animals growth modeling in various states of nourishment an environmental conditions.

Material and methods

The experiment was situated at University farm in Zabcice and in the trial was used PIC hybrid combination. The proportions of stable is: lenght 68 m, width 7,8 m and high 2,6 m. This stall is equipped by conventional heating and ventilation system. In monitoring were 32 castrated boars (data Zeman, Mareš, 2003) and 48 pigs with ratio castrated boars: gilts – 24:24 (data Zeman, Mareš, 2004). Pigs were stabled in pens for 4 pigs with proportion 3,6 m x 4,1m. Bricken floor of the pen was bestrewed by wheat straw. The trial started in the pig's age 61 days in the average weight 28 kg. During the trial were pigs fed by one kind of feed mixture (the composition see in Table II). The mixture was granulated (size 6 mm) and pigs were fed semi-ad libitum. In prn were available two automatic feeding pump. The feed mixture contained 88,2 % of dry matter and 13,02 MJ/kg of metabolizable energy. The feed intake was measured on the pen level. Mixture was weighed and given to feed box on Monday, Wednesday, and Friday, in the amount calculated for next two or three days. The pigs were weighed once in 14 day and their individual weights were recorded. In the stall hall were measured air temperature and humidity by automatic loggers L3120 (mark COMET). These parameters were recorded every 30 minutes in all day.

For evaluation of phenotype characterization of individual animals was used methodology of biological interpretation of growth function (Novák 2003a, 2003b). Principe of this methodical solution is transformation of mathematic term „specific growth coefficient of growth (B)" to quantitative trait „the most possible weight gain (dGmax)". This trait is conditioned by genotype and is spliced with point of inflexion on the growth curve. All transformation is implemented under mathematic rules. In biological interpretation is exponential growth function determined by three values, which are in standard practice well known. They are directly measurable and at once they characterize phenotype of the individual animal. Theese constants are:

- the body weight on the beginning of our growth curve (G_0),
- genetic limit of body weight – equivalent of stud value (Gli),
- value of the most possible weight gain (dGmax) in the point of inflexion of the growth curve.

The overview of formulas for calculation the constants of the exponential growth function coefficient are shown in Table I. These formulas are based on three mentioned values (G_0, Gli, dGmax), which do characterize the phenotype of the evaluated animal

Table 1. Calculation formulas for the coefficients of the exponential growth curve from the parameters of the animals phenotype values of the experimental organism.

Exponential growth curve	$Gt = A.exp. (-C.exp.(-B.t))$
Body mass in the inflection point	$G^* = Gli/e$
Time needed to reach the inflection point	$t^* = lnC / B$
Constant of a specific growth	$B = e. dG\ max / Gli$
Integration constant	$C = ln (Gli / G_0)$

Table 2: Composition of mixture

	Unit	Content
Wheat	%	36,00
Barley	%	35,00
Soybean extract meal (450 CP)	%	24,50
Premix TESTA M (mineral –vitamin premix)	%	4,50
Total	%	100
ME p	MJ / kg	13
Crude protein	g / kg	187
Lysin	g / kg	11,1
Met	g / kg	3,3
Met + Cys	g / kg	6,7
Thr	g / kg	7,5
Ca	g / kg	10,8
P	g / kg	8,3
Na	g / kg	1,8
Mg	g / kg	0,7
NaCl	%	0,4
Cu	mg / kg	25
Mn	mg / kg	90
Zn	mg / kg	110
I	mg / kg	0,4
Co	mg / kg	0,5
Se	mg / kg	0,3

Results

During the trial was found out no serious health troubles.

The measured values of pigs weight (data Zeman, Mareš, 2003) are in Table III. The pigs are devided to three groups, namely animal with weak growth, with standard growth and strong growth. In Figure 1. are showed the growth curves of pigs from similar groups and the average growth curve (data Zeman, Mareš, 2004). There are also the value of three parameters (G_0, Gli, dGmax), which are calculated as per bioversion of exponential function for average growth curve. The parameters of genotypes are presented in head of Figure 1. The average growth curve coresponds with phenotype with birth weight (G_0) 1,2 kg, the asymptote (Gli) 220 kg

Table 3. Calculated individual value of parameters, which characterize phenotype (G0, Gli, dGmax) and coefficients of exponential growth function (a,B,C), value of minimal variance of experimental data around calculated exponential growth curve and the point of inflexion value (t*, G*)

	PHENOTYPE 1 = weak growth						Coefficients		
Animal No.	G0	Gli	dGmax	±SD%ΔΦ	t*	G*	a	B	C
20	1,23	250	1	4,06	153,6	92	0,06004	0,01087	5,314
49	1,23	250	1,04	5,99	147,7	92	0,06244	0,01131	5,314
41	1,23	250	1,06	4,68	144,9	92	0,06364	0,01153	5,314
37	1,23	250	1,06	15,2	144,9	92	0,06364	0,01153	5,314
38	1,23	250	1,07	4,43	143,6	92	0,06424	0,01163	5,314
		Average	1,046	6,872	146,959	92	0,06280	0,01137	5,31400
		± SD	0,028	4,713	4,022		0,001676	0,000305	
		Cv %	2,7	68,6	2,7		2,7	2,7	
	PHENOTYPE 2 = standard growth								
Animal No	G0	Gli	dGmax	±SD%ΔΦ	t*	G*	a	B	C
79	1,23	250	1,1	4,34	139,7	92	0,06604	0,01196	5,314
30	1,23	250	1,105	4,94	139	92	0,06634	0,01201	5,314
57	1,23	250	1,11	3,01	138,4	92	0,06664	0,01207	5,314
19	1,23	250	1,11	3,18	138,4	92	0,06664	0,01207	5,314
48	1,23	250	1,11	4,57	138,4	92	0,06664	0,01207	5,314
60	1,23	250	1,12	13,52	137,2	92	0,06724	0,01218	5,314
10	1,23	250	1,125	9,32	136,6	92	0,06754	0,01223	5,314
50	1,23	250	1,13	4,22	136	92	0,06784	0,01229	5,314
34	1,23	250	1,13	6,86	136	92	0,06784	0,01229	5,314
67	1,23	250	1,13	8,31	136	92	0,06784	0,01229	5,314
65	1,23	250	1,13	14,62	136	92	0,06784	0,01229	5,314
5	1,23	250	1,13	14,79	136	92	0,06784	0,01229	5,314
14	1,23	250	1,14	15,8	134,8	92	0,06844	0,0124	5,314
58	1,23	250	1,16	7,41	132,4	92	0,06964	0,01261	5,314
		Average	1,124	8,206	136,758		0,06745	0,01222	5,31400
		± SD	0,016	4,651	1,918		0,000952	0,000173	
		Cv %	1,4	56,7	1,4		1,4	1,4	
	PHENOTYPE 3 = maximal growth								
Animal No.	G0	Gli	dGmax	±SD%ΔΦ	t*	G*	a	B	C
76	1,23	250	1,19	3,66	129,1	92	0,07144	0,01294	5,314
13	1,23	250	1,19	12,78	129,1	92	0,07144	0,01294	5,314
3	1,23	250	1,24	8,89	123,9	92	0,07444	0,01348	5,314
73	1,23	250	1,24	15,46	123,9	92	0,07444	0,01348	5,314
2	1,23	250	1,25	8,93	122,9	92	0,07504	0,01359	5,314
4	1,23	250	1,259	10,87	122	92	0,07558	0,01369	5,314
11	1,23	250	1,27	8,06	121	92	0,07625	0,01381	5,314
70	1,23	250	1,27	17,32	121	92	0,07625	0,01381	5,314
64	1,23	250	1,275	20,49	120,5	92	0,07655	0,01386	5,314
74	1,23	250	1,31	15,63	117,3	92	0,07865	0,01424	5,314
		Average	1,249	12,21	123,062		0,07501	0,01358	5,31400
		± SD	0,037	5,067	3,716		0,00224	0,000404	
		Cv %					3,0	3,0	

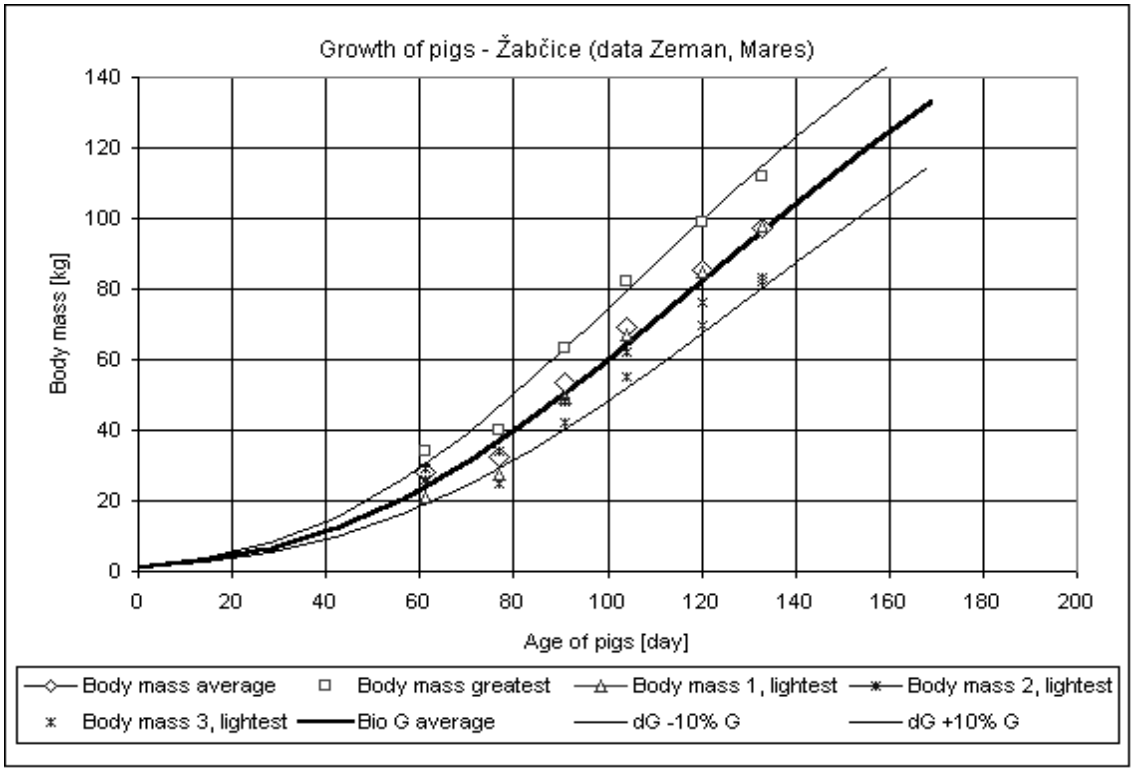
And these three groups diverge in value of the maximal daily gain (dGmax). The group of pigs with standard growth had maximaly gain 1,12 kg/day, the group with weak growth 1,0 kg/day and the group with strong growth 1,26 kg/day. The differences between weak and strong growing pigs are signifficant on the level $P<0,01$. Is remarkable that, the classification of individual pig is some during all trial, and no pigs go over to other group.

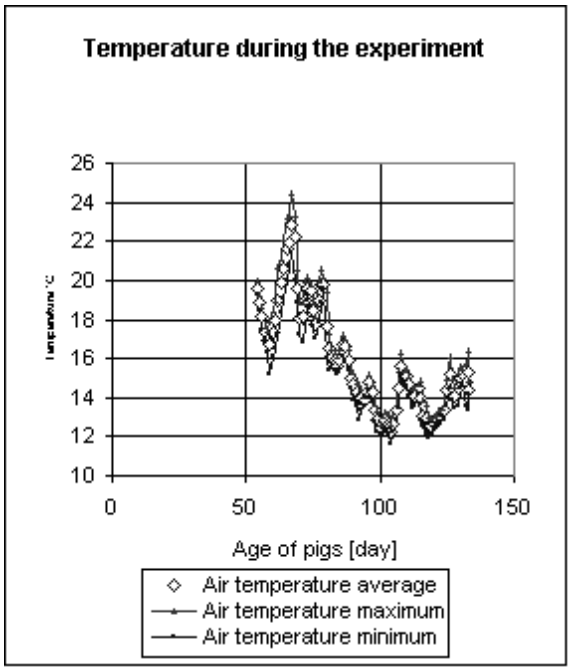
Discussion

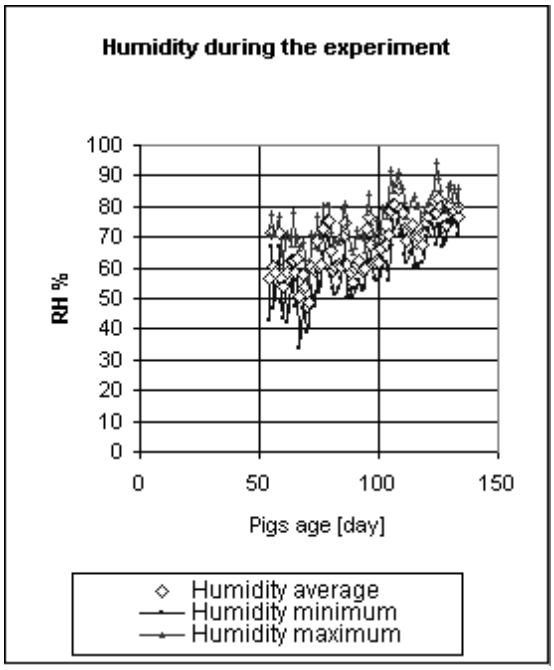
Values of the maximum body mass increase do in principle reflect the expression of the animal's genotype to its phenotype form in the real experimental conditions of growth. The differences in the expression of the genotype presented in Tab. III, they do belong to the group of thin growing animals, of standard growing animals and maximal growing animals, do reflect the differences in the growth velocities which the animals of the three groups have attained in the identical conditions of nourishment, farmers care and in the stable controlled climatic conditions. The differences observed evidently do reflect probably different requirements of individual animals to the intake of the metabolizable energy in the feed consumed. the differences in the energy intake than are, no doubt expressed in the decrease of the growth velocity. It may by also considered that the amount of energy consumed may be in some individuals sufficient to satisfy the amount of energy needed to the compensation of the impact of stressing factors from the environment. However in any case, the depression of the maximum body mass increase does aggravate the economic results of the fattened pigs, because the interval of reaching the slaughter body mass shall be elongated. Impressiv is a finding, which indicate, that the ranking of individual pigs into the mentioned three groups is stable and is to be observed already from the begin of the ranking of the animals at the begin of the experiment. These phenomena we shall try to elucidate in further experiments.

Figure 1. Characteristic values of the pigs phenotype

Body mass at births G_0	Standard body mass Gli	Average body mass increase dGmax	dGmax´ - 10%	dGmax +10%
1,20	**220,0**	1,12	1,00	1,26







References

Kníže, B., Hyánek, J. (1981): Charakteristika analýzy růstu hospodářských a laboratorních druhů zvířat. Biologické listy, 46, 193-201.

Novák, L. (2003a): The growth of farm animals simulated by the biologic model of growth. 2. Tagungsband 2. BOKU Symposium Tierernährung, 02. Oktober 2003 Wien, s. 84-89.

Novák L., (2003b): Biologický model růstu, možnosti jeho použití pro modelování a hodnocení živočišné produkce. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2003, VFU, Brno 8. prosince 2003, s. 63-72.

SAS®/STAT, (1998): Release 6.12 Edition, Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, NC.

Novak, L., Zeman, L., Novak P., Mareš, P. (2004): Homogeneity of phenotype in the fattening pigs and methodology of its assessments. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2004 LII, No. 2, pp 53-64

Adress of author

Prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic
e-mail: zeman@mendelu.cz

Imageverbesserung der Broilerfütterung durch Nutzung von Grünfutterflächen

CHRISTIAN PLITZNER UND RUDOLF LEITGEB
Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Das Geflügelfleisch ist beim Konsumenten einerseits durch die sehr günstigen Preise und andererseits durch das Image vom „gesunden Fleisch" sehr beliebt. Um den Konsumenten auch in Zukunft ein positives Image der Hühnerfleischproduktion zu vermitteln, könnte Grünfutter an Masthühner verfüttert werden. Denn die Haltung und Fütterung von Tieren wirkt sich zunehmend auf die Kaufentscheidung der Konsumenten aus. Da die Haltung von großen Masthühnerbeständen mit Auslauf auf Grünfutterflächen realistisch gesehen nicht umsetzbar ist und außerdem zeitlich auf die Vegetationsperiode begrenzt ist, könnten Grünmehle in das Alleinfutter von Masthühnern eingemischt werden.

In der konventionellen Hühnermast ist der Einsatz von Grünmehlen nicht nur wegen des höheren Rohfasergehaltes unüblich, sondern auch wegen der höheren Futterkosten.

Material und Methode

In einem Hühnermastversuch wurden die Auswirkungen von 0, 3 und 6 % Luzernegrünmehl in Alleinfuttermischungen auf die Mast- und Schlachtleistung, sowie auf die organoleptischen Eigenschaften des Brustfleisches und auf die mikrobielle Zusammensetzung des Blinddarmchymus untersucht.

Es wurden 180 Eintagsküken (Hybridmastlinie Ross) in 12 Boxen mit einer Lebendmasse von 48 g gleichmäßig aufgeteilt. In jeder der drei Futtergruppen wurden 60 Tiere aufgestallt. Die Mastdauer betrug 35 Tage. Als Futtermittel wurden Hühnermastfutter I und II ad libitum angeboten. Das Hühnermastfutter I wies einen XP-Gehalt von 21 % und einen Energiegehalt von 12,8 MJ ME/kg auf und das Hühnermastfutter II einen XP-Gehalt von 20 % und einen Energiegehalt von 13,0 MJ ME/kg. Das Futter der FG1 enthielt kein Luzernegrünmehl, in FG2 waren 3 % und in FG3 6 % Luzernegrünmehl enthalten. Da das Luzernegrünmehl einen Teil des Maises in den Rationen der FG2 und 3 verdrängte, wurde der dadurch entstandene Energiemangel durch Sojaöl in den Futtermischungen ergänzt. Weiters ist das Luzernegrünmehl eiweißreicher als der Mais und das führte dazu, dass der Anteil an Sojaextraktionsschrot in den Futtermischungen der FG2 und 3 geringer wurde. Der Versuchsplan und die Futtermischungen gehen aus den Tabellen 1, 2 und 3 hervor.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmal	Futtergruppe		
	1	2	3
Tiere, n	60	60	60
Boxen, n	4	4	4
Luzernegrünmehl, %	0	3	6
Mastdauer, Tage	35	35	35

Tabelle 2: Rezeptur des Hühnermastfutters I

Futtermittel		Futtergruppe		
		1	2	3
Luzernegrünmehl	%	0	3	6
Mais	%	62,3	58,4	54,4
Sojaextraktionsschrotes-hp	%	31,2	30,9	30,6
Maiskleber	%	1	1	1
Sojaöl	%	2,2	3,4	4,7
Futterkalk	%	1,02	0,97	0,91
Dicalciumphosphat	%	1,61	1,64	1,67
Viehsalz	%	0,27	0,27	0,26
Vitaminkonzentrat	%	0,02	0,02	0,02
Spurenelementkonzentrat	%	0,04	0,04	0,04
L-Lysin-HCI	%	0,160	0,156	0,152
DL-Methionin	%	0,104	0,108	0,111
L-Threonin	%	0,024	0,022	0,020
Cholin-Cl	%	0,08	0,08	0,08
Elancoban	%	0,05	0,05	0,05
Toyocerin (KBE/g = $5*10^8$)	%	0,005	0,005	0,005

Von den wertvollen Teilstücken wurde die Brust der Tiere verkostet. Vier Verkoster bewerteten die Zartheit, die Saftigkeit und den Geschmack subjektiv mit den Noten 1 bis 6. In Tabelle 4 ist die Bewertungsskala dargestellt. Die zu grillenden Stücke hatten eine Größe von 3 x 3 x 1 cm, die nach dem Grillen in vier gleiche Teile geschnitten und den Verkostern vorgelegt wurden. Das Fleisch wurde nicht gewürzt.

Ziel der mikrobiellen Untersuchung war es festzustellen, ob sich Unterschiede in der mikrobiellen Zusammensetzung der Blinddarmflora durch die Zufütterung von Luzernegrünmehl in den FG2 und FG3 gegenüber der FG1 ergaben. Der Chymus wurde auf die Anzahl an Clostridien, Enterobacter, Enterococcen, Lactobacillen und auf die Gesamtkeimzahl (unter aeroben Bedingungen) hin untersucht.

Tabelle 3: Rezeptur des Hühnermastfutters II

Futtermittel		Futtergruppe 1	2	3
Luzernegrünmehl	%	0	3	6
Mais	%	64,8	60,8	56,9
Sojaextraktionsschrotes-hp	%	28,8	28,5	28,2
Maiskleber	%	1	1	1
Sojaöl	%	2,4	3,7	5,0
Futterkalk	%	1,05	0,99	0,94
Dicalciumphosphat	%	1,38	1,41	1,44
Viehsalz	%	0,27	0,27	0,26
Vitaminkonzentrat	%	0,02	0,02	0,02
Spurenelementkonzentrat	%	0,04	0,04	0,04
L-Lysin-HCI	%	0,092	0,088	0,084
DL-Methionin	%	0,075	0,078	0,082
L-Threonin	%	0,052	0,050	0,048
Cholin-Cl	%	0,04	0,04	0,04
Toyocerin (KBE/g = $5*10^8$)	%	0,005	0,005	0,005

Tabelle 4: Organoleptische Bewertungskriterien

Punkte	Merkmal Zartheit	Saftigkeit	Geschmack
6	sehr zart	sehr saftig	sehr geschmackvoll
5	zart	saftig	geschmackvoll
4	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich
3	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich
2	zäh	trocken	geschmacklos
1	sehr zäh	sehr trocken	untypisch

Ergebnisse

Zwischen den Futtergruppen konnten bei den Mastleistungsmerkmalen keine statistisch signifikanten Unterschiede ermittelt werden. In der Tendenz waren die Tiere der FG3 mit 6 % Luzernegrünmehl in der Ration um etwa 50 g leichter. Dieser Unterschied lässt sich dadurch erklären, dass die Tiere nicht in der Lage waren, das Mehr an Rohfaser durch erhöhte Futteraufnahme zu kompensieren.

Bei einem Einsatz von 3 % Luzernegrünmehl wie es in der FG2 erfolgte, zeigten sich keine Leistungseinbußen in der LM-Entwicklung. Für die Fütterung konventioneller Broiler bedeutet dies, dass ein Einsatz von 3 % Luzernegrünmehl in der Ration bezogen auf die LM-Entwicklung durchaus möglich ist. Pammer und Liebscher (1961) kamen bei ihren Untersuchungen ebenfalls zum Schluss, dass der

Grünmehleinsatz durch die voluminöse Beschaffenheit und dem geringen Nährwert mit 3 % im Hühnermastfutter zu begrenzen ist.

Beim Futteraufwand konnte über die gesamte Mastdauer kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Vom 22. - 35. Masttag konnte lediglich ein etwas erhöhter Futteraufwand der FG3 beobachtet werden, was sich wiederum durch den höheren Rohfaseranteil in der Ration erklären lässt. Zum selben Ergebnis gelangten Hadorn und Wenk (1995), die ebenfalls eine verminderte Futteraufnahme durch einen erhöhten Nahrungsfaseranteil in der Ration feststellten. Aus Tabelle 5 können die Ergebnisse der Mastleistung entnommen werden.

Tabelle 5: Mastleistung

Merkmal	Futtergruppe			s_x	P
	1	2	3		
Boxen (Tiere), n	4 (60)	4 (60)	4 (60)	-	-
LM, g					
1. Masttag	48	48	48	0,1	0,60
21. Masttag	729	732	737	4	0,96
35. Masttag	1.928	1.930	1.880	28	0,64
Futteraufwand, kg					
1.-21. Masttag	1,83	1,75	1,78	0,04	0,60
22.-35. Masttag	1,84	1,88	1,90	0,03	0,36
1.-35. Masttag	1,83	1,83	1,86	0,02	0,76

Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, nahmen die Schlachtgewichte der Tiere von FG1 zur FG3 analog zu den Mastendgewichten ab. Die Schlachtgewichte der FG2 und 3 waren um durchschnittlich 20 bzw. 50 g leichter als die Schlachtgewichte der FG1. Dies zeigt deutlich, dass bei höheren Einmischungen von Luzernegrünmehl Einbußen in der Lebendmassenentwicklung und in der Futterverwertung zu erwarten sind und so der Einsatz von Grünmehlen begrenzt ist.

Die Teilstückgewichte der OD-Ware kalt sind in Tabelle 7 angeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass keinerlei negative Auswirkungen auf die wertvollen Teilstücke zu erwarten sind. Die etwas geringeren Teilstückgewichte der FG3 lassen sich durch die niedrigeren Mastendgewichte erklären.

Tabelle 6: Schlachtleistung

Merkmal	Futtergruppe			s_x	P
	1	2	3		
Tiere, n	57	58	57	-	-
LM entblutet, g	1836	1822	1786	26	0,57
OD-Ware warm*, g	1515	1495	1463	27	0,42
OD-Ware kalt*, g	1487	1467	1435	26	0,42
Grillfertige Ware, g	1331	1309	1279	26	0,40

*OD-Ware = Ohne Darm Ware

Tabelle 7: Wertvolle Teilstücke des Schlachtkörpers

Merkmal	Futtergruppe			s_x	P
	1	2	3		
Tiere, n	12	12	12	-	-
OD-Ware kalt*, g	1453	1468	1411	30	0,79
Kopf & Hals, g	93	95	91	2	0,73
Ständer, g	60	63	59	2	0,78
Brust, g	348	346	344	2	0,98
Schenkel, g	403	407	389	10	0,72
Flügel, g	147	153	141	6	0,48
Restkörper, g	398	404	384	11	0,77

*OD-Ware = Ohne Darm Ware

Die organoleptische Beurteilung des Brustfleisches zeigte keine signifikanten Unterschiede. Alle Futtergruppen erhielten überdurchschnittliche Noten. Tendenzen eines positiven oder negativen Einflusses des Luzernegrünmehles können aus der organoleptischen Beurteilung nicht abgeleitet werden.

Durch den Einsatz von mehr Rohfaser in den FG2 und 3 konnte angenommen werden, dass die untersuchten Mikroben im Blinddarm, im Vergleich zur FG1, zunehmen würden. Die Untersuchungen des Blinddarmchymus zeigten jedoch keine statistischen Unterschiede zwischen den Futtergruppen (Tabelle 8). Gruhn und Wiesenmüller (1990) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Auch die Untersuchungen von Zander et. al. (1988) spiegelten dies wieder. Die Untersuchungen zeigen, dass die Fähigkeit von Masthühnern Rohfaser zu verwerten beschränkt ist.

Tabelle 8: Ergebnisse der mikrobiellen Untersuchung des Blinddarmchymus

Merkmal		Futtergruppe			s_x	P
		1	2	3		
Proben	n	8	8	8	-	-
Lactobacillen	KBE/ml	$3,1*10^8$	$1,7*10^8$	$4,1*10^8$	$1,2*10^8$	0,29
Enterococcen	KBE/ml	$1,1*10^8$	$1,1*10^8$	$2,3*10^8$	$6,9*10^7$	0,23
Enterobacterien	KBE/ml	$1,1*10^6$	$3,3*10^6$	$1,4*10^6$	$1,2*10^6$	0,21
Clostridien	KBE/ml	$6,5*10^8$	$8,4*10^8$	$6,5*10^8$	$7,1*10^8$	0,84
Gesamtkeimzahl	KBE/ml	$8,4*10^7$	$1,0*10^8$	$1,9*10^8$	$1,3*10^8$	0,31

Schlussfolgerungen

Der Versuch zeigt, dass ein Einsatz von 3 % Luzernegrünmehl in Rationen der konventionellen Hühnermast keine negativen Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung hat. Bei einem Einsatz von 6 % Luzernegrünmehl in den Futtermischungen konnte zwar kein signifikanter Unterschied in der LM-Entwicklung nachgewiesen werden, aber das Mastendgewicht der Masthühner der FG3 war im Durchschnitt um 50 g geringer als das der FG1. Um 50 g geringere Mastendgewichte pro Tier bedeuten für die Landwirte beträchtliche ökonomische Einbußen und sind daher in ihrer Aussage nicht zu unterschätzen.

Auf die organoleptischen Merkmale und auf die Anzahl der untersuchten Mikroben im Blinddarmchymus wurden weder positive noch negative Einflüsse durch den Einsatz von Luzernegrünmehl festgestellt.

Durch eine begrenzte Beimischung von Grünmehlen würden die Futterkosten zwar etwas steigen, aber der positive Effekt der Imageverbesserung wäre sicherlich gegeben. Ein zweiter zusätzlicher positiver Effekt wäre die Nutzung von Grünfutterflächen in der Hühnermast, die reichlich zur Verfügung stehen.

Literatur

Gruhn, K. und W. Wiesenmüller, 1990: Untersuchungen zum Futterwert von fraktioniert geernteten Luzerneblättern an Legehybriden und Broilerzuchthennen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Hadorn, R. und C. Wenk, 1995: Einfluss verschiedenartiger Nahrungsfaserträger auf die Verwertung der Nährstoffe und Energie beim Broiler. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Moschgat, G., 1997: Auswirkungen verschiedener Vorbeuge- und Behandlungsmethoden gegen Kokzidiose bei Masthühnern im Biologischen Landbau. Dipl. Arbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Pammer, H., W. Liebscher, 1961: Geflügelwirtschaft, Fütterung der Hühner. Carl Gerold`s Sohn Verlag, Wien.

Peter, W., S. Dänicke, H. Jeroch, M. Wikke und G. V. Lengerken, 1997: Einfluss der Ernährungsintensität auf den Wachstumsverlauf und die Mastleistung französischer „LABEL" Broiler. Archiv für Tierzucht 40, 69-84.

Zander, R., M. Matthey, A. Hennig, I. Voigt, 1988: Einfluss verschiedener Faserarten auf die fäkale Stickstoffausscheidung und den Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Kot bei Broilerzuchthennen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Anschrift des korrespondierenden Autors

DI Christian Plitzner
Abteilung: Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel-Strasse 33, 1180 Wien
e-Mail: christian.plitzner@boku.ac.at

Wachtelmast mit unterschiedlichen Energieniveaus

GILBERT GABER und RUDOLF LEITGEB
Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Wachteln werden in großer Anzahl in China und Japan als Haustiere gehalten. In Österreich spielen sie nur für wenige Betriebe eine wirtschaftliche Bedeutung. Das Fleisch und die Eier der Wachteln werden als Delikatesse gehandelt. Als Futtermittel werden in der Regel Futtermischungen von anderen Geflügelarten eingesetzt.

Im vorliegenden Wachtelmastversuch wurde der Einfluss von unterschiedlichen Energiegehalten im Alleinfutter für Mastwachteln auf die Mast- und Schlachtleistung, sowie auf die chemische Zusammensetzung der Schlachtkörper untersucht.

Literatur

Farrell et al. (1982) und Young et al. (1978) gaben an, dass wachsende Wachteln in gemäßigten Regionen einen Energiebedarf zwischen 10,88 und 12,56 MJME/kg Futter benötigen. Nach Scholtyssek (1987) sollten im Wachtelaufzuchtfutter 11,7 MJME/kg und 24 % Rohprotein enthalten sein. Tüller et al. (1985) geben für Starterfutter (1.-3. Lebenswoche) 28 % und für das Mastfutter (4.-5. Lebenswoche) 18 % Rohprotein als Bedarfswert an. Nach Tüller et al. (1985) sind Mastwachteln nach 3, 5 und 6 Wochen Mastdauer etwa 115, 176 und 197 g schwer und der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs lag analog bei 2,14, 3,13 und 3,59 kg. Japanische Wachteln erreichten nach 5 Wochen Mastdauer eine LM von etwa 125 g und die Ausschlachtung lag bei 65 % (Elangovan et al., 2001).

Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall, Äußere Wimitz 3, A-9311 Kraig, durchgeführt.

Die Versuchsdauer betrug 39 Tage. 195 Wachtelküken wurden von der Wachtelbrüterei Christian KITZ, Kreuzergegend, Völkermarkt, angekauft. Für den Versuch stand ein Stall mit 8 Boxen zur Verfügung, wobei alle Boxen identisch ausgestattet und mit Hobelspänen eingestreut waren. Das Alleinfutter wurde ad libitum angeboten. Der Versuchsplan wird in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Versuchsplan

	Futtergruppe (FG)			
Merkmal	1	2	3	4
ME, MJ/kg	12,00	12,30	12,60	12,90
Rohprotein, %	23	23	23	23
Tiere, n	49	48	49	49
Boxen, n	2	2	2	2
Mastdauer, Tage	39	39	39	39

Zu Versuchsbeginn wurde mit Hilfe eines Gasstrahlers die Raumtemperatur auf 30°C aufgeheizt. Die Wachteln hatten besonders zu Beginn ein hohes Wärmebedürfnis. Unter der Wärmelampe wurden Temperaturen von bis zu 37°C erreicht. Nach der ersten Mastwoche begann man die Temperatur um 1°C/Tag auf 20°C abzusenken. Die Be- und Entlüftung erfolgte mit Hilfe eines temperaturabhängig elektronisch gesteuerten Ventilators. Die relative Luftfeuchtigkeit lag bei ca. 70 %. Der Stall wurde über die gesamte Mastperiode konstant 20 Stunden/Tag beleuchtet.

Tabelle 2: Rezeptur der Alleinfuttermischungen

Futtermittel	FG 1	FG 2	FG 3	FG 4
Mais, %	54,53	52,88	51,24	49,6
Sojaextraktionsschrot-hp, %	35,84	36,15	36,45	36,76
Luzernegrünmehl, %	3	3	3	3
Trockenmagermilch, %	2	2	2	2
Sojaöl, %	1,28	2,61	3,94	5,27
Kohlensaurer Futterkalk, %	1,114	1,103	1,093	1,082
Dicalciumphosphat-40, %	1,444	1,462	1,48	1,498
Viehsalz, %	0,314	0,314	0,314	0,314
Vitaminkonzentrat, %	0,02	0,02	0,02	0,02
Spurenelementprämix, %	0,056	0,056	0,056	0,056
L-Lysin HCl, %	0,075	0,069	0,063	0,057
DL-Methionin, %	0,13	0,131	0,132	0,133
Cholin-Cl, %	0,16	0,16	0,16	0,16
Elancoban, %	0,05	0,05	0,05	0,05

Als Mast- und Schlachtleistungsdaten wurden die LM-Entwicklung, der Futteraufwand (kg Futterverbrauch/kg LM), die Gewichte der Schlachtkörper ohne Innereien, der Herzen, Lebern und Mägen individuell erhoben. 32 Schlachtkörper (8 Schlachtkörper/FG) wurden als OD- Ware kalt homogenisiert und auf Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett und Rohasche untersucht.

Versuchsergebnisse

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Rohnährstoffanalyse der Alleinfuttermischungen angeführt. Die geplanten Rohprotein- und Energiegehalte konnten gut eingehalten werden.

Tabelle 3: Rohnährstoffgehalte in den Alleinfuttermischungen

Nährstoffe	FG1	FG2	FG3	FG4
TM, %	89,10	89,30	89,40	89,50
Rohprotein, %	23,9	23,5	23,1	23,0
Rohfett, %	4,0	5,4	6,8	8,0
Rohstärke, %	37,9	38,2	37,2	37,7
Rohzucker, %	4,4	4,2	4,4	4,2
ME, MJ/kg	11,98	12,42	12,70	13,15

Mastleistung

Die Ausfallquote lag bei 6,7 %. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Mastleistung zusammengefasst.

Tabelle 4: Mastleistung

Merkmal	FG1	FG2	FG3	FG4	s_x	P
Tiere, Versuchsbeginn, n	49	48	49	49	-	-
Tiere bei Mastende, n	44	46	47	45	-	-
Lebendmasse, g						
1. Masttag, g	9,2	9,6	9,3	9,3	0,1	0,62
21. Masttag, g	121	119	116	121	0,7	0,24
39. Masttag, g	221	221	221	223	1,3	0,93
Futteraufwand/kg LM-Zuwachs, kg						
1.- 21.Masttag	2,61	2,42	2,45	2,41	0,07	0,75
22.- 39.Masttag	6,13	5,64	5,15	5,09	0,12	0,10
1.-39. Masttag	4,25	3,95	3,79	3,68	0,06	0,08

Die Wachteln wogen bei Versuchsbeginn im Mittel 9,4 g, am 21. Masttag 119 g und bei Mastende 222 g. Wie aus den Mastendgewichten der Futtergruppen hervorgeht, hatten die unterschiedlichen Energiegehalte in den Futtermischungen keinen Einfluss auf die LM-Entwicklung:

Schlachtleistung

Die Ergebnisse der Schlachtleistung sind in Tabelle 5 angeführt. Das Gewicht des entbluteten Schlachtkörpers lag im Mittel um 14 g unter dem Mastendgewicht. Die OD-Ware warm und grillfertige Ware wurden von FG1 nach FG4 kontinuierlich schwerer. Die Ausschlachtungs-% der OD-Ware lagen bei 82 % und der grillfertigen Ware bei 73 %.

Tabelle 5: Schlachtleistung

Merkmal	FG1	FG2	FG3	FG4	s_x	P
Tiere, n	34	36	37	35	-	-
Entbluteter Schlachtkörper, g	204	207	209	209	2	0,79
OD- Ware warm, g	166	170	170	173	2	0,53
Grillfertige Ware, g	149	151	153	157	1,4	0,32
Kopf & Hals, g	16,3	16,6	16,1	16,1	0,3	0,58
Ständer, g	3,2	3,3	3,3	3,3	0,1	0,66
Herz, g	2,0	2,0	1,9	2,0	0,02	0,31
Leber, g	$4,2^{a}$	$4,0^{a}$	$3,8^{ab}$	$3,5^{b}$	0,1	0,02
Magen, g	4,9	4,7	4,6	4,7	0,1	0,39
Abdominalfett, g	2,6	2,7	3,0	3,4	0,1	0,16

^{ab}Werte ohne gemeinsamen Exponenten unterscheiden sich mit P≤0,05 signifikant voneinander.

Das mittlere Gewicht von Kopf & Hals lag bei 16 g, der Ständer bei 3,3 g, der Herzen bei 2,0 g, der Lebern bei 3,9 g, der Mägen bei 4,7 g und des Abdominalfettes bei 2,9 g. Bei den Lebergewichten traten zwischen den Futtergruppen mit P=0,02 signifikante Unterschiede auf. Das Lebergewicht nahm von FG1 nach FG4 ab und das Abdominalfett von FG1 nach FG4 zu.

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Ganzkörperanalysen zusammengefasst. Der TM-Gehalt lag zwischen 35,3 und 36,5 %. Beim Rohproteingehalt gab es eine kontinuierliche Abnahme von FG1 nach FG4 und zwar von 19,1 auf 17,4 % und beim Rohfettgehalt eine kontinuierliche Zunahme von 13,9 auf 16,3 %. Die Differenz im Rohproteingehalt von FG1 und 4 war mit P≤0,03 signifikant. Bei der Rohasche gab es keine nennenswerten Unterschiede.

Tabelle 6: Rohnährstoffgehalte der OD-Ware

Merkmal	FG1	FG2	FG3	FG4	s_x	P
Tiere, n	8	8	8	8	-	-
Trockenmasse, %	36,2	35,3	36,4	36,5	0,49	0,81
Rohprotein, %	$19,1^{a}$	$18,3^{ab}$	$17,6^{ab}$	$17,4^{b}$	0,21	0,03
Rohfett, %	13,9	14,1	15,9	16,3	0,60	0,40
Rohasche, %	3,2	3,0	2,9	3,0	0,04	0,12

^{ab}Werte ohne gemeinsamen Exponenten unterscheiden sich mit P≤0,05 signifikant voneinander.

Diskussion

Nach den Ergebnisse im vorliegenden Versuch können die von Farrell et al. (1982) und Young et al. (1978) veröffentlichten Angaben über den Energiebedarf für Mastwachtel von 10,9 bis 12,6 MJME/kg Futter weitestgehend bestätigt werden. Werte von über 12 MJ ME/kg Alleinfutter erscheinen nach den vorliegenden Mast- und Schlachtleistungsergebnissen bereits als zu hoch. Die von Scholtyssek (1987) empfohlenen Energie- und Rohproteingehalte im Wachtelaufzuchtfutter von 11,7 MJME/kg und 24 % Rohprotein erscheinen als sehr günstig. Rohproteingehalte von 28 % im Starterfutter von der 1. bis 3. Lebenswoche, wie sie von Tüller et al. (1985) empfohlen werden, erscheinen als zu hoch. Im Mastfutter von der 4. bis 5. Lebenswoche dürften 18 % Rohprotein ausreichen. Die von Tüller et al. (1985) ermittelten LM-Entwicklungen stimmen mit den vorliegenden Versuchsergebnissen weitestgehend

überein, die Mastendgewichte nach 39 Masttagen lagen im vorliegenden Versuch allerdings deutlich darüber. Das gleiche gilt auch für den Futteraufwand/kg LM-Zuwachs. Die von Elangovan et al. (2001) an japanischen Wachteln erhobenen LM nach 5 Wochen Mastdauer werden im vorliegenden Versuch weit übertroffen. Die Ausschlachtungs-% hingegen stimmen mit den vorliegenden Versuchsergebnissen wiederum gut überein.

Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit 195 Wachtelküken wurde der Einfluss unterschiedlicher Energieniveaus in den Alleinfuttermischungen auf die Mast- und Schlachtleistung und die chemische Zusammensetzung des Schlachtkörpers untersucht. Die Tiere wurden dabei auf 4 Futtergruppen (FG) aufgeteilt. An FG1, 2, 3 und 4 wurde Alleinfutter mit 12,0, 12,3, 12,6 und 12,9 MJME/kg angeboten. Der Rohproteingehalt wurde in allen FG mit 23% konstant gehalten, der Rohfettgehalt hingegen stieg von FG1 nach FG4 wegen des höheren Energiegehaltes an. Die Alleinfuttermischungen waren hinsichtlich des Gehaltes an Mengen- und Spurenelementen und Zusatzstoffen ident. Die Tiere wurden in 8 Boxen zu je 24 bis 25 Tieren auf Hobelspänen gehalten, jede FG wurde mit 2 Wiederholungen geführt. Das Futter wurde ad libitum angeboten. Die Mastperiode dauerte 39 Tage. Die Mastendgewichte der FG wurden durch den steigenden Energiegehalt nicht beeinflusst (221–223 g). Der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs verbesserte sich von FG1 nach FG4 von 4,25 auf 3,68 kg. Während das Gewicht des Abdominalfettes von FG1 nach FG4 von 2,6 auf 3,4 g zunahm, nahm das Lebergewicht von 4,2 auf 3,5 g ab. Der Rohfettgehalt des Schlachtkörpers nahm von FG1 nach FG4 von 13,9 auf 16,3 % zu und der Rohproteingehalt von 19,1 auf 17,4 % ab. Aus diesem Versuch kann der Schluss gezogen werden, dass Rohproteingehalte von 23% und Energiegehalte von 12,0 MJME/kg Alleinfutter für eine optimale Mast- und Schlachtleistung und chemische Zusammensetzung des Schlachtkörpers ausreichend sind.

Summary

In a feeding trial with 195 quail chicks the influence of different energy levels in the diets on growth and slaughter performance and chemical composition of the carcasses was investigated. The animals were divided into 4 feeding groups. Feeding group1, 2, 3 and 4 received a diet with an energy level of 12.0, 12.3, 12.6 and 12.9 MJME per kg. The level of crude protein was constant with 23% in all feeding groups, however the level of crude lipid increased of feeding group1 to feeding group 4. The diets were identical, regarding the level of amino acids, minerals, trace elements and vitamins. 24-25 animals were kept per pens on wood shavings, 2 pens per feeding group. The feed was offered ad libitum. The total growing period was 39 days. The feed efficiency improved of feeding group1 to feeding group 4 from 4.25 to 3.68. The live weight was not influenced by the different energy levels (221-223 g). The weight of abdominal fat increased from 2.6 to 3.4 g and also the content of crude lipid of carcasses of feeding group 1 to 4 from 13.9 to 16.3 %. The weight of liver and the level of crude protein of carcasses decreased of feeding group 1 to 4 from 4.2 to 3.5 g and 19.1 to 17.4 %. The results of the present investigation indicates, that 23% crude protein and 12.0 MJME per kg are optimal for the growth and slaughter performance and the chemical composition of the carcasses of quails.

Literatur

Elangovan, A.V., S.V.S. Verma, V.R.B. Sastry, S.D. Singh (2001): Rapeseed meal as a protein supplement in diets for growing Japanese quail. Archiv für Geflügelkunde 3/2001.

Farrell et al. (1982): zitiert nach Shim, K.F. and P.Vohra (1984b).

Scholtyssek, S.(1987): Geflügel. Ulmer Verlag.

Shim, K.F. and P.Vohra (1984b): A review of the nutrition of Japanese quail. World's Poultry Sci. J. 40: 261-274.

Tüller, R., J. Bötticher, und R. Mödder (1985): Masttauben und Wachteln. Rheinischer Landwirtschafts-Verlag.

Young et al (1978): zitiert nach Shim, K.F. and P.Vohra (1984b).

Anschrift des korrespondierenden Autors:

Ao. Univ. Prof. Dr. Rudolf Leitgeb
Abt. Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysilogie
Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien
e-mail: rudolf.leitgeb.@boku.ac.at

Effect of different dietary sources of omega-3 fatty acids on the lipid profile of egg yolk from laying hens

MATTHIAS SCHREINER[1] and SOKOUFEH MERAJI[2]
[1] BOKU University, Vienna, Austria
[2] National Nutrition Institute, Tehran, Islamic Republic of Iran

Introduction

A series of studies conducted some 30 years ago suggest that the low incidence of coronary heart disease among Greenland Eskimos may be due to high consumption of marine lipids with their high content of long-chain polyunsaturated omega-3 fatty acids (LCn3PUFA)[1-6]. Greenland Inuits exhibit a longer bleeding time and lower platelet aggregation. The traditional diet of this people differs from the typical western diet at least in two ways. First, it is somewhat lower in saturated fatty acids (SFA). Secondly, and most importantly, the primary polyunsaturated fatty acids in the Eskimo diet are made of LCn3PUFA, mainly EPA (C20:5n3), DPA (C22:5n3) and DHA (C22:6n3) rather than linoleic acid (C18:2n6), which is predominant PUFA in the American diet[7]. Therefore, Dyerberg and co-workers in 1978 hypothesized that high levels of eicosapentaenoic acid and low levels of arachidonic acid may lead to an antithrombotic state in which active prostacylin I_3 and in-active thromboxane A_3 are formed[2].

Fish is the main source of LCn3PUFA, but as it is not consumed on a regular basis in western industrialized countries. Therefore, egg enriched with omega-3 fatty acids (n3FA) has been suggested as alternative source of LCn3PUFA[8-10]. Contrary to marine fish, chicken have specific enzymes which can produce long chain fatty acids similar to those present in fish, mainly DHA[8,10].

Although eggs are a highly nutritious food with large content of cholesterol, they are singled out as the food to avoid against hypercholesterolemia and heart disease. Therefore, scientist attempt to modify fatty acid composition of egg by supplementing the fish oil or flaxseed in the diet of laying hens[8,10].

There are many sources of n3FA, which can be enriched in egg lipids such as flaxseed[11], flax oil, seal oil[12], marine algae[13], fish meal[14,15] or fish oil[16].

Materials and Methods

Total of 48 white hye-line chicken, aged 61 weeks, were housed in double-deck cage batteries with two birds in each cage. The birds were subjected to 18 hours light per day. The chicken were given one of the following diets: basal diets, basal with 1% pure PUFA (ROPUFA´30' n-30 FOOD Oil, Lot No: M401738, Roche Vitamins Ltd., Basel, Switzerland), 15% flaxseed (Canadian Origin Brown Flaxseed, edible, purity 99.9%), 1% PUFA plus 15% flaxseed.

Table 1: Composition of the diets

Basal diet	Control	1% PUFA*	15%flaxseed	1%PUFA+ 15%Flaxseed
Corn	30	30	25	25
Soy meal	22.5	22.5	15	15
Wheat	30	30	28	28
Lime stone	6.5	6.5	6.5	6.5
Oyster shell	3.5	3.5	3.5	3.5
Phosphate	1.2	1.2	1.2	1.2
Methionine	0.05	0.05	0.05	0.05
Mineral	0.25	0.25	0.25	0.25
Vit mix	0.25	0.25	0.25	0.25
Salt	0.2	0.2	0.2	0.2
Lysine	0.05	0.05	0.05	0.05
Fiber	0.05	0.05	0.05	0.05
Flax	-	-	15	15
PUFA*	-	1	-	1

*Omega-3 Fatty acid concentrate (ROPUFA´30', Roch Vitamins Ltd, Basel, Switzerland)

Fatty acids analyses: Two yolks for each sample were pooled and homogenized by stirring with a glass rod. Ten grams of the homogenate were weighed into a flat glass beaker and frozen at –70°C. After the samples were frozen completely, they were lyophilized for 12 hrs. The lyophilisate was weighed for determination of the dry weight and subsequently scraped off the the plate and pulverized in a mortar.The fatty acid profile was measured by gas chromatography after applying a direct extraction/derivatisation procedure adopted from Ulberth and Henninger[17].

Statistical Analysis: Analysis of variane (ANOVA) was performed on a 95 % confidence level using SigmaStat software (SigmaStat Inc., Chicago, IL.), significance was checked by the Tukey all pairwise comparison procedure.

Results and Discussion

The fatty acid profile of the eggs after feeding the experimental diets is shown in table 2. Following considerable changes were recorded: The content of LCn3PUFA (EPA, DPA, DHA) increased about 3-fold in all experimental diets versus the control. The content of DHA in the flax-fed group was remarkably high and, by statistical means, (P>0.05) did not differ from the other experimental groups.

The other remarkable point was that in the flax-fed groups, the content of C18:3n3 increased to the 15-fold amount versus the control and the PUFA-fed groups. From these results was calculated that more than 20 % of the C18:3n3 that had been incorporated by the hen in the flax-group, were actually transferred into LCn3PUFA, mainly DHA. This might be a result of the fact that chicken are adapted to a diet, which is naturally deficient in n3FA, and therefore the desaturation mechanisms in the chicken are well developed[20].

The group supplemented with the PUFA concentrate only did not alter the C18:3n3 content compared to the control group (P>0.05). The increase of LCn3PUFA in this group was entirely caused by the PUFA content of the diet. The increase of LCn3PUFA was accompanied by a reduction of mainly

C20:4n6 and only to a smaller extent C18:1n9. Consequently, also the iodine value (IV) was not affected by the addition of PUFA concentrate to a great extent (85.6 vs 80.9). This fact is in line with a previous report on this subject[12]. Feeding PUFA does not affect the FA profile of the egg yolk triglycerides (TG) to any great extent, because C20:4n6 and C22:6n3 are predominantly located in the phospholipid fraction. Therefore, it can be concluded that feeding PUFA does not change the physicochemical properties of the eggs to any great extent, which has been shown by sensory evaluations and the behaviour of the IV[12].

Contrary to that, the addition of flax to the diet caused an enormous increase of C18:3n3, which was accompanied by a decrease of mainly palmitic acid (C16:0) and only a small decrease of C18:2n6. Consequently, also the IV increased markedly to 97.6 in the flax-fed group. This fact indicated considerable changes in the TG structure of the yolk, as C16:0 is the main component of the TG in eggs, where it is stereospecifically located in the sn1 position[12]. An investigation of the stereospecific distribution of FAs in response to dietary C18:3n3 seems worthwhile for future studies.

When feeding high amounts of PUFA, the desaturation and elongation system is obviously down regulated. Therefore, the PUFA group shows no detectable amounts of C20:4n3, which is an intermediary metabolite in the conversion process of C18:3n3 to the LCPUFA. When the diet is free of LCPUFA, which is the normal case in a corn-based layer diet, intermediary metabolites increase. In diets with a high n6/n3FA ratio, the n6 metabolites are predominant. This can be observed in the control diet, where the enzymes elongate and desaturate even C20:4n6, so that C22:4n6 and C22:5n6 are found in appreciable amounts. Consistent to that observation, the intermediary FAs of the n3FA metabolism (C20:4n3) increased in the flax-fed groups.

It can be calculated that approximately 2 eggs enriched with n3FA provide an amount of LCn3PUFA comparable to that found in 100 g of lean marine fish such as cod, but only around 1/10 of fatty marine fish such as salmon or tuna[21].

Although absolutes intakes of n3FA and LCn3PUFA have been reported[22], it is commonly accepted today, that the ratio of n6/n3FA is more important from a physiological standpoint than the absolute intakes[23]. According to official recommendations the optimum range of n6/n3FA in human nutrition should be between 6/1 to 3/1[24,25]. As shown in table III, all experimental diets fall into this range, whereas the control group had a much higher ratio (16.1).

A critical view on the elongation and desaturation mechanisms suggests that a simple comparison of the total n6/n3 ratio is not sufficient to estimate the nutritive quality of fats regarding their essential fatty acid content. A study of Emken et al reported high conversion rates of 18:3n3 to DHA (11-18.5 %) in adult males, which were much higher than for 18:2n6(1-2.2 %)[26]. The lower conversion rate of n6FA can be explained by differences in the affinity of delta-6 desaturases for n6 and n3FAs[27]. These data point to the conclusion that 18:2n6 and 18:3n3 can be converted to their long-chain analoga at sufficient rates in humans, but LCPUFA are more potent than the C18 FA. Furthermore, 18:3n3 is more easily elongated and desaturated than 18:2.

If this is accepted, optimal n6/n3 ratios would have to be assessed separately for C18FA and LCPUFA, and for the n6/n3 ratio of C18FA much higher ratios would be acceptable. This would also explain, why 18:2n6 is predominant versus 18:3n3 in our traditional food, to which man has been adapted during evolution. So far, nutritional recommendations on n6/n3 ratios do not specify whether they refer to C18FA or to LCPUFA[25].

Table 2: Fatty acid content of egg yolk lipids expressed as mg fatty acid per egg after feeding different sources of omega-3 fatty acids to layers

	Fatty acids (mg/egg)							
	contr (n=5)		PUFA (n=5)		Flax (n=5)		PUFA+Flax (n=5)	
	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd
C14:0	[a]16	2.2	[a]20	2.4	[b]12	1.7	[a]17	1.8
C16:0	[a]1302	67.6	[ab]1248	122.4	[b]1106	105.2	[ab]1200	100.1
C16:1n9	17	9.9	8	12.0	26	3.4	22	12.8
C16:n7	[a]135	17.9	[a]139	14.3	[b]90	11.6	[b]97	11.4
C18:0	436	43.1	398	34.0	452	40.9	465	27.7
C18:1n9	[a]1980	137.6	[b]1646.9	152.6	[ab]1813	92.7	[a]1928	117.7
C18:1n7	[a]85	16.1	[ab]76	10.1	[b]41	23.1	[ab]42	38.3
C18:2n6	849	64.3	779	87.3	746	91.3	802	48.3
C18:3n3	[b]26	2.0	[b]37	5.5	[a]465	75.5	[a]416	40.3
C20:1n9	[a]16	1.2	[b]13	2.0	[c]9	1.5	[c]9	1.8
C20:2n6	[a]11	2.2	[ab]9	2.1	[b]6	3.3	[ab]8	1.9
C20:3n6	12	2.1	10	1.4	9	0.8	18	20.8
C20:4n6	[a]102	16.4	[b]49	17.0	[b]46	3.0	[b]40	16.0
C20:4n3	[b]nd		[b]nd		[a]9	8.0	[a]11	4.4
C20:5n3	[b]nd		[a]11	2.1	[ab]7	1.0	[a]13	9.1
C22:4n6	7	4.6	tr		tr		tr	
C22:5n6	[a]19	10.9	[b]tr		[b]tr		[b]tr	
C22:5n3	[b]7	9.5	[a]15	5.2	[a]22	13.4	[a]15	5.8
C22:6n3	[b]36	4.5	[a]127	31.4	[a]97	14.1	[a]116	25.4
n6/n3ratio	16.1		4.9		1.4		1.5	
[1]IV	[c]80.9	2.03	[b]85.6	2.02	[a]97.6	3.55	[a]99.5	1.79

[1]IV = iodine value, calculated from the fatty acid profile, related to total fatty acids

tr = traces (<5 mg); nd = not detected

[a-c]Values in a row with common superscripts do not differ (P>0.05)

Conclusions

This study reports that enrichment of n3FA in eggs from laying hens is possible by using either 18:3n3 or LCn3PUFA as dietary source. Both dietary treatments were sufficient to enrich comparable amounts of DHA, and can contribute significantly to meet the daily requirements of n3FAs[28]. It is most likely that dietary 18:3n3 induces considerable changes to the yolk structure with possible consequences on technological properties (texture, oxidability) and sensory quality. An optimization of the feeding regime when feeding flax is a perspective for future studies.

References

1 Dyerberg J, Bang HO and Hjorne N, Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. Am J Clin Nutr 28:958-966 (1975).

2 Dyerberg J, Bang HO, Stoffersen E, Moncada S and Vane JR, Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis? Lancet 2:117-119 (1978).

3 Dyerberg J and Bang HO, Lipid metabolism, atherogenesis, and haemostasis in Eskimos: The role of the prostaglandin-3 family. Haemostasis 8:227-233 (1979).

4 Bang HO, Dyerberg J and Hjoorne N, The composition of food consumed by Greenland Eskimos. Acta Med Scand 200:69-73 (1976).

5 Bang HO, Dyerberg J and Nielsen AB, Plasma lipid and lipoprotein pattern in greenlandic West-coast Eskimos. Lancet 1:1143-1145. (1971).

6 Bang HO, Dyerberg J and Sinclair HM, The composition of the Eskimo food in North western Greenland. Am J Clin Nutr 33:2657-2661. (1980).

7 Harris WS and Connor WE, The effects of salmon oil upon plasma lipids, lipoproteins, and triglyceride clearance. Trans Assoc Am Physicians 93:148-155 (1980).

8 Zhirong J and Sim J, Effects of dietary n-3 fatty acid-enriched chicken eggs on plasma and tissue cholesterol and fatty acid compositions of rats. Lipids 27:279-284 (1992).

9 Sim JS, Designer eggs and their nutritional and functional significance. World Rev Nutr Diet 83:89-101 (1998).

10 Marshall AC, Kubena KS, Hinton KR, Hargis PS and Van Elswyk ME, N-3 fatty acid enriched table eggs: A survey of consumer acceptability. Poult Sci 73:1334-1340 (1994).

11 Scheideler SE and Froning GW, The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form, and storage conditions on egg production and composition among vitamin e- supplemented hens. Poult Sci 75:1221-1226 (1996).

12 Schreiner M, Hulan HW, Razzazi-Fazeli E, Bohm J and Iben C, Feeding laying hens seal blubber oil: Effects on egg yolk incorporation, stereospecific distribution of omega-3 fatty acids, and sensory aspects. Poult Sci 83:462-473 (2004).

13 Herber SM and Van Elswyk ME, Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. Poult Sci 75:1501-1507 (1996).

14 Nash DM, Hamilton RMG and Hulan HW, The effect of dietary herring meal on the omega-3 fatty acid content of plasma and egg yolk lipids of laying hens. Can J Anim Sci 75:247-253 (1995).

15 Nash DM, Hamilton RMG, Sanford KA and Hulan HW, The effect of dietary menhaden meal and storage on the omega-3 fatty acids and sensory attributes of egg yolk in laying hens. Can J Anim Sci 76:377-383 (1996).

16 Gonzalez-Esquerra R and Leeson S, Effect of feeding hens regular or deodorized menhaden oil on production parameters, yolk fatty acid profile, and sensory quality of eggs. Poult Sci 79:1597-1602 (2000).

17 Ulberth F and Henninger M, Determination of the fatty acid profile of fish by a one-step extraction/methylation method. Fat Sci Technol 97:77-80 (1995).

18 Christie WW,Lipid analysis. Pergamon Press, (1987).

19 Ackman RG and Sipos JC, Application of specific response factors in the gas chromatographic analysis of methyl esters of fatty acids with flame ionization detectors. J Am Oil Chem Soc 41:377-378 (1964).

20 Surai PF, Speake BK, Noble RC and Mezes M, Species-specific differences in the fatty acid profiles of the lipids of the yolk and of the liver of the chick. J Sci Food Agric 79:733-736 (1999).

21 Henninger M and Ulberth F, Fettsäurespektren von heimischen Fischen, Seefischen und Fischölen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 93:178-183 (1997).

22 British Nutrition Foundation,Unsaturated fatty acids. Chapman & Hall, London, (1992).

23 Holman RT, The ratio of trienoic:Tetraenoic acids in tissue lipids as a measure of essential fatty acid requirements. J Nutr 70:405-410 (1960).

24 Health and Welfare Canada, Nutrition recommendations. The report of the scientific review committee. 40-51 (1990).

25 Sugano M, Characteristics of fats in japanese diets and current recommendations. Lipids 31:S283-286 (1996).

26 Emken EA, Adlof RO and Gulley RM, Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic and linolenic acids in young adult males. Biochim Biophys Acta 1213:277-288 (1994).

27 Castuma JC, Brenner RR and Kunau W, Specificity of delta 6 desaturase-effect of chain length and number of double bonds. Adv Exp Med Biol 83:127-134 (1977).

28 Bjerve KS, Omega 3 fatty acid deficiency in man: Implications for the requirements of alpha-linolenic acid and long chain omega 3 fatty acids., in Health effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids in seafoods. Ed by Simopoulos AP. Karger, Basel, pp (1991).

Address pf corresponding author:

Dr. Matthias Schreiner
Division of Food Chemistry
Department of Food Sciences and Technology
BOKU–University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna
Gregor Mendel Strasse 33, A-1180 Vienna, Austria
e-mail: matthias.schreiner@boku.ac.at

Influence of dietary lipids on growth and fatty acid composition of the tropical fish *Piaractus mesopotamicus*

RENATA G. MOREIRA[1], MATTHIAS SCHREINER[2], CHRISTOPHER C. PARRISH[3], ALISON COLQUHOUN[4], and JOSÉ E. BICUDO[5]

[1] Unit of Environmental Sciences, University of Mogi das Cruzes, SP- Brazil
[2] Department of Food Science and Technology, BOKU University, Vienna, Austria
[3] Ocean Sciences Centre – Memorial University of Newfoundland, St. John's, NF, Canada
[4] Department of Biomedical Sciences- University of São Paulo-SP-Brazil
[5] Department of Physiology-Institute of Biosciences- University of São Paulo-Brazil

Introduction

Lipids play an important role in fish growth, since they are the most important source of energy and provide essential nutrients (essential fatty acids - EFA). Studies undertaken with warmwater fish indicate that significant differences exist among species. Rainbow trout have requirements for *n*-3 fatty acids (FA), carp appear to require both *n*-3 and *n*-6 FA. Tilapia seem to have at least an *n*-6 requirement and channel catfish grow well on diets containing both *n*-6 and high molecular weight *n*-3 FA (Stickney and Hardy, 1989). Most farmed fish are fed on diets balanced between what is nutritionally desirable and commercially available (Ackman, 1999)

The neotropical freshwater *Piaractus mesopotamicus* is a commercially important species in South America, whose natural habitat is in the rivers of Central Brazil. This species is important as food fish and it is also important for sport fisheries (Venturieri, 2002). Despite its importance, very little information is available on its nutritional requirements (Cantelmo and Souza, 1988; Carneiro et al., 1994).

The aim of this study was to investigate the effects of different sources of fatty acids on growth and fatty acids profiles of *Piaractus mesopotamicus* in captivity.

Methods

Eighty *Piaractus mesopotamicus* juveniles were maintained for 12 months in earth ponds at the National Center of Tropical Fish Research, in Pirassununga, SP, Brazil. Four experimental diets were formulated by combining the same amounts of ingredients, differing by the addition of different oil sources. The control group had no oil added to the diet, the corn oil group had corn oil (48% of 18:2 n-6, LA) added to the diet and the cod oil group had cod liver oil (7% of 20:5 n-3, EPA and 6% of 22:6 n-3, DHA). The forth group, corn + cod group, had both oils added to the diet. At the start of the experiment, 10 fish were sacrificed and subsequently analyzed (initial group).

Animals from each group were weighed and lipid storage organs were collected for determination of lipid classes and FA. The tissue samples were frozen at -80^0C with prior addition of 0.01% of BHT to

avoid oxidation. Tissues were extracted according to Folch et al. (1957). Lipid classes were analyzed by thin layer chromatography with flame ionization detection using a MARK V Iatroscan (Parrish, 1987). Fatty acid methyl esters were prepared by transesterification with methanolic sulphuric acid and the analyses were performed on a Shimadzu GC-17 with a mass spectrometer. Data were treated with ANOVA and means compared by SNK ($P<0.05$).

Results and Discussion

The results confirmed that juveniles fed cod liver oil had higher growth, even during winter and growth was greatly depressed by the EFA-deficient diet. (Table 1). The diet supplementation with *n-3* and *n-6* PUFA improved growth as observed in *Coregonus lavaretus maraena* (Watanabe et al. 1989) and rainbow trout (Takeuchi and Watanabe, 1982). Recent results also suggest that most of fish oil can be replaced by vegetable oil without compromising growth and feed utilization in rainbow trout (Caballero et al. 2002). In *Sparus aurata* juveniles also had higher growth rate when 1% of PUFA n-3 was added to the diet (Ibeas et al., 1996).

The main lipid classes in the white muscle were triacylglycerol (TG), phospholipids (PL) and sterols (ST). The data show that the cod oil group had the highest total lipid content and the other groups did not differ from the initial group. In the main lipid classes it can be observed that the higher total lipids values in that group must be due to higher TG values. In contrast, the control group had the highest phospholipid content, higher than all the other groups (Table 1).

The lipid content in the liver was higher than in the white muscle but the main lipid classes were the same. However, in the liver the distribution of total and neutral lipids was different from the muscle. Neutral lipids were not much higher than polar lipids, as observed in the white muscle and this was due to the higher phospholipid content in the liver. The sterol content in the liver was also higher than in white muscle and in the former, the diet combining corn and cod oil resulted in lower sterol values when compared with the initial group. In addition, the corn oil and cod oil groups had lower phospholipids values when compared to the control group (Table 1).

The combination of cod and corn oil to the animals decreased muscle total lipids. This decrease was also found in mice, when linoleic acid was administrated to the diet (Delany et. al., 1999). The same total lipids profile was found for pacu TG in white muscle, which suggests an adequate composition for human consume. The addition of cod oil without corn oil increased TL and TG in animals muscle. In the PLs, when corn oil was added, alone or combined with cod oil, PE decreased (Table 1).

The amount of total phospholipids (PL) in the liver was higher than in white muscle and corn or cod oil, when administered alone decreased liver PC (Table 1). In trouts, liver PL is around 44% of TL when animals are acclimated at 20^0C (Hazel, 1979) and in pacu this amount varied from 24 to 38% in the different groups, but the mean temperature was 25^0C (Table 1).

The FA composition of the adipose tissue samples reflected the composition of the diets, where animals fed the cod liver oil diet had the higher values of *n-3* FA, mainly DHA and EPA. Animals fed the corn oil diet had higher values of arachidonic acid (20:4 *n-6*, AA) compared to the cod oil group (Table 2). In the white muscle samples, the higher *n-6* FA content was found in the corn oil group and the same was observed for AA. DHA values were mainly altered in polar lipids and fish from the cod liver oil group had more EPA than the other groups. All the experimental groups had lower amounts of saturated FA compared to the initial group.

Table 1. Final weight and lipid class composition of white muscle and liver from *P. mesopotamicus* fed control and experimental diets

	Initial	***Control***	***Corn Oil***	***Cod Oil***	***Corn + Cod Oil***
Weight (g)	456±56.4	788±59.0^{a}	824±51.0^{a}	1375±100.3^{b}	1043±41.0^{c}
White Muscle					
TL (mg.g^{-1})	19.4±0.95^{a}	25.3±5.42^{ab}	18.3±2.61^{a}	34.0±5.53^{b}	14.0±3.81^{a}
TG (mg.g^{-1})	12.4±1.17^{a}	17.3±4.47^{ab}	12.8±2.60^{a}	27.1±5.05^{b}	10.5±3.97^{a}
CHOL (mg.g^{-1})	0.38±0.03	0.40±0.09	0.34±0.07	0.61±0.18	0.25±0.07
PC (mg.g^{-1})	2.03 ± 0.18	1.92 ± 0.20	1.70 ± 0.09	1.67 ± 0.13	1.81 ± 0.12
PE (mg.g^{-1})	0.59 ± 0.03^{a}	0.76 ± 0.03^{b}	0.49 ± 0.03^{ac}	0.65 ± 0.11^{abc}	0.44 ± 0.06^{c}
SM (mg.g^{-1})	0.18 ±0.02^{a}	0.28 ± 0.02^{b}	0.09 ± 0.02^{c}	0.07 ± 0.01^{c}	0.09 ± 0.01^{c}
DPG (mg.g^{-1})	0.04 ± 0.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Liver					
TL (mg.g^{-1})	35.9 ± 3.78	53.9 ± 6.97	50.6 ± 5.65	40.9 ±5.62	38.4 ±5.27
TG (mg.g^{-1})	15.4 ± 2.58	27.8± 6.75	21.1 ± 3.57	12.3 ±4.40	11.4 ±3.26
CHOL (mg.g^{-1})	2.7 ±0.10^{a}	2.3 ± 0.18	2.4 ± 0.13	2.3 ±0.18	2.0 ±0.11^{b}
PC (mg.g^{-1})	6.8 ±0.32^{a}	10.8 ± 1.33^{b}	6.7 ± 0.61^{a}	6.1 ± 0.75^{a}	8.2 ± 1.43^{ab}
PE (mg.g^{-1})	1.8 ± 0.11^{a}	3.3 ± 0.34^{bc}	2.2 ± 0.20^{ac}	2.4 ± 0.08^{abc}	3.0 ± 0.30^{c}
SM (mg.g^{-1})	0.62 ± 0.05	0.67 ± 0.07	0.71 ± 0.05	0.67 ± 0.06	0.69 ± 0.05
DPG (mg.g^{-1})	0.35 ± 0.03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Values in the same line with different superscript letters, are significantly different (P< 0.05)
TL: Total lipids; TG:Triacylglycerol; Chol: Cholesterol; PC: Phosphatidylcholine; PE: Phosphatidylethanolamine; SM: Sphingomyelin; DPG: Diphosphatidylglycerol; n.d.: not detectable; n.d – not determined

Pacu accumulate a higher amount of TG in the muscle, and DHA can be accumulated in that organ in higher amounts than in the other groups but the same does not occur with EPA. The animals are also converting 18:2 *n-6* (LA) to 20:4 *n-6* (AA), because the corn and corn + cod oil groups have higher amounts of this EFA when compared to the initial group. Interestingly, the higher lipid accumulation in the muscle of the cod oil group is not associated with an increase in sterols, which is important for human consumption, since the major sterol in fish is cholesterol.

The results suggest that the combination of both oil sources would be the best choice to feed juveniles *P. mesopotamicus,* and that the diet fatty acid profile is reflected in white muscle, mainly in polar lipids, achieving best nutrition values for humans.

Table 2. Total lipids FA composition (%) of *P. mesopotamicus* abdominal fat

Abdominal fat	Control	Corn Oil	Cod Oil	Corn + Cod Oil
16:0	24.2 ± 0.39	22.0 ± 1.31	22.1 ± 1.52	21.5 ± 0.90
16:1	11.0 ± 0.62	11.8 ± 2.15	10.9 ± 0.50	7.8 ± 1.00
18:0	7.8 ± 0.13^{b}	9.6 ± 0.39^{ab}	8.5 ± 0.84^{b}	10.5 ± 0.76^{ab}
18:1 *n-9*	37.8 ± 0.45	37.4 ± 0.91	36.9 ± 1.39	39.4 ± 2.29
18:2 *n-6*	8.0 ± 1.06	11.6 ± 1.27	8.5 ± 1.95	11.2 ± 1.07
18:3 *n-6*	1.2 ± 0.06^{ab}	1.7 ± 0.14^{b}	1.1 ± 0.22^{ab}	1.2 ± 0.15^{ab}
18:3 *n-3*	1.4 ± 0.20^{ab}	1.2 ± 0.16^{ab}	1.8 ± 0.20^{b}	1.3 ± 0.30^{ab}
20:1	1.6 ± 0.39	1.4 ± 0.31	1.4 ± 0.44	1.1 ± 0.20
20:3 *n-6*	0.7 ± 0.06	0.7 ± 0.02	0.4 ± 0.05	0.7 ± 0.02
20:4 *n-6*	0.9 ± 0.09^{b}	1.0 ± 0.05^{b}	0.5 ± 0.12^{a}	1.0 ± 0.08^{b}
20:5 *n-3*	0.3 ± 0.05^{ac}	0.5 ± 0.04^{c}	1.1 ± 0.16^{d}	0.8 ± 0.09^{d}
22:5 *n-3*	n.d.	n.d.	0.4 ± 0.05	0.3 ± 0.02
22:6 *n-3*	0.2±0.03^{a}	0.4 ± 0.11	1.4 ± 0.39^{b}	0.7 ±0.09
∑ SFA	32.1 ± 0.52	32.2 ± 1.48	30.5 ± 0.77	32.0 ± 1.64
∑ MUFA	50.5 ± 0.22	50.7 ± 1.32	48.7 ±1.64	47.6 ± 1.18
∑ PUFA	12.8 ± 1.55	15.3 ± 1.55	15.1 ±1.62	16.3 ± 1.82
n-3	2.0 ± 0.28^{ac}	1.7 ±0.14^{ac}	4.6 ± 0.11^{b}	2.7 ± 0.61^{c}
n-6	10.9 ±1.28	13.8 ± 1.36	10.5 ±1.54	13.6 ± 1.50
n-3/*n-6*	0.2 ± 0.00^{a}	0.1 ± 0.01^{a}	0.5 ± 0.05^{b}	0.2 ± 0.04^{a}

Values in the same line with different superscript letters, are significantly different (P< 0.05)

Table 3. Neutral and polar lipids FA composition (%) of *P. mesopotamicus* white muscle

Muscle	**Control**		**Corn Oil**		**Cod Oil**		**Cod + Corn Oil**	
	Neutral	Polar	Neutral	Polar	Neutral	Polar	Neutral	Polar
16:0	6.7±1.0	23.2±1.3	2.9±1.3	26.1±1.2	9.4±2.7	2.2±0.5	4.3±2.2	35.4±0.7
16:1	1.6±1.3	n.d.	2.0± 0.2	n.d.	0.9±0.1	n.d	1.2±0.2	n.d.
18:0	17.3±2.1	11.9±1.7	30.4±6.7	38.8±2.3	11.0±0.8	22.8±2.4	12.5±2.6	10.9±1.8
18:1	70.0±4.1	5.6±0.9	54.8±3.5	17.4±1.0	60.6±12.2	3.5±1.0	69.1±11.7	5.1±0.01
18:2 *n-6*	0.72±0.2	1.7±0.56	1.3±0.5	2.1± 0.4	1.9±0.9	1.8±0.3	2.4±1.0	2.0±0.03
20:1	1.5±1.0	2.8±0.31	0.58±0.1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
20:3 *n-6*	1.04±0.5	21.6±1.0	1.2±0.4	28.9±1.0	0.9±0.0	6.3±0.9	0.93±0.54	16.1±2.1
20:4 *n-6*	0.34±0.0	2.3±0.4	0.43±0.1	2.4± 0.5	1.21±0.3	3.2±0.7	1.4±0.6	2.8±0.1
20:5 *n-3*	n.d.	1.8±0.2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
22:4 *n-6*	n.d.	n.d.	0.4±0.0	2.7±0.2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
22:6 *n-3*	1.47±0.5	23.6±1.5	1.0±0.3	25.0±1.2	2.5±0.5	32.3±6.8	3.3 ±1.8	33.6±8.6
∑ SFA	24.5±2.0	35.1±1.9	39.8±4.5	40.1±2.3	22.1±3.4	25.0±4.6	25.1±5.9	48.8±2.56
∑ MUFA	73.1±1.7	8.4±0.8	57.8±3.5	17.4±1.3	72.0±9.7	26.3±3.6	63.4± 8.8	5.1±0.86
∑ PUFA	2.4±1.1	56.5±4.6	4.2±0.0	50.3±6.2	4.0±0.8	48.6±5.9	9.4±1.8	46.1±7.5
n-3	1.47±0.5	25.4±2.3	1.0±0.3	28.5±3.8	2.5±0.5	32.3±5.8	3.3±1.2	25.1 ± 3.4
n-6	1.87± 0.7	31.0±5.8	3.7±0.5	35.0±2.3	1.6±0.4	16.3±1.6	6.1±3.3	21.0± 2.3
n-3/n-6	n.d.	0.8±0.01	0.31±0.0	1.3±0.01	1.64±0.2	1.98±0.3	0.5±0.01	1.2±0.03

Values in the same line with different superscript letters (considering total, neutral or polar), are significantly different (P< 0.05) - n.d – not determined

Table 4 Neutral and polar lipids FA composition (%) of *P. mesopotamicus* liver

Liver	**Control**		**Corn Oil**		**Cod Oil**		**Corn + Cod Oil**	
	Neutral	Polar	Neutral	Polar	Neutral	Polar	Neutral	Polar
16:0	23.6±0.7	6.4±1.0	38.2±16.9	2.2±0.1	26.5±5.3	1.67±0.2	25.85±5.56	2.4±0.1
16:1	6.3±1.4	n.d.	4.5±1.8	n.d.	10.8±1.5	n.d.	5.83±1.67	n.d.
18:0	10.8±1.3	2.9±0.5	16.9±6.6	24.8±6.6	7.19±5.3	30.0±5.7	10.5±1.13	25.1±8.9
18:1	53.2±2.8	54.3±5.1	55.3±4.8	27.2±11.3	41.24±1.9	19.9±0.4	50.7±5.58	32.5±3.6
18:2 *n-6*	2.84±0.6	6.3±0.9	2.05±0.9	5.4±0.5	6.40±1.8	3.7±0.8	4.35±0.84	5.2±0.3
20:1	2.18±0.2	2.5±0.2	0.36±0.0	n.d.	3.71±1.7	2.2±0.3	n.d.	1.7±0.2
20:3 *n-6*	0.83±0.2	12.9±1.1	1.44±0.3	22.8±5.3	1.01±0.2	11.3±0.3	2.35±0.24	10.7±2.0
20:4 *n-6*	n.d.	n.d.	0.26±0.0	n.d.	0.92±0.1	3.5±1.0	n.d.	1.83±0.3
20:5 *n-3*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
22:4 *n-6*	n.d.	2.5±0.3	n.d.	3.35±0.9	n.d.	n.d.	n.d.	1.42±0.3
22:6 *n-3*	0.30±0.1	11.9±2.8	1.52±0.0	14.3±2.5	1.56±0.1	31.2±1.2	1.50±0.01	21.7±5.2
∑ SFA	34.4±0.6	9.34±1.8	31.6±0.9	25.9±5.5	33.7±0.0	30.8±4.8	36.4±4.43	27.5±9.0
∑ MUFA	61.7±1.2	56.9±2.5	61.9±2.1	27.2±11.3	55.8±1.2	21.1±0.8	57.7±5.1	33.35±
∑ PUFA	3.8±0.7	33.7±1.1	6.42±0.8	37.1±4.1	9.9±1.4	48.1±4.0	4.4±0.8	39.2±4.6
n-3	n.d.	11.9±1.2	1.5±0.4	14.3±1.3	1.56±0.1	31.2±1.2	n.d.	21.7±5.2
n-6	3.66±0.8	21.8±1.5	5.1±0.6	29.9±3.1	8.33±1.5	16.8±2.8	4.4±0.8	17.5±0.7
n-3/n-6	n.d.	0.54±0.1	0.31±0.01	0.53±0.01	0.20±0.1	1.90±0.3	n.d.	1.25±0.3

Values in the same line with different superscript letters (considering total, neutral or polar), are significantly different (P< 0.05)
n.d – not determined

References

Ackman, R. G. 1999. Comparison of lipids in marine and freshwater organisms. In: Arts, M.T. and Wainman, B.C. Lipids in Freshwater Ecosystem,Springer-Verlag, New York, pp. 263-298.

Caballero, M. J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M. and Izquierdo, M. S. 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214: 253-271.

Cantelmo, O. A. and Souza, J. A. (1988) Uso das rações comerciais na criação do pacu (*Colossoma mitrei*, Berg, 1895). *Boletim Técnico do CEPTA*, 1: 37-44.

Carneiro, D. J., Fragnito, P. S. and Malheiros, E. B. 1994. Influence of carbohydrate and energy level on growth and body composition of tambacu, a hybrid of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Aquaculture*, 124: 129-130.

Delany, J. P., Blohm, F., Truett, A. A., Scimeca, J. A. and West, D. B. 1999. Conjugated linoleic acid rapidly reduces body fat content in mice without affecting energy intake. *American J. Physiol.*, 276 (*Regulatory Integr. Comp. Physiol*): 1172- 1179.

Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-503.

Hazel, J. R. 1979. Influence of thermal acclimation on membrane lipid composition of raibow trout liver. *American Journal of Physiology*, 236, 1: 91-101.

Ibeas, C., Cejas, J., Gómez, T., Jerez, S. and Lorenzo, A. 1996. Influence of dietary n - 3 highly unsaturated fatty acids levels on juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*) growth and tissue fatty acid composition. *Aquaculture*, 142: 221-235.

Parrish, C.C., 1987. Separation of aquatic lipid classes by Chromarod thin-layer chromatography with measurement by Iatroscan flame ionization detection. Can. *J. Fish. Aquat. Sci.*, 44: 722-731.

Stickney, R. R., Hardy R. W. 1989. Lipid requirements of some warmwater species. *Aquaculture*, 79: 145-156.

Takeuchi, T. and Watanabe, T. 1982. Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of rainbow trout *Salmo gairdneri*, coho salmon *Onchorhynchus kisutch*, and chum salmon *Onchorhynchus keta*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48: 1745-1752.

Venturieri, R. Pesque e Pague no Estado de São Paulo Eco Associação para Estudos do Ambiente, Brasília, 2002, 151 p.

Watanabe, T., Thongrod, S., Takeuchi, T., Satoh, S., Kubota, S. S., Fujimaki, Y. and Cho, C. Y. 1989. Effect of dietary n-6 and n-3 acids on growth, fatty acid composition and histological changes of white fish *Coregonus lavaretus maraena*. *Nipon Suisan Gakkaishi*, 11: 1977-1982.

Address pf corresponding author:

Dr. Matthias Schreiner
Division of Food Chemistry
Department of Food Sciences and Technology
BOKU–University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna
Gregor Mendel Strasse 33, A-1180 Vienna, Austria
e-mail: matthias.schreiner@boku.ac.at

Development of the Quality Control System of Feedstuffs in Lithuania

DALIA MATYŽIŪTĖ-JODKONIENĖ and JURGIS KULPYS
Lithuanian Veterinary Academy

Introduction

The quality and competitive ability of the products of animal origin is mainly based on feedstuffs, and value of the latter depends on good manufacturing practice, complying with veterinary and hygiene norms for premises and quality of feedstuffs. There are high requirements for the quality of feedstuffs in the European Union. For this purpose a number of Regulations, Directives and Decisions with their amendments were prepared. Control of implementation of legal acts in the field of feedstuffs is an essential part of the work of competent authorities in Member States.

Lithuania is an agricultural country with the traditions of cattle, pig and poultry farming, meat and milk processing. Feeding of animals and poultry plays an important role as farmers use their own and imported feed products.

In total, there were 149 establishments, involved in manufacturing and sale of feed products in Lithuania.

Establishments producing and trading feed products in Lithuania, 2003

Manufacturers-wholesalers-retailers	Manufacturers-wholesalers	Wholesalers-retailers	Wholesalers	Retailers
11	3	16	10	109

In 2002, feed production was 492,000 t per year (excluding pet food): 260,000 t compound feed was put on the market, 230,000 t was used for own needs and 2,000 t premixes. Use of compound feeds was as follows: 256,000 t for pigs, 222,000 for poultry, 9,000 t for ruminants, 3,000 t for others.

The main compound feed producers are included to different Associations. The compound feed production market is shared in such a way: 260,000 t – Grain Processors' Association, 130,000 t – Pig Growing Association, 100,000 t – Poultry Growing Association.

The import of feed products in 2002 was 16,934 t. From this amount premixes totalled 11,280 t, complementary compound feed – 3,675 t, complete compound feed – 1,979 t.

The main part of feed materials is imported. The import in 2002 was as follows: 17,800 t oils, 43,709 t corn, 102,000 t cakes and meals. Feed producers use domestic grain, bran, rapeseed and it's processing products, sugar beet, molasses, vegetable, fruit by-products, etc.

Feed export was 29,032 t (mainly complementary feed to Russia and Byelorussia). In 2002, Lithuanian producers exported 59,883 t of pets foods (for dogs and cats).

During the accession period (before entering the EU) Lithuania had to implement EU law into national law. So, experts from competent authorities of "old" Member States were invited to evaluate the situation in Lithuania. They faced that implementation of the EU acquis was not completed because of the lack of legal acts and national system for control of the quality of feedstuffs. It leaded to prepare Coordinated State Control Programme on Quality of Feedstuffs which should contain such parts:

- Legal basis on feedstuffs;
- Administration order on feedstuffs;
- Self-control on manufacturing of feedstuffs;
- State control on quality of feedstuffs;
- Laboratories for control of feedstuffs;
- Criteria for border control;
- Criteria for internal control;
- Requirements for feedstuffs monitoring analyses;
- Plan of actions for control on quality of feedstuffs.

Discussion

Legal basis on control of the quality of feedstuffs

Any action of competent authority is based on legal acts. Ministry of Agriculture is responsible for development of feed industry, thus it organisers preparation and implementation of legal acts, related to the manufacture, sale, labelling, use, testing and state control of feedstuffs. Specialists of Lithuanian Veterinary Academy take part in preparation of national legal acts above.

State control of the quality of feedstuffs was developed considering main documents regulating feedstuffs: Feeds Law (2000), Regulation on the Putting on the Market of Feedstuffs (2000), Regulation on the Storage Conditions and Veterinary and Hygiene Requirements for the Production and Storage Facilities of Commercial Feedstuffs (2000), Conditions and Order for Issuing of Permissions for Manufacturing and Distribution of Feedstuffs (2000), etc. First document in this field was published in 2001 – Procedure on the effectuation of State Control of the Quality of Feedstuffs (2001). Some directives (95/53/EC, 98/68/EC and 99/20/EC) were used to prepare the document. The document described an order for the quality control of feedstuffs in internal market (manufactures, sellers, storage, etc.), import and export of feedstuffs and responsibilities of parties.

Some new documents were prepared: Technical Regulation on the Mandatory Safety Requirements of Commercial Feedstuffs (2001); Procedure on the Manufacture, Use and Trade in Feed Additives (2001), etc. Provisions of directives 95/53/EC and 2001/46/EC were used for preparation of new document – Regulation for State Control of Feed Products for Animals (2003). Special emphasis was put on the control of feed products from third countries.

The last document defined main points for state quality control system of feedstuffs: legal basis of feedstuffs, requirements for their manufacturing, storage, transporting, sale, import, export, use and laboratory testing.

Administration order on feedstuffs

Food quality starts from feed quality. So, the objective of the official control is to ensure that only quality and safe feed products for animals would be put into circulation.

The Government of the Republic of Lithuania made a decision to lay under obligation State Food and Veterinary Service for state quality control of feedstuffs (Official Gazette, No. 105-1537, 2000). In January 2002, State Food and Veterinary Service assigned Lithuanian State Inspection on Veterinary Preparations to execute state control of feedstuffs. A new department with three employees was established at Lithuanian State Inspection on Veterinary Preparations. Now there are 4 employees. State control of feedstuffs is based on plan for control of feedstuffs prepared annually. Some other institutions dependant on State Food and Veterinary Service take part in the state control of feedstuffs: Border and Transport State Veterinary Service, County State Food and Veterinary Services, City and District State Food and Veterinary Services. Principal scheme of state control on quality of feedstuffs is presented below in figure 1.

Situation of state control on quality of feedstuffs

Inspections are carried out:

- at regular intervals;
- without prior warning;
- where non-compliance with legal acts is suspected;
- using means proportionate to the desired objective and particularly in the light of the risks and of experience gained;
- when information is received from the established international organizations.

Number of official samples of feed products is planned according to the amount of feed production in the county. Territorial State Food and Veterinary Services individually plan number of official samples in individual establishments according to the appointed number of samples and pay attention on the production amount.

Official inspectors responsible for the performance of the official feed control follows the laws and decisions of the Republic of Lithuania, orders of director of State Food and Veterinary Service, EU legal acts and recommendations.

Lithuanian State Inspection on Veterinary Preparations together with county and district State Food and Veterinary Services performs the following tasks:

- Complex inspections of feedstuffs' quality (no less than once a year) in companies, which produce compound feedstuffs, premixes and feed additives; food industry companies, which produce raw materials from by-products; places of supply and distribution. The frequency of inspection depends on amount and assortment of feedstuffs produced;
- Inspections following the pretensions and reports about quality infringements;
- Control of compliance with minimal fixed requirements in companies producing and distributing the feedstuffs. State Seed and Grain Service under the Ministry of Agriculture, responsible for licensing companies to deal with feedstuffs, participates in these inspections too;
- Collection and testing of samples from feedstuffs.

Figure 1: Scheme of State Control on Quality of Feedstuffs

<table>
<tr><td rowspan="3">CENTRAL LEVEL</td><td colspan="2">THE STATE FOOD AND VETERINARY SERVICE
In accordance with the State procedure on assurance of the quality of feedstuffs, the State Food and Veterinary Service carries out control on the manufacture of feedstuffs, their quality, storage, trade, import, export and use.</td></tr>
<tr><td>LITHUANIAN STATE INSPECTION ON VETERINARY PREPARATIONS</td><td>THE BORDER AND TRANSPORT STATE VETERINARY SERVICE</td></tr>
<tr><td>Controls quality of feedstuffs;
Controls compliance with obligatory requirements for safety, declaration, packaging, labelling storage, HACCP, veterinary hygiene conditions of premises.
Carries out control upon pretensions and complaints.
Participates in inspections for issuing licence.
Routinely controls import, manufacture and use of raw material of animal origin.
Registers feed additives and administers registration records.
Organizes scheduled sampling and investigation of marketable feedstuffs, administers and analyses the results of investigations.</td><td>Responsible for the control on documentation and compliance of imported and exported marketable feedstuffs.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">REGIONAL LEVEL</td><td colspan="2">COUNTY STATE FOOD AND VETERINARY SERVICES (10)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inspect establishments, which intend to receive licence for manufacture and trade of feedstuffs; administer the documentation prepared by such establishments.
Control the use of raw material of animal origin in feed-producing establishments and stock farms.
Controls compliance with obligatory requirements for safety, declaration, packaging, labelling storage, HACCP, veterinary hygiene conditions of premises.
Carry out annual inspection of feed-producing establishments, suppliers and distributors.
Carry out control upon pretensions and complaints.
Carry out sampling of feedstuffs and raw material and deliver these samples for investigation to approved or accredited laboratories.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">LOCAL LEVEL</td><td colspan="2">CITY (4) AND DISTRICT (34) STATE FOOD AND VETERINARY SERVICES</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inspect establishments, which intend to receive licence for manufacture and trade of feedstuffs; administer the documentation prepared by such establishments.
Control the use of raw material of animal origin in feed-producing establishments and stock farms.
Controls compliance with obligatory requirements for safety, declaration, packaging, labelling storage, HACCP, veterinary hygiene conditions of premises.
Carry out annual inspection of feed-producing establishments, suppliers and distributors.
Carry out control upon pretensions and complaints.
Carry out sampling of feedstuffs and raw material and deliver these samples for investigation to approved or accredited laboratories.</td></tr>
</table>

Due to the lack of official inspectors the main attention of the control of feedstuffs is directed to big objects as manufactures of compound feeds, open markets, enterprises and farms specialised in pig, poultry and cattle farming.

In 2001, institutions of State Food and Veterinary Service carried out 166 inspections of internally marketed feedstuffs, 68 of which – in manufacturing establishments, 98 – in supplying and distributing companies; 1,382 samples were taken, 3,596 analyses on compliance and safety were performed.

The most common infringements found during inspections are as follows:

- Infringements of veterinary and hygiene requirements in manufacturing and trade places of feedstuffs;
- Infringements of rules on labelling of marketable feedstuffs (incorrect names of raw materials or feed additives; obligatory indices are not given separately from selected ones);
- Not sufficient reporting system and traceability of raw material of animal origin, particularly in cases when feedstuffs are manufactured in mobile vehicles;
- Incorrect formulas for manufacture of feedstuff;
- Formula composition, written down on the label, does not correspond with the one given in the conformity declaration.

Laboratories for control of feedstuffs

Official sampling is carried out according to the order of Minister of Agriculture of the Republic of Lithuania No. 208 Technical Regulation for the Sampling of Feedstuffs (2000).

Samples taken during official inspection can be tested in National Veterinary Laboratory, JSC "Labtarna", in the laboratory of State Plant Protection Service and in the laboratory of State Semen and Grain Service under the Ministry of Agriculture. The main institution for official testing of the quality of feedstuffs is National Veterinary Laboratory.

Mainly tests were carried out for compound feeds and feed raw materials. However very few tests were carried out for imported feed additives, premixes, by-products for feedstuffs, silage and hey. Due to the lack of funds detection of moulds, mycotoxins and some other is a rare case.

Control at the border

Border and Transport Veterinary Service under State Food and Veterinary Service is responsible for the control of safety and quality of feedstuffs at the border of the Republic of Lithuania. Accompanying documents of goods, physical properties and conformity of feedstuffs are checked. When everything comply to the requirements, goods go to consignee. In case of infringements feedstuffs can be decontaminated, destroyed or returned back to shipper. All data about feedstuffs at the border are recorded into computerised data base.

Documentary and physical check of imported compound feedstuffs, raw materials (including fish meal, hydrolysed proteins, dicalcium phosphate produced from degreased bones), premixtures and feed additives is obligatory in territory of customs. Physical check of imported batches is carried out at random, but not less than one batch from ten batches of the same type of feed product. When feed materials of animal origin or feedstuffs containing materials of animal origin are imported, each batch is tested in respect of antimicrobials and constituents of warm-blooded animals. These tests must be included in the self-control programme of establishment.

Sampling of imported feed products is performed according to the Requirements of Inspection on Imported Feedstuffs, Raw Materials, Feed Additives (Order of Director of State Food and Veterinary Service (1999/02/03) No. 4-35).

Future plan of actions for control on quality of feedstuffs

Present situation in quality control of feedstuffs is not satisfactory, so some actions should be taken in the future:

- • Improvement of the quality assurance system;
- • Exchange visits with other European institutions for control of feedstuffs;
- • Special trainings for inspectors and education of manufacturers and distributors of feed products.
- • Improvement of system of laboratories dedicated for testing of feed samples and quality of their testing;
- • Improvement of competitive ability of Lithuanian feed producers in EU market.

To ensure complex and professional inspections, state inspectors have to be of different specialities, who know the manufacturing technology of compound and other feeds, preparation of recipes for compound feeds and premixes, physiology of animal nutrition and peculiarities of the use of feedstuffs.

Lithuanian Veterinary Academy plays an important role in preparation of specialists for feedstuffs industry. The preparation covers full-time studies and post-graduate courses.

Conclusions

Building of the quality control system of feedstuffs in Lithuania was a long period before entering the EU. The legal basis, institutional structure and planning of inspections are developed. However preparation of inspectors and improvement of laboratories for the quality control of feedstuffs are essential tasks for the future in Lithuania.

Summary

As agricultural country Lithuania is highly involved in feedstuffs industry. In total, there were 149 establishments dealing with manufacturing and sale of feed products. Feed production reached 492,000 t per year in 2002. so, appropriate national legal acts were prepared for control of feedstuffs and especially in the field of quality control based on EU acquits. Ministry of Agriculture is responsible for development of legal basis. State Food and Veterinary Service and it's subordinated institutions are responsible directly for inspections on enterprises, markets, border, etc. Mainly National Veterinary Laboratory is involved in quality control of officially taken samples of feedstuffs. However there is still a lot to do for improvement of quality control system of feedstuffs in Lithuania. Preparation of highly skilled specialists and rise of their qualification is an important task for Lithuanian Veterinary Academy.

References

Conditions and Order for Issuing of Permissions for Manufacturing and Distribution of Feedstuffs, Official Gazette, No. 110-3539, 2000.

Feeds Law, Official Gazette, No. 34-952, 2000.

Procedure on the Effectuation of State Control of the Quality of Feedstuffs, Official Gazette, No. 1-20, 2001.

Procedure on the Manufacture, Use and Trade in Feed Additives, Official Gazette, No. 84-2951, 2001.

Regulation for State Control of Feed Products for Animals, Official Gazette, No. 71-3307, 2003.

Regulation on the Putting on the Market of Feedstuffs, Official Gazette, No. 60-1787, 2000.

Regulation on the Storage Conditions and Veterinary and Hygiene Requirements for the Production and Storage Facilities of Commercial Feedstuffs, Official Gazette, No. 103-3267, 2000.

Requirements of Inspection on Imported Feedstuffs, Raw Materials, Feed Additives, Order of Director of State Food and Veterinary Service, 3 February, 1999, No. 4-35.

Technical Regulation for the Sampling of Feedstuffs, Official Gazette, No. 60-1786, 2000.

Technical Regulation on the Mandatory Safety Requirements of Commercial Feedstuffs, Official Gazette, No. 15-1969, 2001.

Address of Authors:

Dr. Dalia Matyžiūtė-Jodkonienė
Lithuanian Veterinary Academy
Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas
e-mail: matjod@lva.lt

Doz. Dr. Jurgis Kulpys
Lithuanian Veterinary Academy
Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas
e-mail: matjod@lva.lt

Bewertung des Nährwertes von RR und Bt Mais für die Tierernährung

ALEXANDER SOMMER, MÁRIA CHRENKOVÁ, ĽUBICA CHRASTINOVÁ, ZUZANA ČEREŠŇÁKOVÁ und PETER PETRIKOVIČ
Forschungsinstitut für Tierproduktion Nitra, Slowakei

Einleitung

In den vorhergehenden Jahren erwarben die genetisch behandelten Pflanzen, die als Futter verwendet werden, immer mehr an Bedeutung. Neue Varietäten, die mit Hilfe dieser Technik hergestellt werden, sind durch Resistenz gegen Erkrankungen, Insekte und harte Umweltbedingungen charakteristisch. Einer der best bekannten Beispiele für genetisch behandelten Organismus ist der gegen Insekten widertandsfähiger Mais (Bt) und glyphosat resistent (RR) Mais.

Die Einführung von rekombinanten DNA Technologien und Eingliederung der fremden Gene ins Genom der wirtschaftlich bedeutenden Pflanzen löst erhöhtes Interesse um Sicherheit von so modifizierten Pflanzen in den Nahrungsketten der Tiere und des Menschen aus.

Deshalb war das Ziel unserer Studien den GMO und nicht GMO Mais zu vergleichen und die substanzielle Equivalenz der ausgewählten Nährstoffe und die in sacco Abbaubarkeit der Nährstoffe zu untersuchen.

Material und Methode

Versuchsfuttermittel

- konventioneller Mais und genetisch modifizierter Roundup Ready Mais – Transgen für Resistenz gegen das Herbizid Glyphosate (MONSANTO)
- konventioneller Mais und Bt Mais – Transgen für Resistenz gegen Insekten basierend am Bt.

Chemische Analyse

- Weender Analyse
- Aminosäuren wurden mit Ion-Austausch Chromatographie bestimmt (AA 400, Ingos Prag CZ) nach der Säurehydrolyse 6-M HCl. Methionin und Zystein wurden als Methioninsulfon und Zysteinsäure auf den preoxydierten Proben bestimmt.

Verlauf der biologischen Versuche

mit Ratten:

- die Versuchsmethode wurde von Eggum beschrieben (1973)
- in jeder Gruppe waren zehn männliche Wistar Ratten von etwa 70 g Lebendmasse

- Futterrationen wurden konstant auf 1,5 % N in Trockensubstanz gehalten
- in den biologischen Testen wurde bestimmt: N Verdaulichkeit, N Bilanz , BW, NPU, UP, PER, Lebendmassezunahme und Futterkonversion

mit Kaninchen

- Broilerkaninchen (Weisse Neuseeländer)
- Bilanz- und Fütterungsversuche
- Fleischbeschaffenheit
- Gesundheitszustand

In sacco Technik (Kühe mit Pansenfistel)

- vier Säckchen/Tier/Futter (Nylonsäckchendimension 9x15 cm aus Uhelon 130T hergestellt, mit Porengröße 42 μm)
- Probegewicht zirka 3 g Trockensubstanz
- Inkubationsdauer 0, 2, 3, 6, 9, 16, 24 und 48 St.
- Nach der Inkubation wurden die Säckchen gewaschen, getrocknet, gewogen, zusammengemischt und gemahlen. Trockensubstanz, Asche und Stickstoff wurden analysiert
- Effektive Abbaubarkeit der Trockensubstanz, organische Substanz und Rohprotein wurde mit Hilfe der Orskov und McDonald (1979) Gleichung errechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Chemische Analysen (Chrenková et al., 2002), mit denen die Stoffäquivalenz ermittelt wurde, weisen darauf hin, dass sich der genetisch modifizierte Mais durch seine Zusammensetzung vom kommerziellen nicht modifiziertem Mais nicht unterscheidet. Aus dem Erwähnten geht hervor, dass die Substanzäquivalenz gegeben ist und sie wurde nicht von den Veränderungen, die durch Gentechnologien verursacht wurden, beeinflusst. Zwischen den einzelnen Grundkomponenten beider Mais ist nur geringfügiger Unterschied, der statistisch nicht signifikant ist ($P<0,05$). Beide Mais haben einen hohen Nährwert, hohen Stärkegehalt (72,9 und 73,6 $g.10^{-2}$ g Trockensubstanz) und damit auch N- freie Extraktstoffe (83 $g.10^{-2}$ g Trockensubstanz); Fettgehalt war 4 $g.10^{-2}$ g Trockensubstanz, Rohprotein 9,7 $g.10^{-2}$ g Trockensubstanz und einen niedrigen Rohfaseranteil 1,5-1,7 $g.10^{-2}$ g Trockensubstanz. Im energetischen Wert wurden auch keine Unterschiede (16,8 und 16,5 $MJ.kg^{-1}$ Trockensubstanz). Niedriges Niveau an Knochenbildenden Mineralstoffen, vor allem Ca, ist der charakteristische Mangel vom Mais. Publikationen, die sich mit Vergleich der Stoffäquivalenz zwischen den isogenen und transgenen Pflanzen beschäftigen, befassen sich meisten mit Sojabohnen (Patgette et al. 1995, Taylor et al. 1999). Es gibt auch Arbeiten, die sich mit dem Vergleich von konventionellem und Bt Mais (Flachowsky et al.2001, Aulrich et al. 2001), aber auch mit anderen Pflanzen, z.B. Zuckerrübe (Bartsch und Orf 1996, Böhme et al. 2001) beschäftigten. In keiner der erwähnten Arbeiten wurden zwischen den isogenen und transgenen Pflanzen statistisch bedeutende Unterschiede ermittelt.

Die Zusammensetzungen von Aminosäuren des transgenen und isogenen Mais (Chrenková et al. 2002) weisen ähnlich wie bei den übrigen Getreidefuttermitteln auf Defizit von zwei essentiellen Aminosäuren, Lysin und Tryptophan (0,26 und 0,17 $g.10^{-2}$ g Trockensubstanz), obwohl das Gen, das in den RR-Mais, den wir in unserem Versuch benutzten, eingeführt wurde, solche Wirkung hat, dass es die Aktivität des Enzyms inhibiert, das ein Bestandteil der synthetischen Bahn der aromatischen Aminosäuren bildet (Phenylalanin, Tryptophan und Tyrosin). Es wurde kein Unterschied im Gehalt dieser

Aminosäuren beobachtet. Die selbe Wertung gilt auch für den isogenen und transgenen Bt Mais (Aulrich et al. 2001). Auch Patgette et al. (1996) fanden im Aminosäurengehalt in den genetisch modifizierten Glyphosphate toleranten Sojabohnen keine signifikanten Unterschiede.

Spektrum der Fettsäuren beider Maislinien (Chrenková et al. 2002) verweist auf ähnliche Anteile und sie sind in Übereinstimmung mit den Resultaten von Aulrich et al. (2001). Gewisse Unterschiede, die ermittelt wurden, befinden sich in der Standardspanne des Gehaltes beider Stoffe im Maiskorn.

Biologische Versuche mit Ratten (Tab. 1 und 2) dokumentieren, dass zwischen den Gruppen von Tieren, die mit Futtermischung mit transgenem Mais bzw. isogenem Mais gefüttert wurden, keine statistisch signifikanten Unterschiede waren. Es wurde hohe Stickstoffverdaulichkeit beider Hybride (84,9 % bzw. 84,5 %) ermittelt und auch der unterschied zwischen den PER Werten war nicht ausgeprägt (1,51 bzw. 1,41). Werte für BW, NPU und UP waren fast identisch. Ähnlich ermittelten andere Autoren (Fuchs et al. 1996, Flachowsky et al. 2001) keine signifikanten Unterschiede in den Bilanzversuchen mit anderen Tieren. Brake und Vlachos (1998) untersuchten den Einfluss von Fütterung der Futtermischungen den Masthühnchen, in denen der Anteil vom isogenen bzw. transgenen Bt Mais mehr als 60 % betrug. Flachowsky und Aulrich (1999) beschäftigten sich in ihren Versuchen am Geflügel, Schweinen und Rindern mit der sogenannten substanzieller Äquivalenz von transgenen Produkten mit isogenen Ausgangslinien. Die bisher veröffentlichten Resultate weisen keine signifikanten Unterschiede zwischen ihnen auf. Ähnliche Angaben sind auch in der Arbeit von Donkin et al. (2000) präsentiert.

Tabelle 1: Testresultate bei isogenem Mais Prelud und transgenem Bt Mais und Futtermischungen mit angeführtem Mais in Fütterungs- und Bilanzversuchen bei Ratten

Merkmal	Transgener Bt Mais		Isogener Mais Prelud		Futtermischung mit transgenem Bt Mais		Futtermischung mit isogenem Mais Prelud	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
Gewichtszunahme (g)	10	79,3±4,16	10	82,4±6,8	10	128,1±5,2	10	124±8,68
Futterverbrauch/ 1g Zunahme (g)	10	9,84±1,1	10	9,39±0,8	10	3,38±0,1	10	3,4±0,31
PER	10	1,13±0,1	10	1,14±0,1	10	1,75±0,2	10	1,65±0,1
Verdaulichkeit von Rohprotein	10	88,33±0,36	10	88,55±0,62	10	86,0±1,1	10	87,45±1,4
BW	10	72,28±1,98	10	74,03±2,75		-		-
NPU	10	64,11±1,20	10	65,83±2,57		-		-
UP	10	6,60±0,76	10	6,99±0,36		-		-

Tabelle 2: Testresultate bei isogenem und transgenem RR Mais in Versuchen mit Ratten (n = 10)

		Isogener Mais	Transgener RR Mais
Gewichtszunahme	g	35,5 ± 4,93	34,22 ± 2,39
Futterverzehr/1 g Zunahme	g	8,13 ± 1,36	8,24 ± 0,94
PER		1,51 ± 0,15	1,41 ± 0,14
BW	%	74,06 ± 3,96	75,11 ± 5,53
Verdaulichkeit von Rohprotein	%	84,92 ± 1,94	84,50 ± 1,82
NPU	%	63,53 ± 4,44	63,24 ± 4,97
UP	%	12,88 ± 0,09	12,82 ± 1,01
N-Bilanz (in % der N Aufnahme)	%	42,46 ± 4,10	42,26 ± 5,07
N-Bilanz (in % des verdauten N)	%	50,32 ± 4,40	50,68 ± 6,12

Genetisch modifizierter Bt und RR Mais, der in unserem Versuch benutzt wurde, ist was den Stoff und Nährwert betrifft, adäquat dem kommerziell genützten Mais. Wir ermittelten nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Bestandteilen, die aber statistisch nicht signifikant sind, was mit den Ergebnissen der oben genannten Autoren korrespondiert.

Im Laufe der Experimente haben wir den Gesundheitszustand der Versuchstiere beobachtet. Die Ratten, die mit Mischungen mit parentalen und Bt Mais gefüttert wurden, waren klinisch gesund. Nach der Beendung der Versuche wurden die Tiere in Etherkammer getötet und die pathologisch-anatomische Obduktion wurde durchgeführt. Bei Besichtigung der Körperoberfläche haben wir keine Änderungen beobachtet. Lagerung der Organe in der Brust- und Bauchhöhle war physiologisch, alle inneren Organe waren ohne pathologische Veränderungen und ohne bedeutende Unterschiede im Gewicht.

Einmischen von 11 % RR Mais in die komplette Futtermischung für Kaninchenmast hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Lebendmassezunahme, Futtermittelkonversion, Nährstoffverdaulichkeit, Merkmale des Fermentationsprozesses im Blinddarm (Chrastinová et al., 2002), physikalisch-chemische Merkmale der Fleischbeschaffenheit (Tab. 3) und wir haben auch keine qualitativen Abweichungen im Leukogramm ermittelt (Tab. 4).

Tabelle 3: Physikalisch-chemische Merkmale der Fleischbeschaffenheit bei Kaninchen 24 Stunden post mortem (musculus longissimus dorsi)

Merkmal (im musculus longissimus dorsi) (n=8)	Einheiten	Kontrolle Gruppe mit konventionellem Mais $x \pm s_x$	Versuchsgruppe mit RR Mais $x \pm s_x$	t-Test
pH 24	-log molc	5,47±0,15	5,55±0,17	n.s.
Farbe (Spekol) bei 540 nm	% rem.	30,27±2,31	30,22±3,26	n.s.
Gehalt am gesamten Wasser	($g.100g^{-1}$)	75,5±0,19	75,55±0,37	n.s.
Gesamtprotein (C)	($g.100g^{-1}$)	22,95± 0,17	23,2±0,35	n.s.
Bindegewebeprotein (V)	($g.100g^{-1}$)	0,571±0,08	0,553±0,10	n.s.
Gesamtfett	($g.100g^{-1}$)	1,425±0,19	1,325±0,17	n.s.
Aschegehalt	($g.100g^{-1}$)	0,98±0,02	0,97±0,02	n.s.
Anteil an Bindegewebeprotein aus Gesamtprotein V/C	%	2,48±0,35	2,38±0,46	n.s.
Anteil an essentiellen Aminosäuren	%	54,52	54,42	n.s.
Anteil an nichtessentiellen Aminosäuren	%	45,48	45,58	n.s.
Freigebundenes Wasser	($g.100g^{-1}$)	31,66±1,87	30,74±3,47	n.s.
Energetischer Wert	($kJ.100g^{-1}$)	438,11±7,56	438,52±9,80	n.s.

Tabelle 4: Vertretung einzelner Typen von Leukozyten im Blut von Kaninchen

Merkmal (n=10)	Kontrollgruppe mit konventionellem Mais x±sx	Versuchsgruppe mit RR Mais x±sx	t-Test
Zahl der Leukozyten/Mikroliter von Blut	$10,8.10^3$ ±2,17	$10,55.10^3$ ±1,28	n.s.
daraus: Lymphozyten %	55,00 ±6,58	53,50 ±5,51	n.s.
Neutrofilen %	35,25 ±7,93	38,75 ±6,18	n.s.
Eozinofilen %	6,75 ±3,40	6,00 ±2,45	n.s.
Bazofilen %	1,75 ±0,96	1,50 ±0,58	n.s.
Monozyten %	1,25 ±0,96	0,25 ±0,5	n.s.
Zahl der Erythrozyten/Liter Blut	$8,038.10^{12}$ ±1,44	$8,006.10^{12}$ ±1,02	n.s.

Werte der effektiven Abbaubarkeit und ihre Charakteristiken, in Tab. 5 dargestellt, sind ein Beweis für die niedrige Variabilität der Eigenschaften und Qualität der verfolgten Merkmale des transgenen RR Mais und isogenen Mais. Effektive Abbaubarkeit (EDg) von Rohproteinen im konventionellen und RR Mais ist niedrig, sie schwankt von 43 bis 49 % und bei der Passagegeschwindigkeit von 0,06.h^{-1} betrug sie nur 43 %.Die Geschwindigkeitskonstante der Rohproteinabbaubarkeit ist auch niedrig. Effektive Abbaubarkeit der Rohproteine im isogenen und RR Mais ist niedrig. Kleine Unterschiede haben wir auch im EDg der organischen Substanz (62 und 60 %) und Trockensubstanz (60 und 58 %) ermittelt. Geringfügige Unterschiede wurden in der Abbaudynamik der organischen Substanz (Dg %), Rohproteine und Trockensubstanz der isogenen und transgenen RR Mais während der Inkubation im Pansen ermittelt. Änderungen, die durch Gentechnologien verursacht werden, betreffen nur einen geringfügigen Teil des Genoms (meistens weniger als 0,01 %), so dass keine größeren Änderungen in Gehaltsstoffen und somit in dem Nährwert des Futters erwartet werden, womit die Substanzäquivalenz als gegeben erscheint.

Tabelle 5: Charakteristiken der in sacco Abbaubarkeit von Trockensubstanz, der organischen Substanz und Rohprotein bei isogenem und transgenem RR Mais

Parameter der Abbaubarkeit		Mais							
		Transgener RR				Isogener			
		a´ %	b %	c h^{-1}	EDg %	a´ %	b %	c h^{-1}	EDg %
Trockensubstanz	k_1	23,8	76,2	0,048	58,6	29,0	69,3	0,053	60,7
	k_2				54,7				55,7
Organische Substanz	k_1	23,5	76,5	0,054	59,9	28,6	71,4	0,052	62,3
	k_2				56,4				57,0
Rohprotein	k_1	24,0	76,0	0,018	48,5	12,0	88,0	0,013	39,6
	k_2				43,5				43,0

k_1 = 0,06.h^{-1} k_2 =0,08.h^{-1}

Schlussfolgerung

Aus den Resultaten, die in der Fachliteratur erscheinen, als auch aus eigenen Versuchen geht hervor, dass der genetisch modifizierte Mais (Bt und RR), im Vergleich mit dem isogenen Mais, keinen Einfluss auf die Produktion, Verbrauch und Verdauung von Nährstoffen im Futter als auch auf den Gesundheitszustand der Tiere ausübt. Wir haben auch keine Änderungen in der chemischen Zusammensetzung vom transgenen Mais beobachtet. Vom Gesichtspunkt des präventiven Schutzes des Verbrauchers ist es notwendig Beobachtungen mit weiteren Pflanzen und Tierarten durchzuführen.

Transfer von DNA/RNA aus transgenen Pflanzen ins Organismus der Tiere und des Menschen, als auch der Einfluss auf die Degradationstuffe von RNA/DNA bei der Bearbeitung und Vorbereitung der Futtermittel für Fütterungszwecke benötigen weitere experimentelle Arbeit.

Literatur

Aulrich K., Böhme H., Daenicke R. et al. (2001): Genetically modified feeds in animal nutrition: 1st communication: Bacillus thuringiensis (Bt) corn in poultry, pig and ruminant nutrition. Arch. Anim. Nutr., 54: 183-195.

Aulrich K., Flachowsky G., Daenicke R. and Halle I. (2001): Bt-mais in der tierernährung. Ernährungsforschung, 46: 13-20.

Bartsch D. and Pohl-Orf M. (1996): Ecological aspects of transgenic sugar beet: transfer and expression of herbicide resistance in hybrids with wild beets. Euphytica, 91: 55-58.

Böhme H., Aulrich K., Daenicke R., Flachowsky G. (2001): Genetically modified feeds in animal nutrition 2nd communication: Glyphosinate tolerant sugar beets (roots and silage) and maize grains for ruminants and pigs. Arch. Anim. Nutr. 54.

Brake J., Vlachos D. (1998) : Evaluation of transgenic event "Bt" corn in broiler chickens. - Poultry Sci., 77, s. 648-653.

Donkin S. S., Velez J. C., Stanisiewski E. P. and Hartnell G. F., (2000): Effect of feeding Roundup Ready® corn silage and grain on feed intake, milk production and milk composition in lactating dairy cattle. J. Anim. Sci., 78, Suppl. 1/J. Diary Sci., 83, Suppl. 1.

Flachowsky G., Aulrich K. (1999): Tierernährung und gentechnisch veränderte Organismen (GVO). Landbauforschung Völkenrode, 49, Heft 1, s. 13-20

Flachowsky G. and Aulrich K., (2001): Assessment of novel foods in animal nutrition. 17th Int. Congress of nutrition Aug. 27-31, Viena.

Flachowsky G. and Aulrich K., (2001): Nutritional assessment of feeds from genetically modified organism. Journal of Animal and Feed Sciences, 10, Suppl. 1: 181-194.

Fuchs R. L., Re D. B., Rogers S. G., et al. (1996): Safety evaluation of glyphosate-tolerant soybeans. Food safety evaluation proceedings of OECD-sponsored workshop, 32 ref.: 61-70.

Chrastinová Ľ., Sommer A., Rafay J., Čaniga R., Novotná K., Škarbová B., Palatický D.: Chemical composition, meat quality and leucocyte picture of rabbit after feeding with RR maize mixture. In: Collected papers from the international symposium „Animal production in sustainable agriculture", held within 19-th International Film Festival AGROFILM 2002 Nitra, 2.-3. 10. 2002, s. 383-388.

Chrenková M., Sommer A., Čerešňáková Z., Nitrayová S., Prostredná M.: (2002) Nutritional evaluation of genetically modified maize corn performed on rats. Arch. Anim. Nutr., 56:229-235.

Padgette S. R., Kolacz K. H., Delannay X., Re D. B., et all. (1995): Developement, identification and characterization of a glyphosate tolerant soybean line. Crop Sci. 35: 1451-1461.

Padgette S. R., Taylor N. B., Nida D. L., et al. (1996): The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. J. Nutr., 126: 702-716.

Taylor N. B., Fuchs R. L., MacDonald J., Shariff, A. R., Padgette, S. R. (1999): Compositional analysis of glyphosate-tolerant soybeans treated with glyphosate. J. Agric. Food. Chem., 47: 4469-4473.

Anschrift des korresponierenden Autors:

Prof. Dr. Alexander Sommer
Forschungsinstitut für Tierproduktion
Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovakei
e-mail: sommer@vuzv.sk, vyziva@vuzv.sk

Untersuchungen zur Selenversorgungssituation der Tiere in Litauen

J. KULPYS[1)], Š. ANTANAITIS[2)], A. ANTANAITIS[2)] und V. JURAITIS[1)]
[1)]Litauische Veterinärmedizinische Akademie, [2)]Institut für Bodenkunde Litauen

Einleitung

Der Gehalt an Selen in verschiedenen Klimazonen und Bodenarten bzw. -typen variiert erheblich. Höhere Selengehalte im Boden sind schädlich für Pflanzen. Selen reichert sich in salzhaltigen Böden an. Beim Gehalt von 5-10 mg/kg^{-1} wirkt es auf Pflanzen phytotoxisch, eine Ausnahme stellen die Pflanzen dar, die Selen zu speichern vermögen (Amweg, 2003). Oft werden geringe Selengehalte in Podsolböden der nordischen Zone nachgewiesen, weil es unter diesen Bedingungen in die tiefere Bodenschicht dringt. Deshalb kommt Selenmangel in sauren, nassen Böden sowie in den Böden, die mehr organische Substanz, Eisenoxide und -sulfide enthalten, öfter vor. Man nimmt an, dass Tiere mit Selen unterversorgt werden, wenn sie Futter aus selenarmen Ackerböden bekommen, in denen der Gehalt an Gesamtselen 0,04 mg·kg^{-1} und weniger beträgt (Sillapa, 1992). Die Fachleute der Landwirtschaft der Baltischen Staaten sind deshalb über die geringen Gehalte an Selen in Pflanzen und Futterrationen besorgt. Es ist anzunehmen, dass die Hauptursache für die Verringerung des Selengehalts in Pflanzen der Selenmangel in litauischen Böden ist. Aus Böden Nord- und Osteuropas wurde Selen bereits in der Eiszeit weggespült, außerdem konnte sich sein Gehalt durch intensive Bodenbewirtschaftung, saure Niederschläge sowie ungenügend kontrollierte Verwendung von synthetischen Düngemitteln in den baltischen Staaten in den 70er Jahre des letzten Jahrhunderts verringert haben.

Selenkonzentration in Böden, Pflanzen und anderen Objekten in Litauen sowie in den anderen baltischen Staaten ist wenig erforscht (Antanaitis, A. u.a., 2003).

Ziel der Untersuchungen

Bei der Durchführung unserer Untersuchungen wurde das Ziel formuliert, den Selenstatus in litauischen Futtermitteln in Abhängigkeit von seiner Konzentration im Boden zu klären. Die Untersuchungen sollen dazu dienen, nach der Klärung der Selenversorgungssituation in unserem Land eine Datenbank zusammenzustellen sowie Vorbeugemaßnahmen für den Ausgleich des Selenmangels zu planen.

Material und Methoden

Selenkonzentration wurde in dominanten litauischen Böden bestimmt, die Unterschiede in der Kornzusammensetzung aufweisen sowie verschiedene agrochemische Eigenschaften haben. Selen wurde aus den Bodenproben durch zweistündiges Kochen mit konzentrierter Salpetersäure in einem geschlossenen System extrahiert. Das Mengenverhältnis von Boden und Salpetersäure war 1:10. Selenkonzentration im Extrakt wurde mit dem Atomabsorptionsspektrometer „Aanalyst 800" bestimmt,

unter Anwendung eines Graphitstabofens und einer EDL Lampe. Wellenlänge war 196 nm, Atomisierunsgtemperatur – 1900°C. Zur Beseitigung systematischer Fehler, die wegen der Matrixstörungen auftreten, wurden Modifikatoren Palladium und Magnesiumnitrat genutzt (Huang, Fujii, 1996; Haygart P.M. u.a., 1995).

Selengehalt in Futtermitteln wurde nach der Methode AOAC 986.15 bestimmt: Futtermittelproben wurden mit konzentrierter Salpetersäure 1:5 behandelt. Mineralisierung der Proben erfolgte mit einem Mineralisator in einem geschlossenen System durch zweistündiges Erhitzen bei 160°C. Danach wurde der Gehalt an Selen in den Futtermittelproben – wie in den Bodenproben – mit einem Atomabsorptionsspektrometer bestimmt. In den Untersuchungen wurden Boden- und Futtermittelproben mit bekanntem Selengehalt verwendet.

Ergebnisse der Untersuchungen

Unsere Untersuchungen zeigen, dass Selenkonzentration in litauischen Böden von 0,106±0,0306 bis 0,313±0,0793 $mg \cdot kg^{-1}$ variiert (Tabelle 1).

Tabelle 1. Selenkonzentration in Böden verschiedener Kornzusammensetzung und Azidität

Kornzusammensetzung des Bodens*	Azidität des Bodens (pH-Wert)							
	5,1-6,0		6,1-6,5		6,6-7,0		>7,0	
	n	Selen $mg \cdot kg^{-1} \pm S$	n	Selen $mg \cdot kg^{-1} \pm S$	n	Selen $mg \cdot kg^{-1} \pm S$	n	Selen $mg \cdot kg^{-1} \pm S$
s-s_1	9	0,106±0,0306	8	0,143±0,0264	4	0,137±0,0256	6	0,110±0,0260
ps	48	0,147±0,0643	21	0,148±0,0498	18	0,169±0,0760	32	0,173±0,0505
p	44	0,199±0,0666	25	0,167±0,0490	58	0,141±0,0437	90	0,164±0,0628
p_1	51	0,180±0,0219	10	0,219±0,0472	7	0,313±0,0793	39	0,214±0,0539
p_2	10	0,300±0,1556	8	0,230±0,0594	8	0,206±0,0373	14	0,173±0,0444
m	-	-	3	0,250±0,0700	-	-	-	-
d	7	0,226±0,0925	3	0,218±0,0828	-	-	-	-

*s – lockerer Sand; s_1 – anlehmiger Sand; ps – lehmiger Sand; p – sandiger Lehm, p_1 – mittlerer Lehm, p_2 – schwerer Lehm, m – Ton, d – Torf.

Die Bodenproben wurden nach Kornzusammensetzung und Säuregrad eingeteilt (Tabelle 1). Bodenproben mit dem pH-Wert 5,1-6,0 wiesen unterschiedliche Selengehalte in Abhängigkeit von der Kornzusammensetzung auf: schwere Böden enthielten 37 bis 183% mehr Selen als leichte, der höchste Selengehalt wurde in schwerem Lehm bestimmt. In anderen Aziditätsgruppen wurde folgende Tendenz beobachtet: Je schwerer der Boden, desto höher der Selengehalt; die Zunahme war aber verhältnismäßig geringer als bei mäßig sauren und schwach sauren Böden.

Bei der Analyse des Selengehalts der Böden mit der gleichen Kornzusammensetzung, aber verschiedener Azididtätsgruppen wurden folgende Tendenzen beobachtet: in sandigen Böden ließ sich die stärkste Tendenz der Zunahme von Selenmengen beim pH-Wert 6,1-6,5 beobachten, dagegen die Tendenz der Mengenabnahme in lehmigen Sandböden mit neutralem pH-Wert (>7,0) sowie in leichten und schweren Lehmböden der schwachsaurer Reaktion. In mittleren Lehmböden wurde der höchste Selengehalt beim pH-Wert 6,6-7,0 bestimmt.

Die Untersuchungen zeigten, dass Selenkonzentration in Pflanzen und pflanzlichen Futtermitteln schwankt. Der höchste Selengehalt verglichen mit dem geringsten war 14,6 Mal höher (Tabelle 2).

Tabelle 2 Selenkonzentration in Pflanzen und Futtermitteln.

Nr.	Pflanzliche Futtermittel/Ortschaft	Probenzahl	Gehalt an Selen in TS ($mg \cdot kg^{-1} \pm S$)
Selenkonzentration bis 0,020 $mg \cdot kg^{-1}$			
1.	Gerste, Körner (Dotnuva)	12	0,019±0,0106
2.	Triticale, Körner (Vokė)	6	0,006±0,0026
3.	Triticale, Stroh (Vokė)	6	0,010±0,0027
4.	Stoppelrüben, Wurzeln (Babtai)	4	0,007±0,0050
5.	Silage aus verschiedenen Gräsern (Šakiai)	1	0,008±0,0
6.	Kartoffeln, Knollen (Elmininkai)	24	0,013±0,0035
7.	Möhren, Blätter (Babtai)	5	0,011±0,0015
Selenkonzentration von 0,020 bis 0,040 $mg \cdot kg^{-1}$			
1.	Möhren, Wurzeln (Babtai)	5	0,022±0,0045
2.	Zuckerrüben, Wurzeln (Rumokai)	5	0,028±0,0015
3.	Weizen, Körner (Dotnuva)	16	0,022±0,0088
4.	Sommerraps, Samen (Dotnuva)	6	0,024±0,0085
5.	Winterraps, Samen (Dotnuva)	3	0,032±0,0102
6.	Klee (Dotnuva)	17	0,031±0,0105
7.	Mischfuttermittel (hergestellt in landwirtschaftlichen Betrieben der Region Kaunas)	5	0,029±0,0114
8.	Grasmehl (Dotnuva)	5	0,037±0,0041
Selenkonzentration über 0,040 $mg \cdot kg^{-1}$			
1.	Gerste, Körner (Rumokai)	1	0,043±0,0
2.	Gerste, Stroh (Rumokai)	20	0,088±0,0483
3.	Weizenkleie (Rumokai)	10	0,048±0,0371
4.	Langjährige Gräser (Kaunas)	10	0,093±0,0442
5.	Zuckerrüben, Blätter (Rumokai)	5	0,052±0,0070

Pflanzen wurden nach Selenkonzentration eingeteilt. Die geringsten Mengen an Selen wurden in Kohlrüben, Zückerrüben (Wurzeln), Kartoffelknollen und Triticale (Körner, Stroh), die in leichten Böden angebaut wurden, bestimmt (Tabelle 2). Die höchsten Selengehalte hatten Gerstenkörner und langjährige Gräser, die in schweren Böden lymnoglazialen Ursprungs angebaut wurden. In sandigen Lehmböden moränischen Ursprungs angebaute Gerste (Körner) wies dagegen 4,6mal geringeren Selengehalt auf, ungeachtet der gleichen Selenkonzentration in beiden Bödentypen.

Das zeugt davon, dass bei ähnlicher Selenkonzentration in verschiedenen litauischen Böden, die durch Extrahieren von Bodenproben mit konzentrierter Salpetersäure bestimmt wurde, Pflanzen jedoch unterschiedliche Gehalte an Selen aufnehmen können. Unsere Untersuchungen zeigen, dass Selenanreicherung in Pflanzen von Bodeneigenschaften abhängig ist. In litauischen Böden nahm sogar die Pflanze *Astragalus*, die durch intensive Selenspeicherung bekannt ist, nur 0,242 $mg \cdot kg^{-1}$ Selen auf.

Schlussfolgerungen

1. Selenkonzentration in leichten (Sand)Böden Litauens reichte von 0,106-0,142mg·kg^{-1}, in lehmigen Sandböden und in sandigen Lehmböden – 0,141-0,199 mg·kg^{-1}, in schweren Lehm- bzw. Tonböden – 0,180-0,313 mg·kg^{-1} TS.
2. Selenkonzentration in sauren Böden war in stärkerem Ausmaß von der Kornzusammensetzung des Bodens abhängig als im Fall von Böden der alkalischen Reaktion.
3. Die geringsten Mengen an Selen wiesen in leichten Böden angebaute Weizen (Körner und Stroh), Kartoffeln, Stoppelrüben und Zuckerrüben (Wurzeln) auf. Den höchsten Gehalt an Selen hatten Gerstenkörner und langjährige Gräser, die in schweren Böden lymnoglazialen Ursprungs angebaut wurden.
4. Selenkonzentration in Pflanzen hängt nicht nur von der Selenkonzentration im Boden ab, sondern auch von dem Ursprung und dem Säuregrad des Bodens.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass es in litauischen Böden an Selen mangelt, was auch eine geringe Selenkonzentration in vielen litauischen Futtermitteln zur Folge hat. Selenkonzentration in den Futterrationen für Kälber in machen Orten Litauens nähert sich der kritischen Grenze (Weißmuskelkrankheitsrisiko) (Juraitis, V., Kulpys, J., 2003).

Unter dem territorialen Aspekt wurden die höchsten Selenmengen in den Pflanzenfuttermitteln bestimmt, die in Südwesten Litauens (Rumokai; 0,028-0,093 mg·kg^{-1} TS) sowie in Mittellitauen (Kaunas, Dotnuva; 0,019-0,043 mg·kg^{-1} TS) angebaut wurden (Abb. 1).

Abbildung 1: Ortschaften von Bodenproben.

Literatur

1. Amweg E.L., Stuart D.L., Weston D.P. (2003). Comparative bioavailability of selenium to aquatic organisms after biological treatment of agricultural drainage water // Aquatic Toxicology. Vol. 63. P.13-25
2. Antanaitis A., Lubytė J., Matusevičius K., Antanaitis Š. Selenium Content in Some Soils of Middle Lithuania./Proceedings "Achievements and tasks of soil science and plant nutrition in the course of integration into the EU" Conference./Kaunas, 2003, P. 69.
3. Haygarth P.M., Harrison A.F., Jons K.C. Plant selenium from soil and the atmosphere. /Journal Environment Quality. – 1995, -24 No.4 – P. 768-771.
4. Huang P.M., Fuji R. Selenium and Arsenic. Soil Sodiety of America and American Society of Agronomy /677S. Segve Rd., Madison, WI 53711, USA. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods – SSSA Book Series no.5, 1996 P. 793 – 811.
5. Juraitis V., Kulpys J. Content of Trece Element Selenium in Fodder for Calves and it's Effect on Calves Organism./Proceedings "Achievements and tasks of soil science and plant nutrition in the course of integration into the EU" Conference./Kaunas, 2003, P.31.
6. Sillapa M. Status of cadmium, lead and selenium in soils and plants of thirty countries./FAO Soils Bull. – 1992, - No. 65. C.III-XII, P.1-195.
7. Windisch W. Spurelementenbedarf und-Versorgung von Milchkühen mit höheren Leistungen./Tagungs Band von Internation. Tagung "Der Beitrag der Tierernährung für die Entwicklung der konvertionellen und ökologischen Tierproduktion in Litauen" /Kaunas, 2004. P. 20-23.

Anschrift der Autoren

Doz. Dr. Jurgis Kulpys
Doz. Dr. Vytautas Juraitis
Litauische Veterinärmedizinische Akademie
Tilžės Str., LT-47181 Kaunas, Litauen
e-Mail: vita.svedaite@lva.lt

Dr. Antanas Antanaitis
Dr. Šarūnas Antanaitis
Institut für Bodenkunde Litauen
Savanorių Str. 287, LT-3009 Kaunas, Litauen
e-Mail: sarunas@lzi.lt

Effect of inorganic and organic selenium overdose on glutathione redox system in broiler chicken

KRISZTIÁN BALOGH, MÁRIA WEBER, MÁRTA ERDÉLYI and MIKLÓS MÉZES
Szent István University, Hungary

Introduction

Selenium, as part of several selenoenzymes, is essential trace element for animals, but also toxic when supplementation is beyond the requirement. In feeds it can be found both in inorganic and organic forms. Feeds from plant origin, and also yeast products mainly contain selenomethionine (Whanger, 2002), while selenite is most commonly used as feed supplement.

Selenite first undergoes a thiol-dependent reduction to form selenide and then it is converted into selenocysteine in the animals (Stadtman, 1996). During the first reduction process selenite interacts with cellular sulfhydryls, mainly with reduced gluthatione (Yan and Spallholz, 1993), while formation of reactive oxygen species is also demonstrated in a cell free system (Seko et al., 1989).

Glutathione (GSH) is a thiol antioxidant ubiquitous in cells, which has a fundamental role in the detoxification of xenobiotics and free radicals (DeLeve and Kaplowitz, 1991), so among the components of the glutathione system it is one of the most sensitive indicators of oxidative stress (Troncoso et al., 1997).

Reduced glutathione is also co-substrate of the selenium-dependent glutathione peroxidases which eliminate the harmful peroxides (hydrogen peroxide or organic peroxides) to form their corresponding alcohols or water (Erdélyi et al., 1999).

The objective of the present study was to investigate the effect of an inorganic (sodium selenite) and an organic selenium source (seleno-DL-methionine) on lipidperoxidation processes and on the amount of some components of the antioxidant defense mechanism (reduced glutathione) and on the activity of glutathione peroxidase in broiler chickens.

Materials and Methods

The study was conducted as two experiments: in Experiment A Tetra H broiler cockerels (3 weeks old, n=40) were used, and the treated group (n=20) received excess dietary selenium in feed as seleno-DL-methionine (24.3 mg Se/kg feed) (Sigma, St. Louis, MO). In Experiment B Tetra H broiler cockerels (4 weeks old, n=60) were used, and the treated group (n=20) received sodium selenite (Sigma, St. Louis, MO) supplementation in feed (24.3 mg Se/kg feed). In Experiment B a 'pair-fed control group' (n=20) was also used. Otherwise the experimental design was the same for both experiment.

The control groups received broiler starter diet which contained 0.12 mg Se/kg feed. Feed and drinking water were provided ad libitum (expect the 'pair-fed control group', which received the same amount of feed that the consumption of the treated group was).

Five animals were exterminated from the control group at the start of the experiment, followed by extermination of 5 animals from each group in the 24th, 48th, 72nd, 96th hour. Blood and liver samples were collected at extermination.

Blood samples were stored at cooled place (+4 °C) then the plasma was separated from the blood cells with centrifugation.

The red blood cells were lyised with deionized water (ratio 1:9).

Small amount of the liver samples (0.5 g) were homogenized in 0.65% NaCl at a volume ratio of 1:9 (w/v). All the samples were stored at -20 °C until farther analysis.

For determination of malonyldialdehyde concentration in the blood samples, the method of Placer et al. (1966) and in case of liver samples the method of Mihara et al. (1980) was used.

The glutathione-peroxidase activity was measured with the method of Matkovics et al. (1988).

For determination of protein content in case of the plasma and the red blood cell hemolysate the Biuret method was used (Weichselbaum, 1948). Total protein concentrations in the liver samples were determined according to the method of Lowry et al. (1951), using bovine serum albumin as standard.

The glutathione concentration was measured with the method of Sedlak and Lindsay (1968).

Student's t-test was used to determine the significance of the differences between control and treated groups.

Results and Discussion

The average daily feed intake of the treated groups dropped remarkable compared to the control groups, on the 3rd and 4th day of the experiment approximate to 35-45% of the control (Table 1). The reduction of feed intake also resulted a drop of selenium intake of the treated groups (Table 1).

At the applied dose of selenium sodium selenite caused 5% mortality, while no mortality was observed in the 'SeMet group'.

Table 1. The average daily feed (g) and selenium (mg) intake (in parentheses) of the animals during the experimental period

Experiment A	1st day	2nd day	3rd day	4th day
Control	50.0 (0.01)	63.3 (0.01)	64.0 (0.01)	74.0 (0.01)
SeMet	40.0 (0.97)	26.7 (0.65)	23.0 (0.56)	28.0 (0.68)
Experiment B				
Control	70.0 (0.01)	73.3 (0.01)	90.0 (0.01)	100.0 (0.01)
Sodium selenite	69.8 (1.69)	44.7 (1.08)	41.0 (1.00)	40.0 (0.97)
Pair-fed control	69.8 (0.01)	44.7 (0.01)	41.0 (0.01)	40.0 (0.01)

Red blood cell hemolysate

In the 'SeMet group' the reduced glutathione concentration was significantly higher at 24th hour ($P<0.05$) and significantly lower at 72nd hour ($P<0.05$) compared to control (Table 2). The glutathione peroxidase activity and the malondialdehyde concentration of the 'SeMet group' did not altered significantly.

In the 'Selenite group' no significant changes were found in the reduced glutathione concentration and in the glutathione peroxidase activity, while the malondialdehyde concentration was significantly lower at 24th hour ($P<0.01$) than in the control group (Table 2).

In the 'pair-fed group' significantly higher reduced glutathione concentration was found at 72nd hour. The glutathione peroxidase activity of the pair-fed group was significantly higher ($P<0.05$) at 24th and 72nd hour, while at 48th hour it was below ($P<0.05$) the control (Table 2).

Table 2. Effect of excees selenium on the glutathione and malondialdehyde concentration and on the glutathione peroxidase activity in red blood cell hemolysate (mean+S.D., n=5)

	GSH (µmol/g protein)					GSHPx (U/g protein)					MDA (nmol/ml)				
	Start Point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour	Start point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour	Start point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour
							Experiment A								
Control	6.36 ±1.56	9.38 ±3.03	7.66 ±2.66	13.51 ±3.11	12.70 ±5.39	4.73 ±1.73	5.59 ±1.55	3.05 ±0.90	7.32 ±1.84	4.70 ±1.84	4.16 ±1.06	5.21 ±1.64	3.55 ±0.83	3.03 ±0.84	3.25 ±0.37
SeMet		12.47 ±1.54 *	6.77 ±2.00	8.57 ±2.66 *	13.24 ±6.03		5.97 ±1.51	3.66 ±1.44	5.00 ±3.34	6.14 ±1.54		3.87 ±1.43	4.56 ±1.98	3.73 ±2.65	3.55 ±1.64
							Experiment B								
Control	6.64 ±2.66	7.63 ±2.90	7.41 ±2.83	8.16 ±0.89	11.42 ±4.85	6.16 ±2.12	5.28 ±1.58	6.02 ±1.05	5.62 ±0.85	7.81 ±2.61	10.34 ±2.86	6.37 ±0.86	8.73 ±1.87	8.96 ±2.67	6.89 ±0.49
Selenite		9.45 ±0.87	9.93 ±0.78	9.83 ±2.05	14.36 ±5.01		7.05 ±0.69	7.47 ±1.58	5.46 ±0.94	8.46 ±2.82		4.64 ±0.44 **	10.43 ±1.37	11.25 ±1.87	6.53 ±1.07
Pair-fed		9.98 ±2.77	6.44 ±1.97	13.63 ±2.42 **	14.73 ±1.55		9.26 ±3.06 *	4.12 ±0.93 *	8.97 ±2.06 *	10.27 ±1.90		7.35 ±2.97	8.07 ±0.99	5.98 ±0.87	6.68 ±2.25

Blood plasma

In the 'SeMet group' the reduced glutathione concentration was significantly lower at 24th hour ($P<0.05$), but at 72nd and 96th hour it exceed significantly the control (Table 3). Analogous to the changes in the reduced glutathione concentration, significantly lower glutathione peroxidase activity was measured at 24th hour ($P<0.01$), and it was significantly higher at 72nd hour ($P<0.05$) as compared the control (Table 3.)

The malondialdehyde concentration of the 'SeMet group' did not altered significantly.

In the 'Selenite group' significantly higher reduced glutathione concentration was found at the 48th and 72nd hour compared to the control. On and after the 48th hour the glutathione peroxidase activity of the 'Selenite group' exceed the control.

In the malondialdehyde concentration of the 'Selenite group' no significant alterations were found (Table 3).

In the 'pair-fed group' the reduced glutathione concentration was significantly lower ($P<0.001$) at the 96th hour than the control. This result might be the consequence of the well known negative effect of fasting (Mézes and Oppel, 1995) on the glutathione synthesis in avian species.

The glutathione peroxidase activity of the 'pair-fed group' was significantly lower ($P<0.05$) at the 24th hour compared to the control. From the 48th hour the malondialdehyde concentration was higher (significantly at 48th and 72nd hour) than the control (Table 3).

Table 3. Effect of excess selenium on the glutathione and malondialdehyde concentration and on the glutathione peroxidase activity in blood plasma (mean+S.D., n=5)

	GSH (µmol/g protein)					GSHPx (U/g protein)					MDA (nmol/ml)				
	Start point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour	Start point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour	Start Point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour
Experiment A															
Control	7.38 ±1.98	5.60 ±0.71	4.80 ±1.21	3.86 ±0.72	4.17 ±1.65	11.48 ±2.52	9.14 ±1.48	8.62 ±1.75	6.55 ±1.38	6.97 ±2.69	1.95 ±0.83	2.05 ±0.86	1.31 ±0.80	2.80 ±2.31	1.80 ±0.71
Se Met		3.94 ±0.26 *	4.75 ±1.00	6.35 ±0.77 **	6.89 ±1.58 *		5.82 ±0.66 **	6.71 ±1.39	9.03 ±1.01 *	8.19 ±1.01		1.92 ±0.62	1.72 ±1.13	4.70 ±1.26	3.03 ±2.29
Experiment B															
Control	4.09 ±0.23	5.18 ±1.10	4.96 ±0.49	4.55 ±0.39	7.54 ±1.00	6.53 ±0.72	9.42 ±1.41	7.70 ±0.57	6.83 ±0.85	9.01 ±1.99	1.49 ±0.89	2.28 ±0.45	1.46 ±0.90	2.06 ±0.48	3.09 ±0.91
Selenite		5.05 ±1.48	5.80 ±0.28 *	8.19 ±2.02 *	7.01 ±1.03		8.29 ±2.27	8.80 ±0.67 *	10.63 ±2.74	9.74 ±0.97		2.18 ±0.11	1.67 ±0.58	1.60 ±0.21	2.52 ±0.69
Pair-fed		3.95 ±0.34	5.91 ±1.73	5.53 ±1.03	4.25 ±0.52 ***		6.18 ±0.87 *	8.11 ±2.24	7.77 ±1.91	8.50 ±3.48		2.19 ±0.34	2.92 ±0.35 *	3.39 ±0.62 **	4.04 ±1.97

Liver

In the 'SeMet group' elevated reduced glutathione concentration ($P<0.05$ at 96th hour) and glutathione peroxidase activity ($P<0.05$ at 48th hour) was measured during the whole experimental period compared to the control (Table 4).

The malondialdehyde concentration of the 'SeMet group' was also higher than the control during the whole experiment ($P<0.01$ at 96th hour).

The increase of the glutathione peroxidase activity and the malondialdehyde concentration during the experiment are in line with the results of Hoffman et al. (1989), but contrary to the above mentioned study in the present experiment owing to the excess selenomethionine the glutathione content did not decrease.

In the 'Selenite group' significantly higher reduced glutathione concentration and glutathione peroxidase activity was measured at the 48th and 96th hour compared to the control. In the malondialdehyde concentration of the 'Selenite group' no significant alterations were found (Table 4).

LeBoeuf et al. (1985) described that selenium in feed (3-6 mg/kg) as sodium selenite caused dose-dependent increase in hepatic GSH concentration of rats. Hoffman et al. (1989) also found elevated glutathione concentration in liver of mallard ducklings.

In the present experiment the expected increase of malondialdehyde concentration /as it is reported in rats by Dougherty and Hoeksra (1982), and in mallard ducklings by Hoffman et al. (1989)/ did not befall.

In the 'pair-fed group' the reduced glutathione concentration was significantly lower at 72nd hour than the control.

In the glutathione peroxidase activity and in the malondialdehyde concentration of the 'pair-fed group' no significant alterations were found (Table 4).

Table 4. Effect of excess selenium on the glutathione and malondialdehyde concentration and on the glutathione peroxidase activity in liver homogenate (mean+S.D., n=5)

	GSH (µmol/g protein)					GSHPx (U/g protein)					MDA (µmol/g)				
	Start point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour	Start point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour	Start point	24th hour	48th hour	72nd hour	96th hour
							Experiment A								
Control	1.87 ±0.36	1.79 ±0.37	2.08 ±0.18	3.11 ±0.15	1.79 ±0.51	1.40 ±0.55	1.50 ±0.42	1.91 ±0.27	3.05 ±0.46	1.82 ±0.63	7.85 ±1.82	4.45 ±1.77	4.31 ±1.95	10.83 ±0.34	6.30 ±2.89
Se Met		2.51 ±1.00	3.37 ±1.28	3.83 ±1.49	3.52 ±1.04 *		2.05 ±0.93	2.74 ±0.66 *	3.36 ±0.75	2.73 ±1.09		7.08 ±2.06	9.20 ±4.62	14.71 ±3.48	12.06 ±0.71 **
							Experiment B								
Control	2.02 ±0.24	1.78 ±0.37	1.83 ±0.17	2.05 ±0.52	1.64 ±0.38	1.21 ±0.39	1.24 ±0.32	1.06 ±0.21	1.34 ±0.52	1.13 ±0.30	7.62 ±0.58	7.75 ±2.91	8.09 ±2.96	8.10 ±1.52	6.34 ±2.68
Selenite		2.73 ±0.87	3.22 ±0.51 **	2.69 ±1.32	2.39 ±0.47 *		1.98 ±0.84	2.27 ±0.96 *	1.97 ±1.00	1.92 ±0.48 *		8.96 ±0.59	8.57 ±2.19	7.74 ±3.20	6.17 ±1.26
Pair-fed		1.69 ±0.28	1.82 ±0.61	1.34 ±0.27 *	1.50 ±0.21		1.04 ±0.20	1.15 ±0.45	0.89 ±0.24	1.18 ±0.26		7.29 ±0.99	6.70 ±1.99	7.21 ±3.34	8.14 ±3.98

Conclusions

Our results demonstrate that the reduced feed intake of both treated groups did not have marked effect on the malondialdehyde concentration of the blood plasma.

If the reduced feed intake consociate with increased selenium intake the glutathione depletory effect of fasting did not occur.

According to the results of the present study selenium overdose in organic form stimulated lipid peroxidation in the liver of broiler chicken as it is indicated by the elevated malondialdehyde concentration. Contraty, the applied dose of selenite does not inhibit, but even improves the activity of glutathione redox system in the liver of broiler chicken.

Abstract

Selenium is an essential trace element for animals, but also toxic when supplementation is beyond the requirement.

In the present experiment effects of supranutritional inorganic (sodium selenite; Experiment A) and organic selenium (selenomethionine (SeMet); Experiment B) supplementation (added to the feed in concentration of 24.3 mg/kg) was studied in pair-fed chickens (n=100) at 21 days of age. Animals (n=5/group) were exterminated daily during the 5 days of the experiment. Concentration of malondialdehyde (MDA), reduced glutathione (GSH) and protein also activity of glutathione peroxidase (GSHPx) were measured in blood plasma, red blood cell (RBC) 1:9 hemolysate and 10,000 g supernatant fraction of liver 1:9 homogenate.

Voluntary feed intake in the two treated groups reduced dramatically. Significantly elevated blood plasma GSH concentration was measured in both treated group. GSH content and GSHPx activity in the liver were significantly higher in each control group, than the control one. In MDA content of liver homogenate of selenite treated group no significant alteration was found, while in the SeMet group it was higher than the control.

The results suggest that the applied dose of selenite does not inhibit, but even improves the activity of glutathione redox system in the liver.

References

1. DeLeve, L.D., Kaplowitz, N. (1991): Glutathione metabolism and its role in hepatotoxicity. Pharmacol. Ther. 52. 287-305.
2. Dougherty, J.J., Hoekstra, W.G. (1982): Stimulation of lipid peroxidation in vivo by injected selenite and lack of stimulation by selenate. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 169. 209-215.
3. Erdélyi, M., Mézes, M., Virág, Gy. (1999): Selenium-dependent glutathione peroxidase enzymes in the animals. I. Structure, function and regulation (In Hungarian). Biokémia 23. 82-88.
4. Hoffman, D.J., Heinz, G.H., Krynitsky, A.J. (1989): Hepatic glutathione metabolism and lipid peroxidation response to excess dietary selenomethionine and selenite in mallard ducklings. J. Toxicol. Environm. Health 27. 263-271.
5. LeBoeuf, R.A., Zentr, K.L., Hoekstra, W.G. (1985): Effects of dietary selenium concentration and duration of selenium feeding on hepatic glutathione concentrations in rats. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 180. 348-352.
6. Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. (1951): Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193. 265- 275.
7. Matkovics, B., Szabó, L., Sz. Varga, I. (1988): Lipidperoxidáció és redukált glutation anyagcsere enzimek aktivitás meghatározása biológiai mintákban. Lab. Diagn. 15. 248-250.
8. Mézes, M., Oppel, K. (1995): The glutathione depleting effect of feed deprivation in the blood plasma and liver of domestic fowl. Bull. Univ. Agric. Sci. Gödöllő 1993-1994. pp. 63-68.
9. Mihara, M., Uchiyama, M., Fukuzawa, K. (1980): Thiobarbituric acid value of fresh homogenate of rat as parameter of lipid peroxidation in ageing, CCl_4 intoxication and vitamin E deficiency. Biochem. Med. 23. 302-311.
10. Placer, Z. A., Cushman, L. L., Johnson, B. C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyldialdehyde) in biochemical systems. Anal. Biochem. 16. 359-364.
11. Sedlak, I., Lindsay, R. H. (1968): Estimation of total, protein-bound and non-protein sulfhydryl groups in tissues with Ellmann's reagent. Anal. Biochem. 25. 192-205.

12. Seko, Y., Saito, Y., Kitahara, J., Imura, N. (1989): Active oxygen generation by the reaction of selenite with reduced glutathione in vitro. In: Wendel A. ed.: Selenium in biology and medicine. Springer, Berlin. pp. 70-73.

13. Stadtman, T.C. (1996): Selenocysteine. Annu. Rev. Biochem. 65. 83-100.

14. Troncoso, P., Smok, G., Videla, L.A. (1997): Potentiation of ischemia-reperfusion liver injury by hiperthyroidism in the rat. Free. Rad. Biol. Med. 23. 19-25.

15. Weichselbaum, T. E. (1948): An accurate and rapid method for the determination of protein in small amounts of serum and plasma. Am. J. Clin. Pathol. 16. 40-43.

16. Whanger, P.D. (2002): Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. J. Am. Coll. Nutr. 21, 223-232.

17. Yan, L., Spallholz, J.E. (1993): Generation of reactive oxygen species from the reaction of selenium compounds with thiols and mammary tumor cells. Biochem. Pharmacol. 45, 429-437.

Address of authors

Krisztián Balogh, Mária Weber, Márta Erdélyi and Miklós Mézes
Department of Nutrition
Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
Szent István University
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary
e-mail: Balogh.Krisztian@mkk.szie.hu

Die Wirkung des Mykotoxins T-2 Toxin auf die Lipidperoxidation, das Glutathion-Redoxsystem und den Antikörper-Titer der Newcastle-Disease beim Broiler

MARIA WEBER, KRISZTIÁN BALOGH, MÁRTA ERDÉLYI und MIKLÓS MÉZES
Szent István Universität Gödöllő, Ungarn

Einleitung

Biologisch aktiv Stoffe erhalten neben die andere Nährstoffe (Protein, Fett, Kohlenhydrat, Rohstoff, Mikrostoffe) eine wichtige Rolle. Sie beeinflussen den Metabolismus des oben Erwähnten. Von denen können verschiedene Gruppen von Verbindungen hervorragende Bedeutung haben, die auf den Körper toxisch sind. Die Trichothecen-Mycotoxine stehen wegen ihrer Häufigkeit und Vielfältigkeit seit Jahren im Mittelpunkt des Interesses (Leeson et al., 1995).

Die Mycotoxine sind solche Produkte des Sekundärmetabolismus von Fadenpilzen, die beim Eindringen in Wirbeltiere und anderen Tiere Gegenreaktion hervorrufen. Manche Mycotoxine verfügen über mehrseitige Wirkungen: Sie sind phytotoxisch, bakterizid und toxisch auch auf die Tiere (Bennet, 1987. in Tóth, 1993).

Neben der Feststellung ihrer toxischen Wirkung kennen wir ihren genaueren Wirkungsmechanismus aber noch nicht völlig. Außerdem stehen Informationen nur teilweise darüber zur Verfügung, auf welche Art die Symptome der Trichothecen-Mykotoxine, bzw. deren Gewichtigkeit bei den einzigen Tierarten (beim Broiler) durch weitere Fütterungswirkungen, durch die Anwesenheit oder den Mangel einiger Stoffe (Vitaminergänzung, Vakzinierung) beeinflusst werden.

Die Pilze der Gattung Fusarium produzieren bei günstiger Umgebung sekundäre Metabolite (Mycotoxinen), die zu Trichothecen-Mycotoxinen gehören. Das von uns untersuchte T-2 Toxin gehört auch zur Gruppe der Trichothecen-Mykotoxine.

Nach zahlreichen, früheren Angaben der Fachliteratur wird das Immunsystem und die Wirksamkeit der Antikörperproduktion nach Vakzinierung gehindert, wenn das Tierfutter durch Trichothecen-Mykotoxine belastet ist. Seine immunsupressive und immundepressive Wirkung wurde auch erwiesen. Zufolge der hindernde Wirkung auf Initiatio, Elongatio und Terminatio (es wurde in Verbindung mit den oben Geschriebenen geforscht) hindern sie das Eiweißsynthese (Ueno et al., 1993).

Trichothecen-Mycotoxinen aktivieren die Intensität der Lipidperoxidationsprozesse. Dadurch vermindern sie die Funktion des Antioxidanssystems (Surai et al., 2002) und erlangen eine hohe Vielfältigkeit. Laut der Angaben der Fachliteratur (Surai, 2002) ist es nicht eindeutig, ob die Mykotoxine (und daraus z.B. das T-2 Toxin) ihre Wirkung auf die Intensität der Lipidperoxidationsprozesse unmittelbar durch Bildung von freien Radikalen ausüben, oder die Empfindlichkeit der Zellen bzw. der Gewebe der Lipidperoxidation gegenüber indirekt durch ihre Wirkung auf das antioxidative Schutzsystem erhöhen. Einige Glieder des Antioxidationssytems reagieren nämlich auf verschiedene Weise auf das T-2 Toxin, abhängig von der angewendeten Menge bzw. der Zeitraum der Behandlung (Surai, 2002).Laut der früheren Angaben unserer Forschungsgruppe (Mézes et al., 1998) nahmen wir an, dass Toxin T-2 schon in außerordentlich niedriger Menge auf Glutathion-Redoxsystem wirkt, andere Forscher haben auch die bedeutende Steigerung (Dvorska und Surai, 2001), bzw. bei niedrigerer Menge unverändertes Maß der Lipidperoxidationsprozesse bewiesen (Hoechler und Marquardt, 1996).

Im zahlreichen Fall ist es schon vorgekommen, dass Tiere mit Mycotoxinen belastete Tierfutter erhalten haben. Wenn das Futter Mycotoxine nur in niedriger Menge enthielt, zeigen die Tiere manchmal keinen klinischen Symptomen, aber die biochemische und die Lipidperoxidationsprozesse werden auch in diesem Fall beeinflusst (Smith, 1981; Mézes et al., 1998).

Das Ziel von unserem Versuch war festzustellen, wie die Lipidperoxidationsprozesse, das Antioxidationssystem und das Immunsystem beeinflusst wird, wenn die Tiere durch mit Toxin T2 belastete Futter gefüttert und durch geschwächte Krankheitserreger vakziniert werden.

Material und Methoden

In einem subchronischen Versuch prüften wir die Wirkung des Fusariotoxins T-2 mit ROSS 308 Hahnhybriden. Die Kontrollgruppen (1. Gruppe) erhielten T-2-Toxin-freies Futter. Während des Versuchs nahmen die Tiere 2 mg T-2 Toxin mit jedem Kilogramm Futter auf (2. und 4. Gruppe). Die Gruppen 3 und 4 wurden zusätzlich gegen Newcastle Disease durch in die Augen getropfte, geschwächte Erreger vakziniert (Nobilis ND Clone 30®, Intervet, Boxmeer). Die Probennahme erfolgte an den Tagen 3, 7 und 14 und wurden das Malondialdehyd- (MDA) (Placer et al., 1966) und das reduzierte Glutathion- (GSH) (Sedlak et al., 1968) Gehalt des Blutplasmas, Lebers, Niere, Milzes und des Erythrozytenhämolysates, sowie die Glutathion Peroxidase- (GSHPx) Aktivität (Matkovics et al., 1988) bestimmt. Letztere wurde an den Eiweißgehalt der Probe (Biuret (Weichselbaum, 1948), Folin-fenol (Lowry et al., 1952)) korrigiert.

Ergebnisse

Die in der Fachliteratur beschriebene negative Wirkung der Toxinbelastung auf Körpergewicht und Futteraufnahme konnte in diesem Versuch nicht bestätigt werden. Klinische Symptome zeigten sich bei den Gruppen 2 und 4 in Form von Enteritis, bei den Gruppen 3 und 4 Diarrhö, wobei der Faeces schwarz verfärbt war.

Tabelle 1. Diarrhö unter den Tieren

Tag der Probenahme	*Kontrolle (1.)*	*toxinbelastet (2.)*	*vakziniert (3.)*	*toxinbelastet +vakziniert (4.)*
3.	0 %	0 %	0 %	0 %
7.	0 %	100 %	0 %	40 %
14.	0 %	100 %	0 %	20 %

Infolge der Toxinbelastung und der Vakzinisierung war die GSHPx-Aktivität (Tabelle 2) im Blutplasma signifikant verringert an den Tagen 7 und 14, im Erythrozytenhämolysat an allen drei Untersuchungstagen. In der Leber zeigten sich signifikante Unterschiede in verschiedenen Zeitpunkten. Nur am letzten Untersuchungstag gab es bei der GSHPx-Aktivität auch bei Nieren- und Milzhomogenisat Unterschiede.

Tabelle 2: GSHPx-Aktivität

Blutplasma	*Kontrolle*		*toxinbelastet*		*vakziniert*		*toxinbelastet + vakziniert*	
	M.wert	s	Mw.	s	Mw.	s	Mw.	s
3	8,03	±0,85	8,35	±0,82	7,43	±1,09	7,52	±1,33
7	7,04	±0,80	8,22[a]	±1,27	6,53[a]	±0,59	7,70[a]	±0,71
14	7,17[c]	±0,38	7,93[a]	±1,49	6,03[ac]	±0,51	9,27	±3,17
Erythr. Häm.								
3	9,95[c]	±1,24	8,93[b]	±0,71	5,93[bc]	±1,18	5,81[bc]	±1,15
7	8,54[b]	±1,68	10,50[bc]	±1,27	6,79[b]	±1,09	4,99[cb]	±1,54
14	9,36[a]	±1,54	10,52[ab]	±2,30	6,55[a]	±1,64	6,10[ab]	±0,93
Leber								
3	1,99[b]	±0,70	4,22[b]	±0,95	1,98[b]	±0,52	1,49[b]	±0,20
7	2,10[c]	±0,67	4,22[c]	±0,51	1,59[c]	±0,41	1,47[c]	±0,28
14	3,60[c]	±0,17	4,10[bc]	±0,76	1,50[c]	±0,49	1,59[b]	±0,81
Milz								
3	1,64	±0,30	1,48	±0,42	1,32	±0,23	1,51	±0,15
7	1,28	±0,67	1,23	±0,52	1,41	±0,04	1,48	±0,22
14	2,06[ab]	±0,26	1,24[ab]	±0,35	1,66[a]	±0,27	1,94[a]	±0,46
Niere								
3	1,72a	±0,30	2,27a	±0,12	2,21	±0,84	2,12	±0,40
7	1,54	±0,37	1,52	±0,64	1,83	±0,33	1,83	±0,40
14	1,59[b]	±0,46	2,60[ab]	±0,12	2,18[a]	±0,33	1,83[b]	±0,37

Tabelle 3: GSH-Konzentration

Blutplasma	*Kontrolle*		*toxinbelastet*		*vakziniert*		*toxinbelastet + vakziniert*	
	M.wert	s	Mw.	s	Mw.	s	Mw.	s
3	5,46	±0,24	6,29	±0,99	5,72	±0,79	5,46	±0,43
7	5,18	±0,70	6,35[a]	±0,91	4,90[a]	±0,29	6,13[a]	±0,82
14	5,28	±0,48	6,35	±1,72	4,87	±0,32	6,31	±1,59
Erythr. Häm.								
3	17,27[a]	±3,47	17,74[c]	±1,95	10,83[a]	±1,32	11,71[ac]	±1,80
7	15,95[ab]	±1,74	19,48[abc]	±1,48	11,04[a]	±3,60	9,82[bc]	±2,61
14	17,56[a]	±3,72	22,39[a]	±4,28	11,54[a]	±1,32	14,03[a]	±4,59
Leber								
3	1,78[b]	±0,62	4,48[b]	±0,96	1,94[b]	±0,44	1,74[b]	±0,22
7	2,08[c]	±0,70	4,41[c]	±0,55	1,44[c]	±0,40	1,75[c]	±0,30
14	3,84[bc]	±0,09	4,07[b]	±0,93	1,49[bc]	±0,35	1,94[b]	±0,86
Milz								
3	2,04[ab]	±0,36	1,82	±0,52	1,33[b]	±0,28	1,54[a]	±0,15
7	2,17[bc]	±0,21	1,63[ab]	±0,12	1,35[ac]	±0,16	1,35[c]	±0,28
14	2,21[ab]	±0,34	1,42[b]	±0,17	1,46[b]	±0,34	1,60[a]	±0,37
Niere								
3	1,78	±0,24	2,02	±0,45	2,37	±0,74	2,42	±0,55
7	1,86	±0,43	2,30	±0,26	1,78	±0,53	1,93	±0,33
14	2,05[a]	±0,21	2,65[ab]	±0,37	2,27	±0,57	1,90[b]	±0,26

Nach der Veränderungen in GSHPx-Aktivität reagieren die Gewebe folgenderweise: Leber >Erythrozytenhämolysat > Nieren> Blutplasma >Milzhomogenisat.

Tabelle 4: MDA-Gehalt

Blutplasma	*Kontrolle*		*toxinbelastet*		*vakziniert*		*toxinbelastet + vakziniert*	
	M.wert	s	Mw.	s	Mw.	s	Mw.	s
3	0,56	±0,10	0,51[a]	±0,14	0,58[a]	±0,03	0,50	±0,04
7	0,52	±0,04	0,54	±0,06	0,59	±0,05	0,57	±0,06
14	0,61[a]	±0,10	0,59[a]	±0,09	0,62	±0,17	0,44[a]	±0,10
Erythr. Häm.								
3	1,18[b]	±0,09	1,16[b]	±0,06	1,17[b]	±0,08	0,91[b]	±0,14
7	1,12[a]	±0,07	1,18[a]	±0,12	1,04[a]	±0,07	0,99[a]	±0,04
14	1,20[a]	±0,04	1,16[a]	±0,08	1,07[a]	±0,10	0,99[a]	±0,07
Leber								
3	1,40[bc]	±0,39	1,89[c]	±0,30	4,11[b]	±1,34	4,49[c]	±0,76
7	2,26[cb]	±0,41	2,66[ac]	±0,89	4,18[ac]	±0,58	5,54[abc]	±1,09
14	1,96[c]	±0,36	1,83b	±0,30	6,39[abc]	±1,50	3,30[a]	±1,93
Milz								
3	2,25[a]	±0,54	2,61[a]	±0,53	1,38[a]	±0,25	1,76	±0,38
7	2,62[b]	±0,42	2,22[a]	±0,50	1,58[ab]	±0,27	2,28	±0,80
14	2,82[a]	±0,54	2,06[a]	±0,34	1,97[a]	±0,27	1,92	±0,66
Niere								
3	3,49	±0,23	4,40	±0,66	3,32[a]	±0,72	4,49[a]	±0,83
7	2,81[a]	±0,63	4,56[a]	±1,26	3,59	±0,88	3,91[a]	±0,70
14	3,40	±0,78	3,25	±0,84	4,25	±0,85	4,37	±1,26

MDA (Tabelle 4) nahm im Leberhomogenisat während der 14-tägigen Fütterung zu, im Nieren-, Milzhomogenisat und Erythrozytenhämolysat ab. Im Blutplasma gab es keine Veränderungen zu beobachten.

Diskussion

Nach der Ergebnisse der Forschung kann man eine Reihenfolge unter den Organen feststellen. Im Fall von GSHPx : Leber >Erythrozytenhämolysat > Nieren> Blutplasma >Milzhomogenisat, bzw. bei GSH: Leber >Erythrozytenhämolysat > Blutplasma >Nieren>Milzhomogenisat. Die Reihenfolge Nieren>Blutplasma kann man teils damit erklären, dass in den Nieren das GSHPx Synthese intensiv ist, wovon GSHPx in Blutplasma gelingt. Bei GSH ist es genau gedreht: Die Nieren haben kein GSH-Synthese, der GSH-Metabolismus ist ziemlich schnell.

Die beobachteten Veränderungen weisen darauf hin, dass die klinische Symptome bei Toxinbelastung nach Vakzinierung gelinder werden. Weiterhin ist es festzustellen, dass die untersuchten Organe unterschiedlich auf Toxin- und Vaccinbelastung reagieren. In der Leber konnten diese Veränderungen stets als erstes, schnelles festgestellt werden.

Literatur

Dvorska, J.E., Surai, P.F. (2001): Effects of T-2 toxin, zeolite and Mycosorb on antioxidant systems of growing quail. Austr.-Australasian J. Anim. Sci. 14:1-6.

Hoechler, D. – Marquardt, R.R. – (1996): Influence of vitamins E and C on the toxic effects of ochratoxin A and T-2 toxin in chicks. Poult.Sci.75:1508-1515;

Leeson, S. – Diaz, G. – Summers, J.D. (1995):Poultry metabolic disorders and mycotoxins. University Books, Guelph;

Lowry, D. H., N. J. Rosenbrough, A.L. Farr, A.J. Randall, 1952: Protein measure-ment with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193, 265-272.

Matkovics, B., Szabó, L., Sz. Varga, I. (1988): Measurement of lipid peroxidation and the glutathione metabolism enzymes in biological samples (In Hungarian). Laboratóriumi Diagnosztika 15, 248-250.

Mézes, M, Barta M., Nagy G. (1998): Comparative investigation on the effect of T-2 mycotoxin on lipid peroxidation and antioxidant status in different poultry species.

Placer, Z.A., Cushman, L.L., Johnson, B.C. (1966): Estimation of product of lipid peroxidation (malonyldialdehyde) in biochemical systems. Anal. Biochem. 16, 359-364.

Res. Vet. Sci. 66: 19-23.

Sedlak, I., Lindsay, R.H. (1968): Estimation of total, protein-bound and non-protein sulfhydryl groups in tissues with Ellmann's reagent. Anal. Biochem. 25, 192-205.

Smith, B. J. - Holladay, S. D. - Blaylock, B. L. (1994): Hematopoietic alterations after exposure to T-2 mycotoxin Toxicon 32: 1115-1123

Surai, P.F. (2002): Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham University Press, Nottingham, pp. 455-510.

Surai, P.F., Dvorska,J.E., Sparks,N.H.C., Jaques, K.A. (2002): Impact of mycotoxins on the body's antioxidant defence. In: Lyons T.P., K..A Jaques eds: Nutritional biotechnology in the feed and food industries. Nottigham Univ. Press, Nottingham, pp. 131-142.

Ueno, Y. - Nakajima, M. - Sakai, K. - Ishii, K. - Sato, N. - Shimada, N. (1973): Comparative toxicity of trichotecene mycotoxins: Inhibition of protein synthesis in animal cells J. Biochem. 74:285-292

Weichselbaum, T. E. 1946: An accurate and rapid method for the determination of protein in small amounts of serum and plasma. Am. J. Clin. Pathol. 16, 40-43.

Adresse der korrespondierenden Autorin:

Dr. Maria Kovács-Weber
Lehrstuhl für Tierernährung
Fakultät für Agrar- und Umweltwissenschaften
Szent István Universität H-2103 Gödöllő Páter K. Str. 1.
e-mail: weber.maria@mkk.szie.hu

Perspectives in the evaluation of feeding results of farm animals by the biologic model of growth

LUDVIK NOVAK
Emeritus professor of physiology, Brno, Czech Republic.

Introduction

Precise feeding of husbandry animals depends on many variables. For instance it is the digestibility of the TMR components, the maintenance care, the veterinary care and the conditions of animal welfare. Mainly during the outdoor rising of animals, the local climate and the amount of muscular work needed to get the appropriate amount of pasture, dissipates a real amount of energy which otherwise, the animal could use to the increase of its body mass. Our recent contribution (Novak 2003) was pointed to the simulation of the body mass growth by methods based on the mathematic interpretation of the growth curves constructed by direct exploitation of data currently available and controlled in the farming praxis. The body mass control is the most watched value. In this presentation we would like to give examples dealing with the solution of a current questions, the farmer has to resolve in taking a decision, what a gender, line or hybrid of animals could be for him the best choice. The standard genders body mass growth curves are the aids of the first help. However the growth of individual animals depends on conditions they do influence the expression of the animal's genotype, into the phenotype form. The course of the standard genders body mass growth curves is possible to calculate with the mathematic accuracy by means of three characteristic values. The first is the initial body mass (G_0), for instance the body mass at birth or the body mass value in the origin of the fattening period. Second characteristic value of genetic significance is the final body mass (G_{Li}), the selected animals gender line or hybrid has to reach in the state of its full sexual and physical development, called the genders standard value of body mass. The third characteristic value is the maximum body mass increase (dG_{max}) the animal is able to reach in the region of the inflection point of the growth curve.

Material and methods

Let us consider in the first example, the body mass growth in the line of pig hybrids characterized by the initial body mass, at birth G_0 = 1.5 kg, genetic determined final body mass G_{Li}=250kg and the average dG_{max} = 1.0 kg/d. All biologic values do have a certain degree of variability. The most probable variability is in the value of the maximum body mass increase. In general, also in the ad libitum feeding conditions, animal's appetite and the appetence limit its body mass increase. The deviation of the feed consumed, expressed either in the positive or in the negative sense, does influence the value of the maximum body mass increase dG_{max} which modulates the deviation of the growth curve against its average value. The changed growth curve than shifts the time in which the animal has to reach the slaughter body mass. (G_{sla}). The influence of deviation in any of the mentioned characteristic values in the selected animals gender, line or hybrid is easy today to simulate on the PC using the suitable type of a spreadsheet program.

Results and discussion

Calculated progression of the body mass growth curve (Fig. 1) correlates clearly with the drift of the dG_{max} peak values in various types of the pig's phenotype. Simultaneously the time needed to reach the slaughter body mass is changed. The variation of the time intervals needed to reach the slaughter body mass (G_{sla}), see (Fig. 1) are marked in bold. The graph form expresses this situation by the cross of the body mass curves with the abscissa delineated in the body mass level of 100 kg.

More complicated however is to answer the question, what is responsible for the partition of the net energy allotted as the net energy for the production of protein and fat (NEp), or the energy for maintenance (NEm).

Let us first try to elucidate our view relevant the question of net energy partition we do employ in the normed biologic model of growth BIOM N. As it follows from the block scheme (Fig. 2) The amount of energy entering into the process of its validation on the respiratory chain is the metabolizable energy (ME). Physic form of these substance are organic molecules build by deamination of amino acids they are left after the successful synthesis of the demanded amount of body proteins, than the amount of fatty acids and glucose molecules, the animal has gained by digestion of the consumed feed. With respect to today often-used term "the total mixed ration (TMR)" we do designate the daily-consumed amount of the feed by the code (CTMR, kg/d). In the calculation the metabolizable energy enters into the simulation process as the product of metabolizable energy density (SMEF, MJ/kg) of the fresh food with the amount of the fresh food consumed (CTMR).

After decarboxylation of he above-mentioned material into the citric acid cycle, the liberated hydrogen equivalents are in the presence of atmospheric oxygen oxidized to water and approximately 60% of the liberated energy is deposited in the high-energy bonds of adenosine triphosphate (ATP) molecules. The resting 40% of energy is dissipated in the form of heat. Only the high-energy bond of ATP can be used in biochemical reactions. The part of net energy for production (NEp), deposited into the synthesized protein is regulated in proportion to the body mass maturity. The rest of net energy for production is than deposited into the fat. However as it appears from the block diagram, the amount of ATP energy is also used as a net energy for maintenance (NEm), in the muscular work and other processes involved into the performance of vital functions. The volumes of net energy spend for vital function is however increased if the animal must compensate the impact of stressing factors. Inasmuch as the performance of vital functions has higher priority ¨compared to the biosynthesis of protein and fat, the presence of stresses belittles the amount of net energy for production. That means, in the same time, the processes of body mass growth are diminished. The whole amount of net energy (NEp + NEm) is in the first approximation equal to the difference between the amount of metabolizable energy gained by digestion from the feed minus the total heat produced. According the equation (7) in the paper (Novak 2003) total heat production is defined as
THP = [(1-0,6)+STX+1).BM [MJ/d] ; using the relative expression for energy fluxes in the form of BM multiples (IME – intake of metabolic energy, STX – stressing factors impact, BM = $0{,}3.G^{3/4}$ [MJ/d]). The second example is formulated as follows.

Pigs with the initial body mass, at birth G_0 = 1.5 kg, genetic determined final body mass G_{Li}=250kg and the average dG_{max} = 1.0 kg/d , fed with total mixed ration, ME density SMEF = 11,0 MJ/kg. The daily consummation (CTMR) was scaled by the values of IME within the limits (4,1 < IME < 1,5). The impact of stressing agents acting in the three groups are defined in the limits

(0 < STX < 0), (0,1 < STX < 0,3); and (0,2 < STX < 0,6).

Simulation of body mass growth in pigs with the phenotype values

G0 = 1,5 kg, Gli = 250 kg, dG max = 0,8 kg/d, 1,0 kg/d and 1,3 kg/d

	dG max, kg/d		dG max, kg/d		dG max, kg/d	
	0,8		1,0		1,3	
Age	Body mass	Body mass increase	Body mass	Body mass increase	Body mass	Body mass increase
Days	kg	kg/d	kg	kg/d	kg	kg/d
0	1,5	0,074	1,5	0,092	1,5	0,120
14	2,9	0,123	3,3	0,172	4,1	0,262
28	5,0	0,187	6,5	0,281	9,1	0,467
42	8,2	0,266	11,3	0,415	17,3	0,708
56	12,5	0,354	18,1	0,559	28,9	0,943
70	18,1	0,447	26,9	0,699	43,5	1,133
84	25,0	0,538	37,6	0,821	60,3	1,254
98	33,1	0,620	49,8	0,914	78,3	1,299
112	42,3	0,689	63,0	0,973	**96,4**	1,278
126	52,4	0,743	76,9	0,999	**113,8**	1,205
140	63,0	0,779	90,8	0,993	130,0	1,099
154	74,1	0,797	**104,5**	0,961	144,5	0,976
168	85,3	0,799	117,7	0,910	157,3	0,848
182	**96,4**	0,786	130,0	0,845	168,3	0,725
196	**107,2**	0,762	141,3	0,773	177,6	0,611
210	117,7	0,728	151,6	0,698	185,4	0,509
224	127,6	0,687	160,8	0,623	191,9	0,421
238	136,9	0,642	169,0	0,550	197,3	0,346
252	145,5	0,594	176,3	0,483	201,6	0,282
266	153,5	0,546	182,6	0,421	205,2	0,229
280	160,8	0,498	188,1	0,364	208,1	0,186
294	167,5	0,452	192,8	0,314	210,5	0,150
308	173,5	0,407	196,9	0,270	212,3	0,121
322	178,9	0,366	200,4	0,231	213,9	0,097
336	183,7	0,327	203,4	0,197	215,1	0,078
350	188,1	0,292	205,9	0,168	216,1	0,063
364	191,9	0,259	208,1	0,143	216,9	0,050

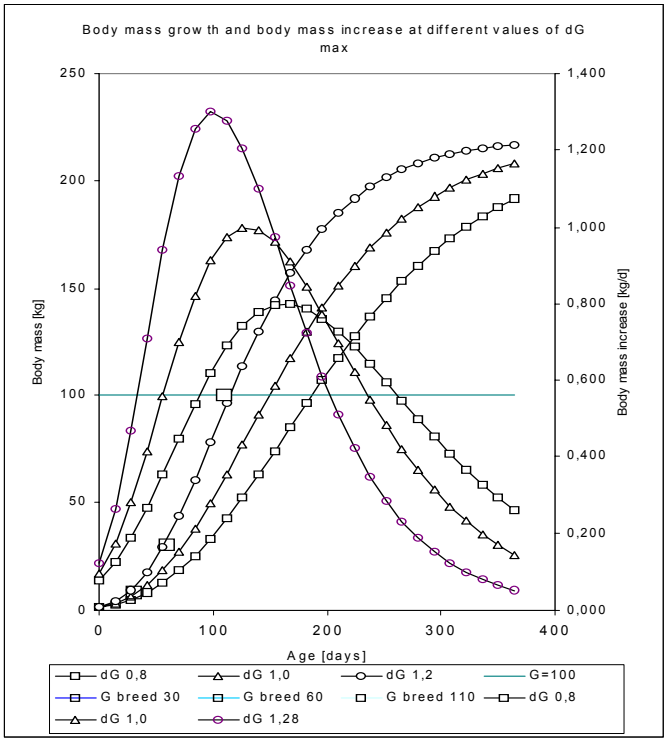


Figure 1: Body mass growth values calculated by the bioversion of exponential function

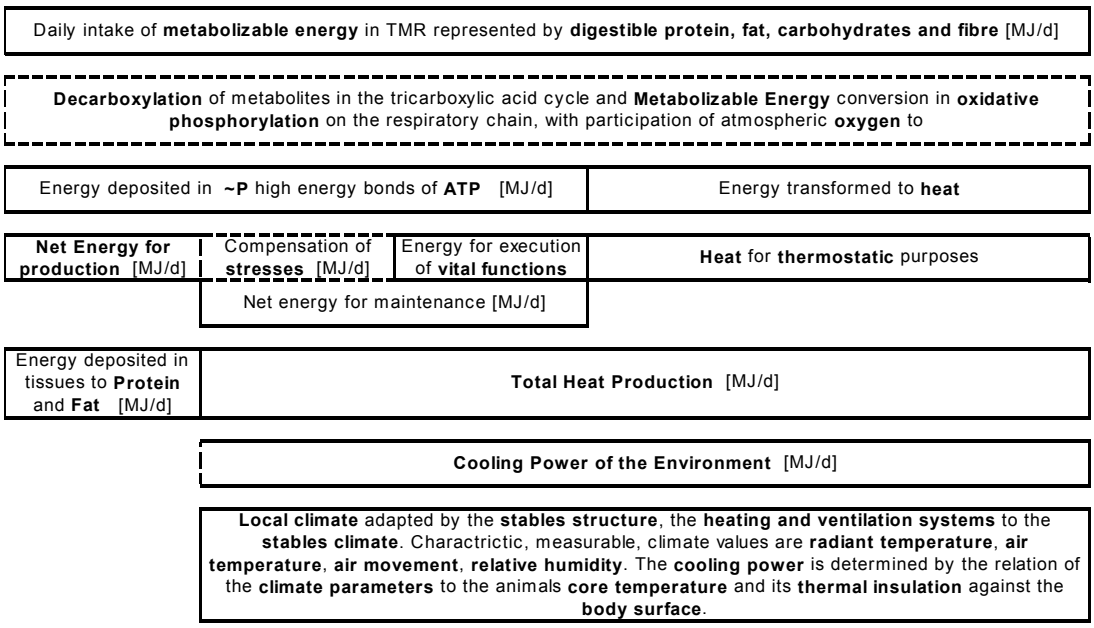


Figure 2. Block scheme of metabolizable energy partition

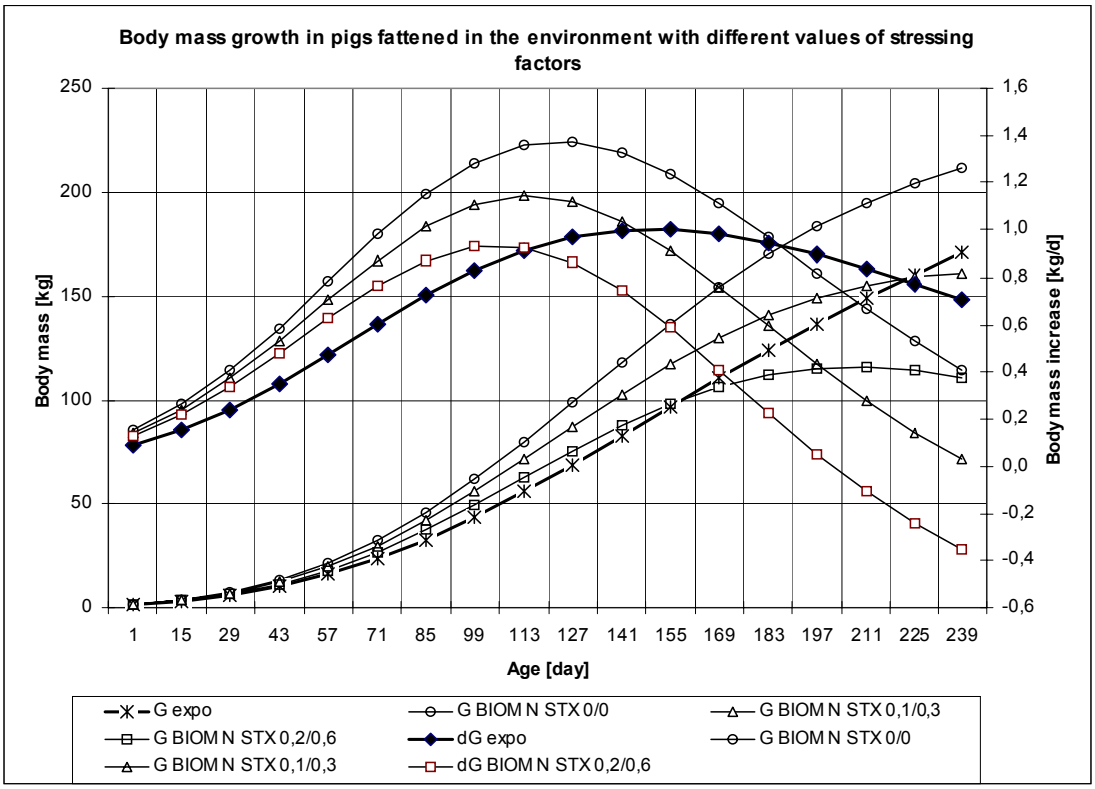


Figure. 3. Body mass growth and body mass increase calculated by the BIOM N model

To simulation of the body mass growth the BIOM N model (Novak 2003 p. 85-87) has been used. The results are presented in the (Fig. 3). It is apparent, that within the interval of body mass from birth up to the value of 100 kg, the body mass growth calculated in the previous example approximate the grows curve values calculated for the corridor of STX (0,2<STX<0,6). This corresponds to the average daily body mass increase of 0,85 kg/d, reached ordinary in the large halls of the fattening farms. From data in the graph it is evident, that the live body mass in this case was reached at the age around 155 days. The virtual pig with the same phenotype however in the ideal conditions without stresses, has reaches the 100 kg live body mass already four weeks earlier, on the 127 day of age. Amplified is the effect of graded stressors impact seen in the curves of the body mass increase. The feeding regime in this model simulation was choused with respect to feed suited for the so called "meat type pigs". The growth curve calculated further over the 100 kg live body mass indicates a retardation of the growth curve in comparison with the curves calculated for the ideal conditions (0<STX<0), or for the environment with the milder level of stressing factors (0,1<STX<0,3).

Discussion

Presented results are calculated from the limited however substantial data, compatible with the everyday experience of farmers or managers in the pig fattening industry. They are presented here to demonstrate a small part of the real capacity, the BIOM N is able to generate. It is worth to note that the results compatible with the growth of the real organisms are computed without coefficients gained in the previous growth experiments. The mathematic expression of the growth process is based on the general biology and physiology of the animal and is interpreted by means of the biophysics method of the energy exchange between the warm-blooded organism and its environment. The BIOM N methodology enables simulation not only of the growth but also of the body mass composition. Our hope for the future is to get the opportunity for application of our knowledge in experiments, curried in the conditions with the controlled energy intake, together with the data of climatic conditions, the body mass growth control and supplemented eventual also by some biochemical analyses.

References

Novak, L.: The growth of farm animals simulated by the biologic model of growth.

Tagungsband 2. BOKU Symposium Tierernährung, 02. October 2003 Wien 2003 p. 84-89.

Adress of author

Prof MUDr. Ludvik Novak, DrSc.
Srbsk8 15a, CZ-612 00 Brno
e-mail: ludvikn@volny.cz