
Tagungsband

Institut für Nutztierwissenschaften

2. BOKU-Symposium
TIERERNÄHRUNG

2. Oktober 2003
Wien



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

Herausgeber:

Wilhelm Windisch

Anschrift:

Univ.Prof. Dr. W. Windisch
Institut für Nutztierwissenschaften
Gregor-Mendel-Strasse 33
A-1180 Wien
Tel. 01 47654-3250
Fax 01 47654-3254
e-mail: windischl@boku.ac.at

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

W. Windisch: Fehlernährung laktierender Milchkühe und ihre Wirkung auf Stoffwechsel und Leistung	1
H.R. Wettstein: Nutzung der Futtergrundlagen an marginalen Standorten mit minimalem Aufwand	8
F. Bauer: Erwartungen der Konsumenten und Produzenten an die Fleischqualität	14
W. Wetscherek: Fütterung und gesetzliche Umweltauflagen – Beispiel Schweinemast	19
K. Moder: Statistische Interpretation von Futtermittelanalysen	26
R. Leitgeb, Nanda Zeh, F. Ertl und Christine Iben: Ideales Protein in der Mast von Geflügel und Schweinen	31
W. Zollitsch und S. Wlcek: Zur Situation der Fütterung in der Bio-Tierhaltung	37
S. Artelt: Micro Tracer [®] Analyse – so überprüft man die Mischgenauigkeit und die Verschleppungsneigung von Produktionsanlagen!	43
A. Sommer, Z. Čerešňáková and M. Chrenková: The effects of physical treatment of maize and wheat grain upon the utilization of starch in cows	49
H. Jeroch: Einfluß von pflanzlichen Ölen im Legehennenfutter auf das Fettsäurenmuster des Eidotterfettes	54
H. Jeroch, S. Gramzow und S. Dänicke: Ideales Protein für schwere männliche Mastputen	59
K. Rutzmoser: Ein Modell, Auswirkungen des Siliererfolges auf Futterwert, Futteraufnahme und Leistung abzuschätzen	63
W. Preissinger und A. Obermaier: Milchleistungsfutter mit hohen Roggenanteilen	69
S. Kráčmar, P. Novák, L. Novák and L. Zeman: New methodical approach to evaluation of the body mass growth in heifers of the Bohemian Spotted strain	75
P. Novak, L. Novak, S. Slegelova and J. Odehnal: Interaction between stable environment – nourishment – attendant care in relation to production factors, health and welfare in fattened pigs	79

L. Novak: The growth of farm animals simulated by the biologic model of growth	84
B. Čermák, F. Klimeš and F. Lád: Nutrition aspects of extensive pastures in mountain region	90
B. Čermák F. Lad, B. Slipka, J. Frelich, F. Jancik, and J. Mikolajczak: The energy resource for dairy cow feed rations from silage of different maize hybrids	94
K. Balogh, Mária Weber, Márta Erdélyi and M. Mézes: The effect of selenium supplementation over requirement on glutathione redox system in broiler chicken	101
Mária Weber, Márta Erdélyi, M. Mézes und K. Balogh: Die Wirkung des gereinigten, mit dem Futter aufgenommenen T-2 Toxins auf das Glutathion-Redoxsystem der Hühner	109
Sposoren des 2. BOKU Symposiums Tierernährung	116

Fehlernährung laktierender Milchkühe und ihre Wirkung auf Stoffwechsel und Leistung

W. WINDISCH

Universität für Bodenkultur Wien

Laktierende Milchkühe sind in der Praxis häufig einer vom Bedarf abweichenden Nährstoffversorgung ausgesetzt, insbesondere bezüglich Energie und Protein. So ist der Beginn der Laktation vielfach durch einen unzureichenden Futterverzehr gekennzeichnet. Auch in Haltungssystemen mit Total-Misch-Rationen kann es bei unzureichender Differenzierung der Kuhherde in unterschiedliche Leistungsgruppen zu einer beträchtlichen Unter- oder Überversorgung kommen und zwar sowohl zwischen den Tieren einer Leistungsgruppe als auch innerhalb des einzelnen Tieres im Verlauf der Laktation. Extensive Haltungsbedingungen bergen das Risiko von Unterversorgungen an Energie und Protein in sich, sei es aufgrund einer gezielten Limitierung des Kraftfuttereinsatzes oder wegen einer ungünstigen Grundfuttersituation.

Im folgenden soll anhand exemplarischer Experimente gezeigt werden, welche Effekte Fehlversorgungen an Eiweiß und Protein auf den Stoffwechsel und die Leistung laktierender Milchkühe haben. Dabei sind neben den unmittelbaren Folgen einer Fehlversorgung auch die Nachwirkungen auf den weiteren Laktationsverlauf von Interesse. Zur Erleichterung einer systematischen Betrachtungsweise soll zunächst auf die Reaktionen im fallenden Bereich der Laktationskurve eingegangen werden und erst danach auf die Situation zu Beginn der Laktation.

Fehlernährung im fallenden Bereich der Laktationskurve

Um die Wirkung einer Fehlversorgung über einen längeren Zeitraum hinweg bei laktierenden Milchkühen experimentell darstellen zu können, muss man den Verlauf der Milchleistung schätzen, die das behandelte Tier ohne die jeweilige Fehlversorgung gezeigt hätte. Diese „Soll-Kurve“ der Milchleistung ist sowohl der Bezugspunkt für die Fehlversorgung selbst, als auch Orientierungswert für eine wieder bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr im Anschluss an die Phase der Fehlversorgung. In den nachfolgend dargestellten Stoffwechselexperimenten wurde diese „Soll-Kurve“ der Milchleistung anhand der individuellen Leistungen der Tiere unmittelbar vor Versuchsbeginn und des Laktationsverlaufs einer bis Versuchsende stets bedarfsdeckend versorgten Kontrollgruppe ermittelt.

a) Überschuss an Energie

In einem Stoffwechselexperiment zur Wirkung von Energieüberschuss erhielt ein Teil der Milchkühe über einen Zeitraum von 4 Wochen hinweg 120 % ihres Gesamtbedarfs an Energie [1]. Anschließend wurden die Tiere entsprechend ihrer aktuellen „Soll-Leistung“ wieder bedarfsdeckend mit Energie versorgt und für weitere 4 Wochen beobachtet.

Wie Tabelle 1 zeigt, hatte die Überversorgung an Energie keinen nennenswerten Effekt auf die Milchleistung, und zwar weder unmittelbar während der Fehlversorgung noch im Anschluss daran [2]. Der Überschuss an Energie hatte im wesentlichen nur einen Fettansatz zur Folge [3, 4]. Dieses Experiment zeigt, dass im fallenden Bereich der Laktationskurve der Verlauf der Milchleistung nach oben hin begrenzt ist und durch Fütterungsmaßnahmen nicht überschritten werden kann.

Tabelle 1: Milchleistung und Ansatz an Körpersubstanz während und nach einer 4wöchigen Überversorgung an Energie [2 – 4]

	Während der Fehlversorgung		Nach der Fehlversorgung	
	Kontrolle	Energie: 120 % Kontrolle	Kontrolle	Realimentation: 100 % Kontrolle
Milchmenge (kg FPCM/Tag)	19,7	20,0	18,5	18,9
Milchfett (%)	4,05	4,02	4,20	4,03
Milcheiweiß (%)	3,46	3,43	3,58	3,48
Retention:				
Körperfett (g/Tag)	-97	248	43	28
Körperprotein (g/Tag)	76	111	29	88

b) Überschuss an Protein

In einem weiteren Stoffwechselexperiment wurden laktierende Milchkühe über 3 Wochen hinweg mit einem Überschuss von 25 % ihres Proteinbedarfs behandelt und danach für 6 Wochen wieder normal gefüttert (entsprechend ihrer anhand der Kontrolltiere geschätzten „Soll-Leistung“) [5].

Die Überversorgung an Protein hatte keinen Einfluss auf die Milchinhaltsstoffe, verursachte jedoch eine Depression der Milchleistung um etwa einen halben Liter (Tabelle 2) [6]. Die Tiere mussten den Exzess an Futterstickstoff abbauen und über den Harn ausscheiden, was mit einem messbaren Anstieg der renalen Energieverluste (und der Wärmebildung) verbunden war [7,8]. Gleichzeitig wiesen die Tiere einen tendenziell verstärkten Ansatz an Körperfett auf. Diese Effekte blieben auch nach Abschluss der Fehlversorgung in den folgenden 6 Wochen mit bedarfsorientierter Nährstoffzufuhr bestehen.

Insgesamt zeigte sich auch in diesem Experiment, dass die durch die Laktationskurve vorgezeichnete Milchleistung über einen Zuschlag an Nährstoffen nicht weiter gesteigert werden kann. Im Gegensatz zum Überangebot an Energie ist die einseitige Proteinzulage für den Stoffwechsel sogar belastend. So verursacht die Entsorgung überschüssiger Mengen an Futterstickstoff einen zusätzlichen Energiebedarf, der bei begrenzter Fütterung mit dem Energiebedarf für die Milchbildung konkurriert.

Tabelle 2: Milchleistung und Ansatz an Körpersubstanz während und nach einer 3wöchigen Überversorgung an Futterprotein [6 – 8]

	Während der Fehlversorgung		Nach der Fehlversorgung	
	Kontrolle	Protein: 125 % Kontrolle	Kontrolle	Realimentation: 100 % Kontrolle
Milchmenge (kg FPCM/Tag)	20,1	19,3	18,5	17,5
Milchfett (%)	3,28	3,36	3,46	3,37
Milcheiweiß (%)	3,26	3,16	3,29	3,21
Retention:				
Körperfett (g/Tag)	-50	25	-96	65
Körperprotein (g/Tag)	-11	-26	18	13
Harnausscheidung:				
N-Menge (g/Tag)	95	152	89	95
Energie (MJ/Tag)	7,1	9,4	6,7	7,1

c) Energie- und Proteinmangel

In diesem Stoffwechselexperiment wurden Milchkühe für 3 Wochen auf 80 % ihres Bedarfs an Energie und Protein gefüttert [9]. Anschließend erhielten die Tiere 6 Wochen lang entweder eine normale Energie- und Proteinversorgung (100 % des Kontrollniveaus) bzw. einen mäßigen Zuschlag an Energie und Protein (110 % des Kontrollniveaus).

Wie Abbildung 1 zeigt, sank die tägliche Milchleistung der restriktiv gefütterten Tiere um etwa 2,5 kg FPCM [10]. Dieser Leistungsverlust entsprach jedoch nur etwa der Hälfte des tatsächlichen Energiemangels. Die fehlenden Energiemengen wurden durch Mobilisierung von Körperfett bereitgestellt (Tabelle 3) [9, 11]. Neben der Milchmenge sank auch der Eiweißgehalt der Milch. Die insgesamt produzierte Menge an Milcheiweiß brach demnach stärker ein als die Ausscheidung an Milchennergie und erreichte bereits nach der ersten Mangelwoche das Niveau der Futterrestriktion (80 % der Kontrolle). Diese Reaktion war zu erwarten, denn die kurzfristig mobilisierbaren Eiweißreserven einer Milchkuh sind mit etwa 2 - 5 kg im Gegensatz zu den Fettreserven im Ganzkörper (zumeist deutlich über 50 kg) sehr begrenzt.

Die Wirkung von Energie- und Proteinmangel auf Stoffwechsel und Leistung ist miteinander gekoppelt. So waren die Tiere bei vergleichbarem Energiemangel umso mehr bereit, Körperenergie (Fett) zu mobilisieren und in die Aufrechterhaltung der Milchbildung zu investieren, wenn das Defizit an Nahrungsprotein schwächer ausgeprägt war [10]. Besonders deutlich wird diese Kopplung aus früheren Befunden an stark unterfütterten Milchkühen, denen reine Nährstoffe unter Umgehung der Vormägen direkt in den Labmagen infundiert wurden [12]. So blieb die Infusion von Glucose weitgehend wirkungslos, während Kasein einen beträchtlichen Anstieg der Milchmenge und des Milcheiweißgehalts, sowie eine massive Steigerung der Mobilisierung von Körperfett zur Folge hatte. Offenbar liegt der Schlüssel für den Rückgang der Milchleistung aufgrund eines Nährstoffmangels bzw. seiner (partiellen) Kompensation durch Mobilisierung von Körpersubstanz primär in der Höhe des begleitenden Defizits an Nahrungsprotein.

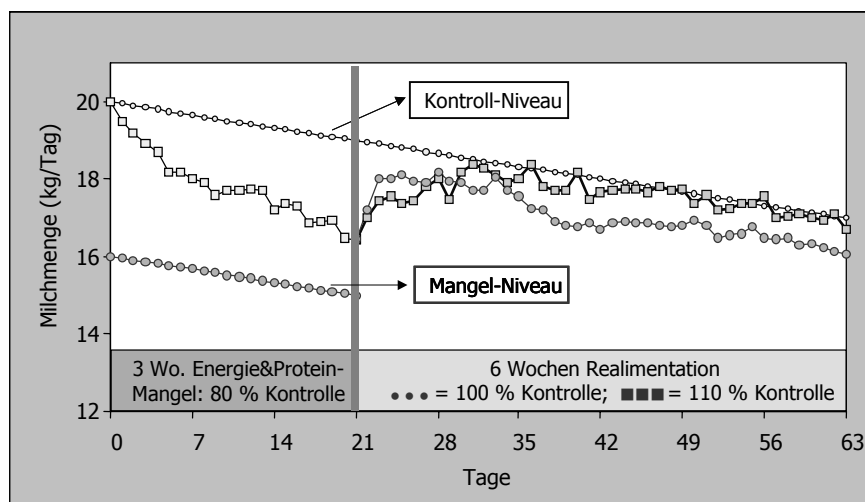


Abbildung 1: Verlauf der täglichen Milchleistung während und nach einer 3wöchigen Unterversorgung an Energie und Protein [10]

Tabelle 3: Milchinhaltsstoffe und Ansatz an Körpersubstanz während und nach einer 3wöchigen Unterversorgung an Energie und Protein [9 – 11]

	Während der Fehlversorgung		Nach der Fehlversorgung		
	Kontrolle	Energie&Protein: 80 % Kontrolle	Kontrolle	Realimentation: 100 % Kontrolle	Realimentation: 120 % Kontrolle
Milchfett (%)	4,42	4,33	4,42	4,29	4,45
Milcheiweiß (%)	3,50	3,27	3,52	3,44	3,56
Retention:					
Körperfett (g/Tag)	-9	-292	-117	20	58
Körperprotein (g/Tag)	63	-43	91	147	159

Im Anschluss an die Restriktionsphase erreichten die Tiere mit einem Zuschlag an Energie und Protein rasch wieder das aktuelle Leistungsniveau der Kontrolle, ohne dieses jedoch zu überschreiten (Abbildung 1). Gleichzeitig war der Ansatz an Körperfett und -protein insbesondere zu Beginn der Realimentation besonders stark ausgeprägt, was als Wiederauffüllungsreaktion der zuvor beanspruchten Reserven zu interpretieren ist. Tiere mit „normaler“ Nährstoffversorgung (100 % Kontrolle) wiesen ebenfalls einen verstärkten Ansatz an Körperfett und -protein auf, blieben jedoch in der Milchleistung hinter der „Soll-Kurve“ zurück. Der Abstand zum Kontrollniveau betrug am Ende des Experiments immer noch etwa 1 kg Milch.

Die unterschiedliche Geschwindigkeit der Normalisierung von Stoffwechsel und Leistung in Abhängigkeit von der Art der Realimentation (mit oder ohne Zulage an Energie und Protein) zeigte sich besonders deutlich an der Reaktion des Gehalts an Milcheiweiß (Abbildung 2). Die Tiere mit Zulage an Energie und Protein erreichten innerhalb von etwa 4 Tagen wieder den ursprünglichen Eiweißgehalt, während die „normal“ realimentierten Tiere dazu etwa 4 Wochen benötigten. In beiden Fällen wurde der „Sollwert“ des Milcheiweißgehalts jedoch nicht überschritten.

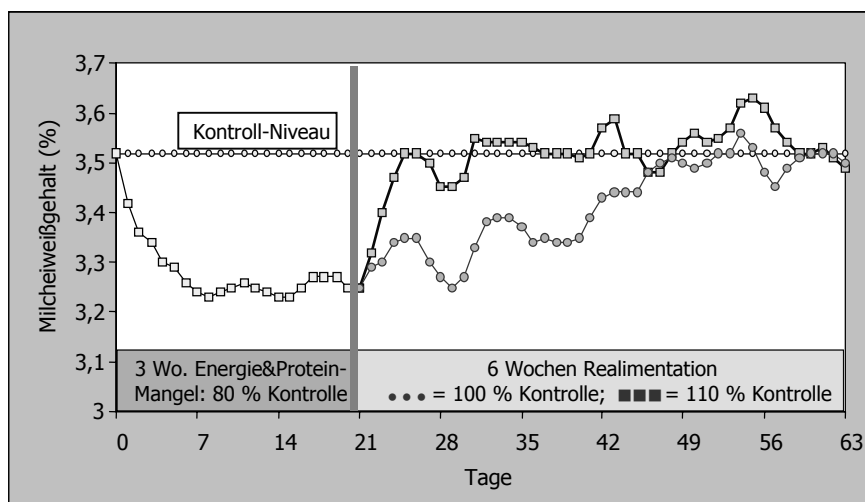


Abbildung 2: Verlauf des Milcheiweißgehalts während und nach einer 3wöchigen Unterversorgung an Energie und Protein [10]

Insgesamt zeigen die Befunde, dass Milchkühe im absteigenden Ast der Laktation bestrebt sind, die „Soll-Kurve“ der Milchproduktion auch bei unzureichender Nährstoffversorgung aufrecht zu erhalten. Dies gelingt ihnen allerdings nur partiell unter Mobilisierung körpereigener Fett- und Eiweißreserven. Im Anschluss an die Restriktionsphase werden die zuvor beanspruchten Körperdepots wieder bevorzugt aufgebaut. Die hierzu erforderlichen Nährstoffmengen stehen im Wettbewerb mit der Milchbildung und können bei begrenzter Nährstoffaufnahme die Normalisierung der Milchleistung verzögern. Auch hier erweist sich die normale Laktationskurve als erstaunlich stabile Bezugsgröße, selbst wenn die tatsächliche Milchleistung über Wochen hinweg davon abgewichen war. Für den fallenden Bereich der Laktationskurve existiert somit eine ideale Leistungskurve, die für den Stoffwechsel der Milchkuh gewissermaßen den Normalzustand abbildet.

Restriktives Fütterungsregime bereits zu Beginn der Laktation

Es bleibt noch zu klären, ob die „Soll-Leistung“ im fallenden Bereich der Laktationskurve individuell grundsätzlich vorgegeben ist oder erst am Beginn der Laktation in ihrer endgültigen Höhe determiniert wird. Vereinfacht ausgedrückt entspricht dies der Frage, ob beispielsweise eine Hochleistungskuh durch ein knappes Fütterungsregime von Beginn der Laktation an im Aufbau ihrer Leistung so weit „gebremst“ werden kann, dass ihre physiologische Soll-Leistung im fallenden Bereich der Laktationskurve der einer Milchkuh mit geringerem genetischen Leistungspotential entspricht.

Ein aufschlussreiches Experiment zu dieser Thematik wurde in der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (BAL) durchgeführt [13]. Hier erhielten Milchkühe von Beginn der Laktation an entweder nur Grundfutter oder eine bedarfsorientierte Nährstoffversorgung aus Grund- und Kraftfutter. Die Tiere mit stark restriktiver Nährstoffzufuhr (nur Grundfutter) zeigten bereits zu Beginn der Laktation einen Leistungseinbruch in der Größenordnung von etwa 7 kg Milch/Tag, sowie eine deutlich negativere Energiebilanz und einen erheblich stärkeren Verlust an Lebendmasse als die Vergleichsgruppe. Während sich bei bedarfsorientierter Nährstoffzufuhr die Energiebilanz und die Lebendmasse bereits nach etwa 3 Monaten wieder normalisierte, erreichten die restriktiv gefütterten

Tiere erst im letzten Laktationsdrittel eine positive Energiebilanz. Ihre Lebendmasse lag zu diesem Zeitpunkt immer noch etwa 100 kg unter den Vergleichstieren. Auch in der täglichen Milchleistung blieben sie um etwa 6 kg zurück.

Diese Befunde zeigen klar, dass restriktiv gefütterten Tiere von Beginn der Laktation an über Monate hinweg bestrebt sind, durch verstärkte Mobilisierung von Körperreserven eine höhere Milchleistung zu realisieren, als die Nährstoffversorgung über das Futter vorgibt. Offenbar ist der Stoffwechsel der Milchkuh bereits zu Beginn der Laktation auf eine gewisse (genetisch vorgegebene) Laktationskurve eingestellt. Sie bildet gewissermaßen den Bezugspunkt für das Erfordernis einer verstärkten Mobilisierung von Körperreserven für den Fall, dass die Nährstoffversorgung über das Futter unzureichend ist. Die hohe Bereitschaft zur Mobilisierung von Körpersubstanz und deren Umlenkung in Richtung Milchproduktion scheint genetisch tief verankert zu sein. So erzeugen Kühe milchbetonter Rinderassen bei vergleichbarer restriktiver Fütterung deutlich mehr Milch als kombinierte Rassen [14, 15, 16].

Schlussfolgerungen

Der Stoffwechsel einer Milchkuh folgt im Verlauf der gesamten Laktation offenbar einer relativ klar umschriebenen metabolischen Leistungskurve. Dies geht daraus hervor, dass einerseits ein Überschreiten der Leistungskurve durch nutritive Maßnahmen nicht möglich ist, und andererseits eine Unterversorgung mit Nährstoffen eine Kompensationsreaktion des Stoffwechsels hervorruft (Mobilisierung von Reserven). Das „Erinnerungsvermögen“ des Stoffwechsels an die individuelle Laktationskurve erweist sich dabei als außerordentlich stabil. Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist es deshalb wünschenswert, die Tiere entsprechend ihrer individuellen Laktationskurve stets ausreichend mit Nährstoffen zu versorgen. In der Praxis ist dies allerdings nicht immer möglich, insbesondere zu Beginn der Laktation, wo die Verzehrskapazität an Futter häufig limitierend wirkt. Darüber hinaus ist die Mobilisierung von Körpersubstanz in dieser Zeit durchaus physiologisch normal, denn die Tiere setzen hier die am Ende der vorausgegangenen Gravidität angesammelten Reserven wieder frei. Im Falle einer umfangreichen Mobilisierung von Körpersubstanz ist es für die kommende Laktation allerdings wichtig, dass die Milchkuh ausreichend Gelegenheit erhält, die beanspruchten Depots rechtzeitig wieder aufzufüllen. Dazu sind neben einer guten (Grund)Futterqualität vor allem Tiere mit einer hohen Futterverzehrskapazität erforderlich, insbesondere auf Betrieben mit limitierter Nährstoffzufuhr (z.B. bei gezieltem Verzicht auf hohen Kraftfuttereinsatz). Im weiteren Laktationsverlauf können Unterversorgungen an Nährstoffen jedoch insofern problematisch werden, als sie die Leistungskapazität bzw. den eigentlichen Nährstoffbedarf des Tieres verwischen, denn die tatsächlich realisierte Milchleistung ist eine Mischfunktion aus „Soll-Leistung“, Nährstoffangebot aus dem Futter und der Mobilisierung körpereigener Nährstoffreserven bzw. ihrer Wiederauffüllung. Insgesamt ist zu bedenken, dass Milchkühe im Anschluss an eine Fehlversorgungsphase allenfalls den normalen Laktationsverlauf fortsetzen. Im Gegensatz etwa zum Wachstum von Masttieren gibt es in der Laktation keine „kompensatorische“ Milchleistung. Alle Verluste an Milch infolge einer Fehlversorgung bleiben endgültig verloren.

Literatur

- 1 Kaufmann, T.E.G. und Kirchgessner, M., 1987: Futteraufnahme und Nährstoffverdaulichkeit bei der Milchkuh während und nach energetischer Überversorgung. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 57, 231–251
- 2 Kirchgessner, M. und Kaufmann, T.E.G., 1987: Milchleistung und Milchinhaltsstoff bei der Milchkuh während und nach energetischer Überversorgung. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 58, 134–147
- 3 Kaufmann, T.E.G., Kirchgessner, M. und Müller, H.L., 1987: Energiebilanz und Energieverwertung bei der Milchkuh während und nach energetischer Überversorgung. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 58, 75–88
- 4 Kaufmann, T.E.G. und Kirchgessner, M., 1987: Stickstoffbilanz und Stickstoffverwertung bei der Milchkuh während und nach energetischer Überversorgung. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 57, 251–261
- 5 Kreuzer, M. und Kirchgessner, M., 1984: Nährstoffaufnahme und –verdaulichkeit bei der Milchkuh während und nach überhöhter Proteinzufuhr. Z. Tierphysiol. Tierernährg. u. Futtermittelkde. 53, 170–185
- 6 Kreuzer, M. und Kirchgessner, M., 1985: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe bei Kühen während und nach Fütterung überhöhter Eiweißmengen. Z. Tierphysiol. Tierernährg. u. Futtermittelkde. 54, 99–111
- 7 Kreuzer, M., Müller, H.L. und Kirchgessner, M., 1985: Energiebilanz und Energieverwertung bei Kühen während und nach überhöhter Proteinzufuhr. Z. Tierphysiol. Tierernährg. u. Futtermittelkde. 54, 41–54
- 8 Kreuzer, M. und Kirchgessner, M., 1985: N-Ansatz und N-Verwertung bei Kühen während und nach überhöhter Proteinversorgung. Z. Tierphysiol. Tierernährg. u. Futtermittelkde. 53, 270–279
- 9 Windisch, W., Müller, H.L. und Kirchgessner, M., 1989: Stickstoffbilanz und Stickstoffverwertung bei der Milchkuh während und nach Energie- und Proteinmangel. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 61, 206–213
- 10 Windisch, W., Müller, H.L. und Kirchgessner, M., 1989: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe bei der Milchkuh während und nach Energie- und Proteinmangel. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 62, 101–110
- 11 Windisch, W., Müller, H.L. und Kirchgessner, M., 1989: Energiebilanz und Energieverwertung bei der Milchkuh während und nach Energie- und Proteinmangel. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 61, 255–264
- 12 Orskov, E.R., Grubb, D.A. and Kay, R.N.B., 1977: Effect of postprandial glucose or protein supplementation on milk yield and composition in Frisian cows in early lactation and negative energy balance. Br. J. Nutr. 38, 397–405
- 13 Gruber, L., Steinwender, R., Baumgartner, W., Schauer, A., Häusler, H., Guggenberger, Th., Uray, G., Wenzl, W., Steiner, B., Sobotik, M. und Krimberger, K., 1995: Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Frisian. Bericht über die 22. Tierzuchttagung „Aktuelle Forschungsergebnisse und Versorgungsempfehlungen in der Rindermast und Milchviehfütterung“, BAL Gumpenstein, 9.–10. Mai 1995
- 14 Haiger, A., Sölkner, J. und Wetscherek, W., 1986: Der Einfluß verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. 1. Mitteilung: Aufzucht bis Abschluß der 2. Laktation. Züchtungskunde 58, 38–45
- 15 Haiger, A. und Sölkner, J., 1995: Der Einfluß verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. 2. Mitteilung: 2. bis 8. Laktation. Züchtungskunde 58, 38–45
- 16 Rastani, R.R., Andrew, S.M., Zinn, S.A. and Sniffen, C.J., 2001: Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation. J. Dairy Sci, 84, 1201–1209

Anschrift des Autors

Univ. Prof. Dr. Wilhelm Windisch
Institut für Nutztierwissenschaften
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien
E-mail: wilhelm.windisch@boku.ac.at

Nutzung der Futtergrundlagen an marginalen Standorten mit minimalem Aufwand

H.R. Wettstein
ETH Zürich

Einleitung

Mit dem Strukturwandel in der Landwirtschaft hat in den letzten Jahren auf einem Teil der Betriebe eine verstärkte Spezialisierung der Viehhaltung eingesetzt, welche mit einem hohen Aufwand für die Tierbetreuung und Fütterung verbunden ist. Meistens sind dies Betriebe in günstigen Lagen, wo intensiver Futterbau betrieben werden kann. Betriebe in klimatisch oder topographisch weniger begünstigten Lagen, welche in vermehrtem Umfang marginale Standorte bewirtschaften müssen, sind in der Regel in den Möglichkeiten zur Intensivierung eingeschränkt. Aufgrund der ökologischen Voraussetzungen und oft auch aufgrund von gesetzlichen Vorschriften (in der Schweiz z.B. die Verordnung über Sömmerungsbeiträge) sind in der Regel dem Besatz an Tieren, der Düngung und oft auch der Kraftfutterzufütterung enge Grenzen gesetzt. Häufig ist auch die Zugänglichkeit dieser Standorte eingeschränkt, was eine starke Intensivierung verhindert. Hinzu kommen auch etliche kleinere Betriebe, die trotz einer Intensivierung der Viehhaltung nicht auf das notwendige Einkommen kommen würden und sich deshalb auf andere Betriebszweige oder einen Nebenerwerb spezialisieren. Gleichzeitig sollen aber die Grünflächen der Betriebe weiterhin genutzt werden. Deshalb gibt es neben den Betrieben, die ihre Viehhaltung intensivieren, auch solche, welche die Viehhaltung extensiviert haben und versuchen mit möglichst geringem Arbeitsaufwand, ihre Flächen und ihre Tiere optimal zu nutzen. Für die betroffenen Landwirte ist es in der Regel ein Muss, den Arbeitseinsatz für diesen Betriebszweig minimal zu halten. Aus diesen Gründen haben in gewissen Gebieten arbeitsextensive Tierhaltungssysteme, wie z.B. die Mutterkuhhaltung, stark zugenommen. Die Anforderungen, welche die Landwirte an ein solches System stellen, sind die Versorgung der Tiere hauptsächlich über Grundfutter, ausgedehnter Weidegang, wenig Arbeitsaufwand im Stall und möglichst keine individuelle Tierbetreuung und Futterzuteilung.

Zu den klimatisch und topographisch ungünstigeren Gebieten der Schweiz gehören insbesondere auch die Alp- und Juraweiden. Traditionellerweise wurden die besseren von diesen Weiden im Sommer mit Milchkühen und die anderen mit Jungvieh für die Remontierung der Milchviehherden genutzt. Mit der Konzentration der Milchviehhaltung auf immer weniger spezialisierte Betriebe werden aber immer weniger Milchkühe auf die Alpweiden gebracht. Einerseits gibt es mit dem Anstieg der Milchleistung bei gegebener Milchmenge (Quote) einen Rückgang der Zahl der Milchkühe. Andererseits ist es mit dem Ansteigen des Leistungsniveaus der Kühe für Landwirte zunehmend weniger interessant, die Milchkühe zu alpen, da die Milchleistung von höher leistenden Kühen bei der Alpfung stärker abfällt (Zemp, 1985), was sowohl einen Verlust an Einnahmen über den Milch- und Käseverkauf bringt, aber auch den Verkaufswert der Kuh aufgrund tieferer Leistungen beeinträchtigen kann.

Aufgrund dieser Entwicklungen wurde am Institut für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich in einer Reihe von Experimenten untersucht, wie sich die aufkommenden Mutterkuhsysteme im Vergleich zu den traditionellen Systemen verhalten und ob durch eine gezielte Zufütterung die Effizienz der Milchkuhhaltung auf Alpen verbessert werden könnte.

Robustrinder auf verschieden intensiv genutzten Alpweiden

In einer ersten Arbeit von Berry (2000) wurden Mutterkühe einer Robustrasse (Schottische Hochlandrinder) auf einer extensiv bewirtschafteten Alp im Tessin und auf der für Alpverhältnisse intensiv bewirtschafteten Alp Weissenstein der ETH im Graubünden miteinander verglichen. Auf der extensiv bewirtschafteten Alp wurden nur die Schottischen Hochlandrinder gehalten. Den Tieren stand den ganzen Sommer über die gesamte Alpfläche zur Verfügung. Es wurde kein Weidemanagement betrieben. Die intensiv bewirtschaftete Alp wurde mit verschiedenen Tierkategorien genutzt. Neben den Schottischen Hochlandrindern wurden unter anderem auch Milchkühe auf der betreffenden Alp gehalten. Auf dieser Alp wurden die Tiere in einem Umtriebsweidesystem und auf vergleichbaren Weiden wie die Milchkühe gehalten.

Auf der extensiv bewirtschafteten Alp, wo die Kühe über die ganze Zeit die gesamte Alpfläche zur Verfügung hatten, konnte man über die Alpsaison eine konstante Abnahme der Futterqualität beobachten. Der Rohproteingehalt des aufgenommenen Futters ging von 16 % zu Beginn der Alpperiode auf 14 % in der Mitte der Alpperiode und 12 % am Ende der Alpperiode zurück. Der Rohfasergehalt des verzehrten Weidefutters auf dieser Alp betrug während des ganzen Sommers rund 33 %. Auf der im Umtriebssystem bewirtschafteten Alp betrug der Rohproteingehalt des Weidefutters zu Beginn der Alpung rund 15 % und ging im ersten Aufwuchs ebenfalls zurück, und zwar auf rund 11 % in der 7. Alpwoche. Im zweiten Aufwuchs war der Rohproteingehalt wieder höher und betrug während der dritten Erhebungsphase in der 11. Alpwoche im Durchschnitt ca. 19 %. Der Rohfasergehalt bewegte sich hier, wie es zu erwarten war, in entgegengesetzter Richtung zum Rohproteingehalt. In der ersten Erhebungsperiode enthielt das verzehrte Futter rund 25 % Rohfaser. Dieser Wert stieg dann auf 28 % in der zweiten Erhebungsperiode an. Im zweiten Aufwuchs hatte das aufgenommen Weidefutter hingegen nur noch 21 % Rohfaser. Mit einfachen Weidemanagementmassnahmen konnte also ein über den ganzen Sommer andauernder Rückgang der Futterqualität gestoppt werden. Auf der extensiv bewirtschafteten Alp blieb der Futterverzehr der Schottischen Hochlandrind-Mutterkühe zusammen mit ihren Kälbern über den gesamten Sommer etwa auf der gleichen Höhe. Auf der intensiv bewirtschafteten Alp konnten die Tiere dagegen den Rückgang des Nährwertes des Futters von der ersten zur zweiten Erhebungsperiode teilweise durch eine Mehraufnahme kompensieren. In der dritten Erhebungsperiode, wo dann die Futterqualität besser war, ging die Futteraufnahme wieder zurück. Die Schottischen Hochlandrinder scheinen also ihren Futterverzehr zumindest teilweise an den Bedarf anpassen zu können. Trotz des durchschnittlich höheren Verzehrs an Trockenmasse und organischer Masse und der höheren Verdaulichkeit der organischen Masse auf der intensiv bewirtschafteten Alp war der Wachstumsverlauf der Schottischen Hochlandrind-Kälber auf beiden Standorten sehr ähnlich. Der durchschnittliche Zuwachs betrug rund 0.7 kg/d. Im Durchschnitt über die beiden untersuchten Alpsommer war auch die Rohproteinverwertung auf den beiden Standorten mit 6.2 % und 5.9 % der N-Aufnahme für die extensiv und die intensiv bewirtschaftete Alp ähnlich. Auf der intensiv bewirtschafteten Alp fiel im zweiten Aufwuchs mit dem höheren Rohproteingehalt die Rohproteinverwertung allerdings stark ab und betrug nur noch 3.7 %. Die Ergebnisse der Untersuchung lassen den Schluss zu, dass extensive Mastrassen wie Schottische Hochlandrinder gut mit mageren, extensiven Weiden zurecht kommen, aber kaum in der Lage sind, qualitativ hochwertiges Futter optimal auszunutzen.

In dieser Untersuchung wurde auch der Gehalt des Weidefutters an ausgewählten Mineralstoffen auf den beiden Alpweiden miteinander verglichen. Auf der extensiv bewirtschafteten Alp enthielt das aufgenommene Futter im Mittel ca. 3.9 g Ca pro kg T, auf der intensiv bewirtschafteten Alp, welche sich an einem Standort mit kalkreichem Muttergestein befindet, waren es mit 9.9 g Ca pro kg T fast dreimal mehr. Ähnliche Unterschiede wurden auch beim Magnesium gefunden, wo die Werte mit 1.7 g pro kg T auf der extensiv bewirtschafteten Alp nur gut halb so hoch waren wie auf dem intensiv bewirtschafteten Standort mit 3 g Mg pro kg T. Beim Phosphorgehalt waren die Unterschiede deutlich geringer mit Werten von 2.3 und 2.8 g P pro kg T auf den jeweiligen Alpen. Verglichen mit den Fütterungsempfehlungen würden die Gehalte an Ca und P an beiden Standorten zur Deckung des Bedarfs

knapp reichen. Allerdings ist auf der intensiv bewirtschafteten Alp das Ca:P-Verhältnis sehr unausgewogen, weshalb ein Ausgleich mit einem entsprechenden Mineralfutter notwendig ist. Auf dem extensiv bewirtschafteten Standort ist der Mg-Gehalt des Futters ungenügend. Deshalb ist hier eine Mineralstoffergänzung besonders notwendig. Auch in der Literatur wird häufig auf die Problematik der Mineralstoffversorgung in der Mutterkuhhaltung hingewiesen (Hampel, 1994; Golze und andere, 1997). Als Gründe werden unter anderem ein häufig unausgewogenes Angebot über das Grundfutter sowie Stress-Situationen genannt, die den Mineralstoffhaushalt beeinträchtigen (RAP, 1999). Deshalb sollte auch bei minimalem Aufwand für die Fütterung der Mineralstoffversorgung der Tiere eine entsprechende Beachtung geschenkt werden.

Schwerere Mutterkuhrassen im Vergleich mit anderen Rinderkategorien

Da es sich gezeigt hat, dass extensive Mutterkuhrassen auf qualitativ besseren Weiden die Futtergrundlage nur mangelhaft ausnutzen können, wurden in einem weiteren Projekt auf der intensiv bewirtschafteten Alp Weissenstein Versuche mit schwereren Mutterkuhrassen (Angus und Simmentaler) gemacht, da diese Rassen für den umstellungswilligen Landwirt mit nicht allzu schlechter Futtergrundlage wohl die wirtschaftlich interessanteren sind. Wenn durch die Spezialisierung der Milchviehhaltung Weideflächen nicht mehr für Milchkühe und Aufzuchtrinder gebraucht werden, aber weiterhin bewirtschaftet werden sollen, werden sie wohl am ehesten mit solchen Mutterkuhrassen genutzt. In den Untersuchungen wurden die Mutterkühe deshalb unter anderem auch mit Milchkühen und Aufzuchtrindern verglichen. Zum Vergleich mit anderen Tierkategorien wurden die Mutterkühe mit dem dazugehörenden Kalb jeweils zu einer Mutterkuheinheit zusammengefasst. In einer ersten Untersuchung von Estermann (2001) zeigte sich, dass sowohl Milchkühe (Simmentaler) als auch Mutterkühe (Angus) mit ihren Kälbern auf Alpweiden mit rund 15.8 resp 15.6 kg T pro Einheit und Tag eine ähnliche Futtermenge aufnehmen. Dabei verzehrten die Mutterkühe 11.6 kg T pro Tag und ihre Kälber 3.9 kg. Da die Mutterkuheinheiten mit 818 kg (Kühe 536 kg und Kälber 282 kg) wesentlich schwerer waren als die Milchkühe mit 602 kg LM, war der Verzehr der Milchkühe bezogen auf das Lebendmasse mit 2.6 kg T pro 100 kg LM höher als im System Mutterkühe mit 1.9 kg T pro 100 kg LM. Die Verwertung des aufgenommenen Futterstickstoffs durch die Milchkühe war mit 25.7 % wesentlich höher als bei den Mutterkühen mit 9.2 %. Die Milchkühe verloren allerdings während der Versuchsperiode im Durchschnitt 289 g Lebendmasse pro Tag, obwohl sie bereits am Ende des dritten Laktationsmonates waren. Dieser Abbau von Körperreserven könnte zusätzlich noch zur hohen Verwertung des Futterstickstoffes beigetragen haben. Die Mutterkühe nahmen hingegen in derselben Zeit 100 g pro Tag und ihre Kälber 989 g pro Tag zu, was im Durchschnitt für die Mutterkuheinheiten 1089 g pro Tag ausmachte. Im Vergleich zum früheren Versuch mit den Schottischen Hochlandrindern bringen die Kälber der schwereren und schnellwüchsigeren Angus-Mutterkühe auf den selben Alpweiden mit mittlerer bis guter Futtergrundlage höhere Zuwachsraten. Die Mutterkühe vermögen aber bei guter Futtergrundlage das Futterprotein dennoch nicht so effizient zu verwerten wie Milchkühe.

In einem weiteren Versuch verglich Estermann (2001) neben den beiden verschiedenen Mutterrassen Simmentaler und Angus auch zwei verschiedene Abkalbezeitpunkte miteinander. Bei den Mutterkuhkälbern, welche im Frühjahr geboren wurden, waren die durchschnittlichen Zunahmen während den Erhebungsperioden auf der Alp bei den Simmentalern mit 1211 g um 175 g und bei den Angus mit 1029 um 116 g höher als bei den im Herbst geborenen Kälbern. Die im Herbst geborenen Kälber nahmen mit 3.5 und 2.9 kg T pro Tag zwar bereits wesentlich mehr Weidefutter auf als die jüngeren, im Frühjahr geborenen Kälber mit 1.3 und 1.6 kg T pro Tag; aufgrund des Abkalbetermins im Herbst dürfte aber die Milchleistung ihrer Mütter bereits wesentlich abgesunken gewesen sein. Offensichtlich vermochten die im Herbst geborenen, heranwachsenden Kälber auf den Alpweiden diesen Rückgang

der Milchleistung ihrer Mutterkühe nicht vollständig mit einem entsprechenden Mehrverzehr zu kompensieren. Bei den Muttertieren gab es dagegen nur geringe Unterschiede im Futterverzehr zwischen den verschiedenen Abkalbezeitpunkten. Im Hinblick auf eine optimale Leistung der Mutterkuhkälber wäre deshalb bei einem Einbezug einer Alpung oder einer extensiven Weidenutzung im Sommer eine Abkalbung im Frühjahr vorteilhaft. Im Sommer auf der Weide können die Kälber dann die Milch der Kühe ausnutzen, welche dank des voll ausgebildeten Pansens das Weidefutter besser als die Kälber verwerten können. Wenn die Tiere dann im Winter sowieso in den Stall kommen, kann den Kälbern gezielt zugefüttert werden.

Da Mutterkühe häufig auch eine Alternative für nicht mehr gealpte Aufzuchtrinder darstellen, wurde in der Untersuchung von Estermann (2001) auf den gleichen Weideflächen auch noch eine Gruppe von Aufzuchtrindern mitgeweidet, damit ein Vergleich zwischen diesen beiden Tierkategorien möglich war. Die Aufzuchtrinder wogen rund die Hälfte dessen, was die Mutterkühe der Frühjahrsabkalbungen zusammen mit ihren Kälbern wogen (380 gegenüber 694 kg). Im Vergleich zu den Mutterkuheinheiten verzehrten die Aufzuchtrinder aber auch nur etwa die Hälfte dessen pro Tag an Weidefutter. Bezieht man die Weidefuttermenge auf die Lebendmasse, ergeben sich für die Mutterkuheinheiten in diesem Fall rund 2.4 kg T pro 100 kg Lebendmasse und für die Aufzuchtrinder 2.3 kg T pro 100 kg Lebendmasse. Die Aufzuchtrinder nahmen im Vergleich zu den Mutterkuheinheiten mit 530 g auch nur etwa die Hälfte pro Tag zu. Dagegen war die Stickstoffwertung in diesem Vergleich bei den Mutterkühen und Aufzuchtrindern sehr ähnlich (8 – 9 %).

Der Vergleich zwischen den Mutterkühen einer schwereren Rasse und den Aufzuchtindern einer Milchrasse zeigt, dass diese bezogen auf die Lebendmasse das Futter sehr ähnlich verwerten und auch dieselben Mengen an Stickstoff wieder ausscheiden. Wenn aufgrund der zurückgehenden Milchviehzahlen weniger Aufzuchtrinder zur Nutzung der Alpweiden zur Verfügung stehen, stellen Mutterkühe also eine vergleichbare Nutzungsalternative dar.

Milchkühe auf Alpweiden

Aus der praktischen Erfahrung und aus früheren Untersuchungen (Zemp, 1985) weiss man, dass bei der Alpung von Milchkühen, speziell von solchen mit höheren Leistungen, die Milchleistung und insbesondere auch der Milcheiweissgehalt stark zurück geht. Das letztere beeinträchtigt auch die Käseerzeugtauglichkeit der Milch. Für den Rückgang der Milchleistung und des Milcheiweissgehaltes wird im allgemeinen ein Energiemangel verantwortlich gemacht, der bei der Alpung von Kühen festgestellt werden kann (Christen, 1992). Da diese Faktoren auch zum Rückgang der Zahl der gealpten Milchkühe beitragen, aber man aus verschiedenen Gründen eine gewisse Nutzung von Alpweiden mit Milchkühen erhalten möchte, prüfte Berry (2000) in seinen Arbeiten auf der ETH-eigenen Alp Weissenstein, ob und welche Wirkung eine Zufütterung eines energiereichen, proteinarmen Kraftfutters auf die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe hat. Es wurden drei Gruppen mit Braunviehkühen miteinander verglichen. Zwei der drei Gruppen erhielten entweder rund 2 oder 4 kg Kraftfutter, was den halben resp. den ganzen Erhaltungsbedarf an Energie decken sollte. Die dritte Gruppe erhielt kein Ergänzungsfutter. Es zeigt sich, dass die Kühe, die Kraftfutter erhielten, den zeitlichen Aufwand für die Futtersuche auf der Alpweide reduzierten. Die Auswertung der Daten ergab dann, dass die Kraftfutterbeifütterung auf der Alp zu einer sehr hohen Grundfuttermengeverdrängung führte, die zwischen 1.6 und 2.6 kg pro kg Kraftfutter lag. So hohe Grundfuttermengeverdrängungen treten normalerweise unter Talbedingungen und bei den verwendeten Kraftfuttermengen nicht auf. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Kühe unter erschwerten Weidebedingungen, wie z.B. auf der Alp, den Aufwand für die Futtersuche und Futtermengeaufnahme optimieren und ein gewisses Energiedefizit in Kauf nehmen. Dementsprechend zeigte die Kraftfutterbeifütterung auch keine oder nur minimale Auswirkungen auf die

Milchleistung und den Milchfettgehalt. Im ersten Versuchsjahr war die tägliche Milchleistung der Kühe mit Kraftfutter (korrigiert auf den Energiegehalt) mit rund 17.4 kg ECM sogar tiefer als bei den Kühen ohne Kraftfutter mit 18.8 kg ECM im Schnitt.

Möglicherweise würde der Rückgang der Grundfutteraufnahme ab einem relativ hohen Niveau von Kraftfuttergaben gebremst. Darauf lassen jedenfalls Resultate von Bonvolenta et al. (1998) schliessen. Bei den hohen Kraftfuttergaben war die Effizienz des eingesetzten Kraftfutters allerdings relativ gering. Eine hohe Kraftfutterzufütterung würde unter Weidebedingungen zu einem stark erhöhten Arbeitsaufwand führen. Zudem muss das Kraftfutter in solchen Weidesystemen in der Regel während dem Melken verabreicht werden, was eine Aufteilung in mehrere Portionen schwierig macht.

Die Kraftfutterzufütterung bewirkte im Versuch von Berry (2000) allerdings eine deutliche Verbesserung der Ausnutzung des Stickstoffs aus dem Weidefutter. Damit wurde von den Kühen weniger leicht flüchtiger Harnstickstoff ausgeschieden, der in der Umwelt rasch verloren gehen kann. Mit dem Kraftfutter werden dem empfindlichen Ökosystem Alpweide aber auch Nährstoffe zugeführt. Wenn das Kraftfutter nicht besonders proteinarm ist, kann es damit zu einem bedeutenden Stickstoffeintrag in das System kommen. Bei knapper Weidefläche wäre es natürlich mit Kraftfutterzufütterung möglich den Tierbesatz zu erhöhen. Wenn hingegen genügend Weideflächen zu Verfügung stehen und durch Kraftfutterzufütterung die Weidefutteraufnahme durch die Tiere reduziert wird, kann dies dazu führen, dass die Tiere das heranwachsende Gras nicht mehr in genügendem Umfang abfressen, womit das Risiko von überständigen Pflanzen zunimmt, die über den ganzen Sommer stehen bleiben. Insgesamt ist es wohl sinnvoller für die Bewirtschaftung von Flächen an marginalen Standorten, die Tierrasse und das Leistungsniveau dem Potential der Flächen anzupassen anstatt einen grossen Aufwand für Beifütterung zu betreiben.

Eine Beifütterung von Kraftfutter bei Milchkühen wird auf Grund des Aufwandes und der beschränkten Wirkung sowieso an den wenigsten Standorten in Frage kommen. Für die meisten Betriebe wird sich deshalb mehr die Frage nach dem angepassten Tiermaterial stellen, wenn marginale Standorte bewirtschaftet werden sollen; sei dies nun mit Milchkühen oder mit anderen Rinderkategorien. Mit einer dem Standort angepassten Tierausswahl kann das Futterangebot der Weiden optimal ausgenutzt werden. Mit Tieren von zu niedrigem Leistungspotential entstehen unnötige Nährstoffverluste. Bereits mit einem recht begrenzten Weidemanagement (Umtrieb) kann der konstante Rückgang der Futterqualität über den Sommer gestoppt werden.

Zusammenfassung

Mit der Spezialisierung der Landwirtschaft auf der einen Seite und der Extensivierung auf der anderen Seite, wird die klassische Milchviehhaltung vielerorts durch andere Rinderkategorien abgelöst. Vermehrt werden deshalb verschiedenen Typen von Mutterkühen gehalten. Dazu gehören einerseits Robustrinder, wie z.B. Schottische Hochlandrinder. Diese bringen auch auf sehr extensiv bewirtschafteten Standorten immer noch vergleichbare Leistungen wie auf etwas intensiver bewirtschafteten Standorten. Auf den letzteren ist die Leistung der Robustrinder aber tiefer als diejenige von schnellwüchsigeren Mutterkuhrassen, wie z.B. Angus. Robustrinder sind kaum in der Lage mittlere bis gute Futterflächen optimal auszunutzen. Schwere Mutterkuhrassen verwerten das Weidefutter ähnlich gut wie Aufzuchtrinder. Bezogen auf die Lebendmasse nehmen sie auch ähnliche Futtermengen auf. Bei entsprechend vergleichbarem Besatz können diese für die Nutzung von Weideflächen somit eine Alternative zu der zurückgehenden Zahl an Aufzuchtrindern sein. Milchkühe zeigen mit Abstand die beste Stickstoffverwertung aus dem Weidefutter. Allerdings erleiden höher leistende Milchkühe bei der Alpung ein Energiedefizit und reagieren darauf mit einem verstärktem Rückgang der Milchleistung und

einem Abfall des Milchproteingehaltes. Es hat sich gezeigt, dass dem auch mit einer Kraftfutterbeifütterung nicht vorgebeugt werden kann. Deshalb sollten mit Milchkühen vor allem die besseren Weideflächen genutzt werden und das Leistungsniveau der Milchkühe an das Potential der Standorte angepasst werden.

Literatur

- Berry, N.R., 2000. Production efficiency and nutrient cycling of Brown Swiss dairy and Scottish Highland sucklers on high altitude pastures under varied feeding conditions. Dissertation ETH Zürich Nr. 13727.
- Bovolenta, S., Ventura, W., Piasentier, E. und Malossini, F. (1998): Supplementation of dairy cows grazing an alpine pasture: effect of concentrate level on milk production, body condition and rennet coagulation properties. *Annales de Zootechnie* 47, 169-178.
- Christen, R.E., 1992. Die Adaptation von Hochleistungskühen an die Alpung. Dissertation ETH Zürich Nr. 9773.
- Estermann, B.L., 2001. Nutrient cycling in suckler beef systems including alpine grazing. (Dissertation ETH Zürich Nr 14228). Schriftenreihe Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft im Alpenraum, Band 2. Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel.
- Golze, M. und andere, 1997. Extensive Rinderhaltung. Fleischrinder – Mutterkühe. BLV Verlagsgesellschaft, München.
- Hampel, G., 1994. Fleischrinder und Mutterkuhhaltung. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- RAP (Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere), 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. Auflage. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen (Schweiz)
- Zemp, M. 1985. Einfluss der Alpung auf produktionstechnische und physiologische Parameter von Kühen mit mittleren bis hohen Milchleistungen. Dissertation ETH Zürich Nr. 7868.

Anschrift des Autors

Dr. Hanns Rudolf Wettstein
ETH-Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften – Tierernährung
ETH-Zentrum – LFW B58.1, CH-8092 Zürich
E-mail: hans-rudolf.wettstein@inw.agrl.ethz.ch

Erwartungen der Konsumenten und Produzenten an die Fleischqualität

F. BAUER

Veterinärmedizinische Universität Wien

Was ist Fleischqualität?

Um die Erwartungen von Konsumenten und Produzenten an die Fleischqualität darstellen zu können, muss geklärt werden, was unter Qualität im allgemeinen und im besonderen unter Fleischqualität verstanden wird.

Ein allgemeine Definition der Qualität ist in der Norm DIN EN ISO 8402 (1995) festgelegt und wird als „Gesamtheit von Merkmalen und Merkmalswerten einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“ definiert. Dabei sind unter „Merkmalen und Merkmalswerten“ die Eigenschaften und unter „Einheit“ ein Produkt oder eine Tätigkeit zu verstehen.

Objektive Qualität wird unabhängig von den subjektiven Eindrücken des Konsumenten auf Basis der materiellen Zusammensetzung und der Produkteigenschaften (objektivierbar bzw. quantifizierbar) bestimmt. Ein „Qualitätsmerkmal“ ist ein die Qualität mitbestimmendes Merkmal. Jedes Qualitätsmerkmal sollte messbar (z.B. pH, Tropfsaftverlust) und einer Kategorie zuordenbar (z.B. Wasserbindungsvermögen) sein.

Daraus können wir ersehen, dass die Qualität und somit auch die Fleischqualität von Begriffen wie Güte oder Wertschätzung klar zu trennen ist. Eine der ersten Definition von Fleischqualität (Hammond 1952 zit. nach Hofmann 1987) lautet: „Qualität kann am besten als das definiert werden, was die Menschen am liebsten mögen und wofür sie bereit sind mehr als durchschnittliche Preise zu bezahlen“. Hier kann wohl eher nur Güte oder Wertschätzung gemeint worden sein.

Eine der Norm entsprechende Definition kann die von Hofmann (1973) aufgestellte angesehen werden, in der er Fleischqualität als „die Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch-toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften“ beschreibt oder einfacher ausgedrückt „Qualität ist die Summe aller Qualitätsfaktoren“

Qualitätsfaktoren/merkmale

Im folgenden werden die einzelnen Qualitätsfaktoren näher beschrieben, die sich in vier Gruppen einteilen lassen (Hofmann, 1987, 1993, 1994).

Die sensorische Eigenschaften werden mit Hilfe der Sinne (Sehen, Schmecken, Riechen, Tasten) erkannt, die wichtigsten sind Aussehen, Geschmack, Geruch, Saftigkeit, Zartheit bzw. Festigkeit und bestimmen Genusswert des Produktes.

Unter die Gruppe der ernährungsphysiologische Eigenschaften sind Art und Menge von Nährstoffen (z.B. Eiweiß, Fett, Vitamine, Mineralstoffe) zu reihen. Der Nährstoffgehalt ist wesentlich für eine gesunde Ernährung.

Alle Einflüsse, die für die menschliche Gesundheit und den Verderb des Produktes relevant sind (z.B. Mikroorganismen, pH-Wert, a_w -Wert, Pökelfstoffe, Redoxpotential, Temperatur, Rückstände) zählen zu den hygienisch-toxikologische Eigenschaften

Die Eignung des Fleisches für verschiedene Zubereitungszwecke im Haushalt und für die Herstellung von Fleischerzeugnissen (z.B. Gehalt und Zustand von Eiweißen und Fetten, Wasserbindung/Safthaltung, Bindegewebsgehalt, Gewebestruktur, pH-Wert, Fleischfarbe, Mikroorganismengehalt) kann unter die verarbeitungstechnologischen Eigenschaften subsummiert werden.

Erwartungen des Konsumenten an die Fleischqualität

Der Verbraucher wird unter Qualität in erster Linie die subjektiv bestimmte Güte, die von der Wertschätzung des Menschen abhängt, verstehen. Bezüglich der oben genannten Qualitätsfaktoren werden für den Konsumenten nur einige relevant sein, und zwar vor allem aus der Gruppe der sensorischen, hygienischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften des Fleisches. An einigen Beispielen soll demonstriert werden, welche Vorstellungen die Verbraucher an die Qualität oder besser gesagt an die Güte des Fleisches haben.

Zartheit des Fleisches

Es muss sicher nicht extra betont werden, dass sich jeder Konsument ein zartes Fleisch wünscht. Beim Rindfleisch hängt dies in erster Linie von der Reifung ab, ein zusätzlicher Faktor ist aber auch die Marmorierung, der Gehalt an intramuskulärem Fett des Fleisches, das ebenfalls das Fleisch zarter macht, da weniger Muskel durchbissen werden muss. Bei Schweinefleisch ist die Gefahr des Auftretens von PSE-Fleisch der Hauptgrund für zähes Fleisch nach dem Zubereiten. Auch hier ist ein mehr marmoriertes Fleisch für die Zartheit ein Vorteil. Der Gehalt an Fett steht jedoch im Widerspruch zu der derzeitigen Wertschätzung des Verbrauchers. Während in Zeiten des Nahrungsmittelmangels Fette und fettreiche Lebensmittel sehr begehrt (= geschätzt) wurden, werden heute Fette gemieden und schieres, fettarmes und eher helles Fleisch bevorzugt.

Aroma des Fleisches

Das Aroma des Fleisches hängt in erster Linie von den postmortalen Vorgängen ab, wie der Bildung von Lactat und ATP-Abbauprodukten wie Inosinmonophosphat aber auch vom Entstehen von Aminosäuren und Peptiden während der Reifung ab. Aber auch die intramuskulären Fette tragen zum Genusswert bei, da in vermehrtem Maße fettlösliche Geschmacksstoffe vorhanden sind. Kommt es durch großen Stress von der Schlachtung zu einem Glykogenabbau, entsteht DFD-Fleisch, das wegen geringerer Produktion von Lactat und ATP-Abbauprodukten wenig Fleischaroma aufweist.

Gewebliche Zusammensetzung des Fleisches

Auch für den Konsumenten können verarbeitungstechnologische Kriterien eine Rolle spielen, da nicht jeder Fleischteil eines Tieres für jede Zubereitungsart geeignet ist. So wird für die Zubereitung eines Gulasches ein bindegewebsreicheres Fleisch wie der Wadschinken verwendet, zum Kurzbraten der

Lungenbraten, das Beiried oder das Kotelett, zum Kochen der Tafelspitz, das Schulterscherzel oder der Schweinebauch.

Freilandhaltung

Eine steigende Anzahl von Konsumenten bevorzugt Fleisch von Tieren, die in Freilandhaltung gemästet wurden, zum einem aus ethischen Gründen und zum anderen, weil sie der Meinung sind, dass das Fleisch dieser Tiere zarter, geschmackvoller oder gesünder sei. In eigenen Untersuchungen haben wir festgestellt, dass in vielen objektiven Qualitätsfaktoren keine oder nur ein marginaler Unterschied zwischen Freiland und Anbindehaltung besteht oder die Unterschiede auf andere Faktoren zurückzuführen sind, so dass die Bevorzugung des Fleisches von Freilandrinder kein Qualitätskriterium sondern eine Frage der Wertschätzung darstellt (Bauer et al. 1997).

Im allgemeinen erwartet der Konsument bei Fleisch und Fleischerzeugnissen wie auch bei anderen Lebensmitteln ein wohlschmeckendes, der Gesundheit nicht abträgliches Produkt mit möglichst wenig Zusatzstoffen, das frei von Rückständen ist. Ferner sollten die zur Verarbeitung verwendeten Tiere aus artgerechter Haltung stammen und tierschutzgerecht geschlachtet werden. Bei manchen Bevölkerungskreisen wird auch der Preis eine nicht unwesentliche Rolle im Erwartungsprofil spielen. Tierische Lebensmittel werden im allgemeinen vom Verbraucher als ungesunder eingeschätzt als pflanzliche, wobei sicher als einer der Gründe die vermeintlich überdurchschnittlich hohe Belastung mit Rückständen und Zusatzstoffen anzusehen ist. Rückstände, im besonderen die chemischen Rückstände werden vom Konsumenten als Substanzen mit dem gesundheitlich höchsten Risiko eingestuft, gefolgt von Zusatzstoffen, pathogenen Mikroorganismen sowie Über- und Fehlernährung. Am unbedeutendsten aus der Sicht des Verbrauchers sind natürliche Giftstoffe. Die Experten sind sich dagegen einig, dass falsche Ernährung diesbezüglich das größte gesundheitliche Risiko darstellt. Dann folgen pathogene Mikroorganismen und natürliche Gifte. Chemische Rückstände und Zusatzstoffe werden mit eher geringem Risiko eingestuft.

Generell kann festgestellt werden, dass Fleisch und Fleischerzeugnisse, im Gegensatz zur landläufigen Meinung ein mit Zusatzstoffen und Rückständen wenig belastetes Lebensmittel darstellt.

Erwartungen des Produzenten an die Fleischqualität

Für den Produzenten sind vor allem die verarbeitungstechnologischen Qualitätsfaktoren ausschlaggebend. Im folgenden soll an Hand von Frischfleisch und den einzelnen Gruppen der Fleischerzeugnisse dargestellt werden, welche Anforderung an die Beschaffenheit des Fleisches gestellt werden.

Frischfleisch

Bei Frischfleisch wird eine lange stabile leuchtend rote Farbe vorausgesetzt, die einerseits durch Verpackung in sauerstoffreicher Atmosphäre erzielt werden kann, andererseits aber auch durch die Beimengung antioxidativ wirkender Stoffe zum Futter wie Vitamin E oder entsprechende Kräuter z.B. Salbei, Oregano oder Rosmarin.

In Rahmen dieses Versuches wurde Schweinen mit Futter ohne Zusatz und mit Zusatz von 1% Salbei; 0,5% Salbei und 0,5% Oregano und 1% Oregano gemästet.

Aus dem gewonnenen Fleisch wurde von jedem einzelnen Tier Hamburger Speck und aus einer Mischung aus Fleisch aller Tiere Salami hergestellt. Neben der Analyse der Fettkennzahlen wurden die Produkte auch sensorisch (Geruch, Geschmack und Farbe) und auf die Bildung von Cholesterinoxiden untersucht.

Die Untersuchung der Produkte zeigte, dass sensorisch und bei der instrumentellen Farbmessung keine Unterschiede festzustellen waren, jedoch bei den Fettkennzahlen ein statistisch abgesicherter Unterschied zwischen der Oreganogruppe und der Kontrolle und bei den Cholesterinoxiden ein statistisch abgesicherter Unterschied zwischen den Gruppe, die Oregano enthalten und der Kontrolle (Jily et al. 2000)

Fleischerzeugnisse

(Daten aus Frey, 1986 und Wirth et al., 1990)

Grundsätzlich hat der Hersteller von Fleischerzeugnissen, im speziellen von Wurstwaren, darauf achten, dass die Rohstoffauswahl so getroffen wird, dass die im Österreichischen Lebensmittelgesetz festgelegten Grenzwerte nicht überschritten werden. Dies trifft vor allen auf den Gehalt an Bindegewebe und auch Fett zu. Es kann auch als selbstverständlich angesehen werden, dass grundsätzlich „normales“ Fleisch, d.h. Fleisch ohne Abweichungen (kein PSE, DFD oder ohne Kälteverkürzung) verwendet werden soll, nicht einwandfreies Fleisch in diesem Sinn aber doch verwertet werden muss. Im folgende werden Anforderungen an das Rohmaterial für die einzelnen Produktgruppen dargestellt.

Brühwürste: Grundsätzlich kann Fleisch aller pH-Bereiche zu Brühwurst verarbeitet werden. Bei DFD Fleisch wird die Wasserbindung verbessert, die Pökelfähigkeit und die Bildung des Pökelfarbstoffes wird dagegen schlechter. Bei der Verwendung von PSE Fleisch ist die Situation genau umgekehrt. In der Praxis wird dies keine Rolle spielen, da es zu einer Vermischung von Fleisch unterschiedlicher pH-Werte kommt. Für grobstückiges Einlagefleisch in Fleischwürsten wie z.B. Krakauer soll Fleisch ohne Abweichung wie bei den nachfolgen beschriebenen Kochpökelfleischen verwendet werden.

Kochpökelfleischen: Es soll „normales“ Fleisch verwendet werden, das zwei bis drei Tage abgehangen ist um eine entsprechende Zartheit und Saftigkeit zu erzielen. Fleisch mit niedrigem pH-Wert führt auf Grund der schlechteren Wasserbindung zu einem trockenem Produkt, jedoch mit kräftigem Salzgeschmack und guter Pökelfarbe. Fleisch mit hohem pH-Wert hat zwar eine gute Wasserbindung, das resultierende Produkt schmeckt aber mild und hat eine instabile Pökelfarbe. Der optimale pH-Wert des Ausgangsmaterials liegt zwischen 5,8 und 6,2 bis 6,4.

Kochwürste: Bei Kochwürsten (Leberwurst, Blutwurst) spielt für die Qualität bzw. Güte des Produktes eher die Frische der Innereien oder des Blutes eine Rolle als der pH-Wert des Ausgangsmaterials, grobe Einlagen ausgenommen.

Rohwürste: DFD Fleisch ist ungeeignet, da durch den hohen pH-Wert sich die Fermentationsflora nur schwer oder gar nicht durchsetzen kann und darüber hinaus die Abtrocknung wegen der guten Wasserbindung erschwert ist, so dass es bei ausschließlicher Verwendung zu Fehlprodukten kommt. Die pH-Werte sollen nicht über 5,8 bis 6,0 bei Rind und 6,0 bis 6,2 bei Schwein liegen. PSE Fleisch kann anteilmäßig zugesetzt werden, da dieses Fleisch gut abtrocknet und hohe Pökelfähigkeit besitzt. Das Fett soll reich an gesättigten Fettsäuren, d.h. sehr fest sein.

Rohpökelfleisch: Das verwendete Rohmaterial soll die gleichen Eigenschaften wie das für die Rohwürste haben, d.h. in jedem Fall kein DFD-Fleisch, PSE-Fleisch kann unter Einschränkungen verwendet werden, verursacht jedoch bei größeren Stücken mit mehreren Muskeln ein uneinheitliches Schnittbild (helle und dunkle Partien). Bezüglich des Fettes wird festem Fett der Vorzug gegeben.

Um einen festen Speck zu erhalten, dürfen schon im Futter nicht zu hohe Anteile an ungesättigten Fettsäuren enthalten sein. Das heißt aber nicht, dass in jedem Fall bei Maisfütterung dies zu einem

weichen Speck führt und somit er zur Rohwurst oder Rohpökelfleischherstellung nicht geeignet ist. In eigenen Versuchen wurden Schweine mit 3 verschiedenen Maissorten gefüttert und mit einer reinen Gerstenration verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die Festigkeit des Specks oder der Rohwurst von der Maissorte und nicht allein von der Tatsache, dass Mais verfüttert wurde, abhängig war (Remer et al. 2000).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Qualität des Fleisches, also seine Beschaffenheit von der Zielgruppe und vom Einsatzbereich abhängt und man daher nicht von „guter“ und „schlechter“ sondern von „geeigneter“ und „ungeeigneter“ Qualität sprechen soll.

Literatur

- Bauer, F., Seiwald, G., Bergmeister, G. und Böhm, J. (1997) Einfluss der Haltung auf verschiedene Qualitätsparameter von österreichischem Rindfleisch. In: Tagungsbericht der 37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes "Lebensmittelhygiene" (Ed.: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V.) Vol. I., S.56-62. ISBN 3-930511-35-5
- Frey, W. (1986) Die sichere Fleischwarenherstellung. 2. Auflage, Hans Holzmann Verlag Bad Wörishofen. ISBN 3-7783-0207-8
- Hofmann, K. (1973). Was ist Fleischqualität. Fleischwirtschaft, 53, 485-
- Hofmann, K. (1987). Der Begriff Fleischqualität – Definition und Anwendung. Fleischwirtschaft, 67, 44-49
- Hofmann, K. (1993). Qualitätsbegriffe bei Fleisch und Fleischerzeugnissen. Fleischwirtschaft, 73, 16-28
- Hofmann, K. (1994). What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. Meat Focus International 3, 73-82
- Jily, R., Siller, D. und Bauer, F. (2000): Antioxidative Futterzusätze und technologische Eignung des gewonnenen Fleisches. In: Einflüsse auf die Fettqualität bei Lebensmitteln tierischer Herkunft (Hrsg.: Paulsen, P.) S. 35-52, ISBN 3-901150-01-X
- Remer, H., Jily, R. und Bauer, F. (2000): Fütterung und technologische Wertigkeit von Fleisch. In: Einflüsse auf die Fettqualität bei Lebensmitteln tierischer Herkunft (Hrsg.: Paulsen, P.) S. 35-52, ISBN 3-901150-01-X
- Wirth, F., Leistner, L. und Rödel, W (1990) Richtwerte der Fleischtechnologie S. 67-109. Deutscher Fachverlag Frankfurt am Main, 2. Aufl. ISBN 3-87150-328-2

Anschrift des Autors

a. Univ. Prof. DI Dr. Friedrich Bauer
Institut für Fleischhygiene, Fleischtechnologie und Lebensmittelwissenschaft
Veterinärmedizinische Universität Wien
Veterinärplatz 1, A-1210 Wien
Tel.: +43-1-25077-3302
Fax: +43-1-25077-3390
Homepage: http://www.vu-wien.ac.at/i108/vmu/mitarbeiter/bauer_d.html

Fütterung und gesetzliche Umweltauflagen

– Beispiel Schweinemast

W. WETSCHEREK

Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Die Landwirtschaft ist durch ihren großen Flächenbedarf für einen großen Teil Österreichs ökologisch verantwortlich. Diese Verantwortung beschränkt sich aber nicht nur auf den bewirtschafteten Boden, sondern auch auf das Grundwasser und die damit verbundenen Fließ- und Seengewässern. Die EU-Nitratrichtlinie fordert ab 2003 eine Reduktion der N-Ausbringung je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) von 210 kg auf 170 kg. Nachfolgend werden die Probleme am Beispiel der Schweinemast dargestellt.

- Welchen Einfluss hat der Tierbestand je ha in Verbindung mit der Leistung und der Fütterung auf die Umwelt?
- Ist die EU-Nitratrichtlinie nur der Anfang **oder** kommen noch andere Grenzen (P, Schwermetalle) auf die Tierproduktion zu?

Gesetzliche Grundlagen und Richtlinien

Neben der angesprochenen EU-Nitratrichtlinie sind derzeit noch folgende Regelungen bezüglich der Tierkonzentration je ha vorgegeben.

Wasserrechtsgesetz 1959

Neben der N-Grenze kennt das Gesetz auch eine Grenze im Tierbestand je ha. Diese werden als Dunggroßvieheinheiten (DGVE) festgelegt und werden in der Tabelle 1 dargestellt. Laut §32 (2) g bedarf die Haltung von mehr als 3,5 DGVE je ha selbst bewirtschafteter und zusätzlich zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger zur Verfügung stehenden Fläche einer Bewilligung gemäß Wasserrechtsgesetz.

ÖPUL – Grenzen

Für die Inanspruchnahme von ÖPUL-Förderungen wurde ein maximaler Tierbestand von 2,0 GVE/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche festgelegt.

GLP - „Gute landwirtschaftliche Praxis“

Die GLP verlangt die Absenkung der Besatzdichte von 3,5 auf 2,83 DGVE. Als Alternative besteht auch die Möglichkeit, über Fütterungsmaßnahmen die N-Ausscheidungen zu reduzieren. Entweder die Limitierung des Rohproteingehaltes auf max. 17 % bei der Verwendung eines Universalmastfutters oder eine Phasenfütterung mit 18 % Rohprotein von 30 bis 70 kg Lebendmasse und danach mit 16,5 % Rohprotein bis Mastende.

Richtlinien einiger Bioverbände

Demeter: Deren Richtlinien legen die Grenze des Viehbesatzes mit 1,4 DGVE (bei eigener Futterbasis) bzw. 2,0 GVE (bei Futterzukauf) je ha fest.

Ernte: Der Verband versucht die Nitratrichtlinie mit 170 kg /ha durch einen eigenen Umrechnungsschlüssel für N-Ausscheidungen je Tier und Jahr umzusetzen. Für Mastschweine werden 12,1 kg N je Mastplatz veranschlagt.

In der Tabelle 1 wird ein Überblick über die recht heterogenen Bestandesgrenzen gegeben. Zum Teil werden dabei N-Ausscheidungen je Mastplatz und Jahr vorgegeben, welche bei einer Belegung rund ums Jahr auch bei hoher Mastintensität und optimaler Fütterung kaum erreicht werden können.

Tabelle 1: Tierbesatzgrenzen

Gesetz / Richtlinie	DGVE/ha	GVE/ha	N kg /ha	1 Mastplatz	Mast- plätze je ha	kg N je Mastplatz und Jahr
Wassergesetz	3,5			0,17 DGVE	20,6	8,3
EU-Nitratrichtlinie	2,83		170	0,17 DGVE	16,6	10,2
GLP	2,83		170	0,136 DGVE	20,8	8,2
ÖPUL		2,0	170	0,15 GVE	13,3	12,8
Ernte			170	12,1 kg N	14	12,1
Demeter	1,4 ohne Futterzukauf	2,0 bei Futterzukauf	170	0,17 DGVE 0,15 GVE	8,2 13,3	20,7 12,8

DGVE = Dunggroßvieheinheiten, GVE = Großvieheinheit

N-Ausscheidungen von Mastschweinen

Die Auswirkungen des genetischen Leistungspotentials bzw. der Fütterung auf die N-Ausscheidungen werden nachfolgend kurz dargestellt.

Genetisches Leistungspotential

Die in Österreich zur Verfügung stehenden Mastschweine haben eindeutig das Potential, zwischen 800 und 1000 g Tageszuwachs im Gewichtsbereich von 30 bis 110 kg Lebendmasse zu leisten. Dies erfordert natürlich ein gutes Betriebsmanagement mit bedarfsgerechter Fütterung und optimierten Hygienebedingungen. Das Muskelwachstum benötigt die richtige Mischung von essentiellen Aminosäuren und kann bei ausreichender Nährstoffversorgung bis zu einem genetisch festgelegten Maximum ausgeschöpft werden.

Um den genetischen Effekt darstellen zu können, wird eine hohe Rohproteinversorgung (18%) mit ausreichender Aminosäurenqualität für ein hohes Leistungspotential unterstellt. Die N-Ausscheidungen werden um etwa 17% je Tier gesenkt, wenn die Schweine 100 g besseren Tageszuwachs erreichen. Wenn man den zusätzlichen Nebeneffekt der höheren Umtriebshäufigkeit von etwa 10% ausnützt, bleibt noch immer eine etwa 7% geringeren N-Ausscheidung je Mastplatz über (Tabelle 2).

Vergleicht man die ÖPUL-Grenze von 2,0 GVE/ha mit der Grenze von 170 kg N nach der EU-Nitratrichtlinie, so muss man feststellen, dass bei einer vorgegebenen Einheitsfütterung mit 18 % Rohprotein bei keinem Leistungsniveau der Tierbestand von 13,33 Mastplätzen = 2,0 GVE je ha möglich ist. Das bedeutet, dass jedenfalls zusätzliche Maßnahmen in der Rationsgestaltung (Absenkung des Rohproteingehaltes und Ergänzung von limitierenden Aminosäuren) notwendig sind.

Reduktion des Rohproteingehaltes im Futter

Die neue EU-Nitratrichtlinie fordert erstmals die Tierernährung auf, Wege aufzuzeigen, um diese Ziele zu erreichen. Lösungen bieten altbekannte Forderungen der Tierernährung nach Phasenfütterung = bedarfsgerechte Nährstoffversorgung bzw. nach der Optimierung der Aminosäurenversorgung.

So lange die Versorgung mit essentiellen Aminosäuren ausreichend gegeben ist, kann natürlich durch die Reduktion des Rohproteingehaltes am leichtesten und wirtschaftlichsten ein ökologisch positiver Effekt erzielt werden. Bei konstantem genetischen Leistungspotential ist eine Reduktion der N-Ausscheidungen um etwa 7,5 % je % Rohproteineinsparung zu erreichen (Tabelle 2). Die Modellberechnungen zeigen bei etwa 3,5 bis 4 kg N-Ausscheidungen je Mastschwein eine erreichbare Untergrenze auf.

Bei einem schlechten genetischen Leistungspotential, ist es natürlich richtig, durch einen geringeren Rohproteingehalt ebenfalls die N-Ausscheidungen zu reduzieren. Dabei muss aber gesichert sein, dass die geringe Leistung genetisch bedingt ist und nicht ein durch schlechtes Management begründetes geringes Leistungsniveau durch Futteranpassungen weiter erzwungen wird.

Konzepte der GLP – ökologisch gleichwertig

Die durchgeführten Modellrechnungen zeigen kaum unterschiedliche N-Belastungen der beiden Fütterungskonzepte der GLP. Im Vergleich zum Effekt bei gleichen Tageszunahmen haben diese Fütterungssysteme annähernd die gleichen ökologischen N-Belastungen zur Folge (Tabelle 2).

Modellrechnungen je Betrieb wären möglich!

Die derzeitige Handhabung des Problems über den Tierbesatz je ha ist mit großen Ungenauigkeiten behaftet und wird in vielen Fällen zu weit höheren N-Ausscheidungen führen, als sie der EU-Richtlinie entsprechen. Eine weit genauere Methode wäre die Auswertung des Tageszuwachses in Verbindung mit dem N-Gehalt des eingesetzten Futters je Betrieb.

Tabelle 2: Einfluss des Tageszuwachses auf ökologische und ökonomische Parameter

Merkmal	Tageszuwachs, g					
	650	700	750	800	850	900
Mastdauer, d	123	114	107	100	94	89
18 % XP						
N-Ausscheidung je Tier 30-110 kg LM, kg N	6,7	6,0	5,5	5,0	4,6	4,2
N-Ausscheidung je Jahr, kg N	17,5	17,0	16,3	15,9	15,2	14,8
17 % XP						
N-Ausscheidung je Tier 30-110 kg LM, kg N	6,2	5,6	5,1	4,6	4,3	4,1
N-Ausscheidung je Jahr, kg N	16,3	15,8	15,1	14,6	14,4	14,1
18 % / 16,5 % XP (GLP)						
N-Ausscheidung je Tier 30-110 kg LM, kg N	6,3	5,7	5,1	4,6	4,39	4,0
N-Ausscheidung je Jahr, kg N	16,4	15,9	15,3	14,6	14,4	14,0

P-Ausscheidungen von Mastschweinen

Noch gelten keine Vorschriften oder Richtlinien für Phosphor, obwohl er aus ökologischer Sicht für die Eutrophierung der Gewässer verantwortlich sein kann. Zusätzlich wird immer öfter zu einem möglichst schonenden Umgang mit einer weltweit knappen Ressource aufgerufen. Die heute übliche Schweinemast ist dadurch gekennzeichnet, dass etwa 70% des Futterphosphors wieder in der Gülle vorgefunden werden. Dabei wird 65% des Futterphosphors gar nicht verdaut, sondern direkt über den Kot ausgeschieden.

Die Tierernährung kann der Praxis für dieses Problem zwei Lösungskonzepte zur Minimierung der P-Belastung anbieten.

Phasenfütterung

Eine Schweinemast mit einem Einheitsfutter über die gesamte Mast muss, wie bei der N-Versorgung, zwangsläufig zu einer Überversorgung und höheren Ausscheidung führen. Ein Absenken des P-Gehaltes von 5,5 g P/kg auf 4,8 g P/kg im Bereich von 60 bis 85 kg Lebendmasse und bei höheren Lebendmassen auf 4,5 g P/kg reduziert die P-Ausscheidungen bereits um etwa 15 %.

Verbesserung der P-Ausnutzung

Eine zusätzliche Optimierung der Futtermischungen mit der Zielsetzung, die P-Ausnutzung zu erhöhen, kann durch den Einsatz von möglichst gut verdaulichen P-Quellen bzw. die Mobilisierung des phytatgebundenen Phosphors durch den Einsatz von Phytasen erzielt werden. Positive Effekte im Ausmaß von 40 bis 50 % sind dabei realisierbar.

Spurenelementversorgung von Mastschweinen

Aus Gründen des Boden- und Grundwasserschutzes kommen die Spurenelemente immer mehr in den Blickpunkt des politischen Interesses. Vor allem der Einsatz von Zink und Kupfer in hohen Mengen führt bei der Ausbringung des Stallmistes oder der Gülle zu erheblichen Belastungen. Derzeit laufen in der EU und besonders in Deutschland Bemühungen, diese Gefahren in den Griff zu bekommen. Dabei werden die Wirtschaftsdünger stets in Zusammenhang mit Komposten und Klärschlämmen betrachtet.

Zink und Kupfer aber auch andere Spurenelemente sind in geringen Mengen für das Schwein essentiell. Die in ungebundener Form für die Zellen meist hochtoxischen Stoffe werden durch den Einbau in organische Verbindungen ungiftig und sind dann sogar lebenswichtige Co-Enzyme. Da sich der Organismus über weite Grenzen vor einem Überschuss im Körperinneren durch eine Anpassung der Adsorption und der Exkretion schützen kann, sind die Überversorgungen in gewissen Umfang für die Schweine nicht gefährlich. Die aus Umweltschutzgründen reduzierten maximalen Obergrenzen für Zink und Kupfer im Schweinefuttermittel gewährleistet jedenfalls eine ausreichende Versorgung der Tiere. Die oft erhoffte pharmakologische Wirkung gegen Durchfall ist aber erst mit 50 bis 100 fachen Überdosierungen von Zink oder Kupfer erreichbar, die verboten und aus ökologischen Gründen keinesfalls vertretbar sind.

Wie werden Grenzwerte aus der Sicht der Tierernährung festgelegt?

Im Tierkörper (Blutbahn + Körper) besteht ein Nettobedarf an Spurenelementen. Dieser Nettobedarf ist um die unvermeidlichen Verwertungsverluste (Verdaulichkeit) erhöht und beschreibt den Bruttobedarf des Tieres. Die Bedarfsempfehlungen in Deutschland und Österreich sind so genannte Versorgungsempfehlungen. Dabei wird der Bruttobedarf durch Sicherheitszuschläge ergänzt, um Schwankungen im Futter oder unterschiedliche Bioverfügbarkeiten abzufangen. Eine Versorgung der Tiere über diesen Wert erscheint aus wissenschaftlicher Sicht nicht notwendig. Darüber hinaus beginnt ein Bereich des gesetzlich tolerierten Überschusses bis zu durch die Futtermittelverordnung vorgegeben Höchstwerten. Diese werden nach den Gesichtspunkten der Lebensmittelsicherheit, Tierbedarfes und Ökologischer Verträglichkeit festgelegt. Durch die Absenkung der futtermittelrechtlichen Höchstwerte nähern sich diese immer mehr den Versorgungsempfehlungen (Beispiel Kupfer und Zink).

Neuere Untersuchungen zeigen auch, dass die Versorgungssicherheit durch die Erhöhung der Bioverfügbarkeit deutlich verbessert werden kann. Beispiele dafür sind der Phytaseinsatz zur Steigerung der Zinkverfügbarkeit oder der Einsatz von hochverdaulichen Spurenelementverbindungen. Dabei ist aber stets zu bedenken, dass eine bessere Bioverfügbarkeit die Umwelt nur dann entlastet, wenn man dem entsprechend auch die Gehalte an Spurenelementen im Futter absenkt.

Ausblicke auf kommende gesetzliche Regelungen

Der Bodenschutz hat das Ziel der Vermeidung von Anreicherungen an Schadstoffen, um die Erzeugung von gesunden Nahrungsmitteln dauerhaft zu sichern. Der Trend der Gesetzgebung geht in die Richtung, die Ausscheidungen der Tierhaltung nicht mehr aus diversen Schadstoffgrenzen auszuklammern (weil GLP angenommen wird), sondern sie voll mit einzurechnen und zu bewerten. Da überschüssiges Zink und Kupfer fast vollständig in die Gülle gelangt, wird im Zuge des Bodenschutzes erhebliche Restriktionen der Zink- und Kupferemission aus der Tierhaltung gefordert werden. Von der Trockenmasse aber auch bei Kupfer und Zink liegt der Anteil der Wirtschaftsdünger am jährlichen Eintrag in die Umwelt in mehreren Untersuchungen bei 70 bis 80 %.

Derzeit wird auf politischer Ebene die Umsetzung des Bodenschutzes intensiv diskutiert.

Als **1. Phase** wird die Begrenzung der Akkumulation von Schadstoffen im Boden auf ein vorübergehend noch tolerierbares Maß angestrebt. Ziel ist Zeitgewinn für die Vorbereitung der Phase 2.

Die **Phase 2** ist als Vollschutz des Bodens ausgelegt, in der jede Akkumulationen von Schadstoffen nicht mehr toleriert werden. Das bedeutet der Zustand des Bodens darf sich nicht weiter verschlechtern. Es müssen also die zulässigen Konzentrationen gesenkt werden und alle Eintragspfade für den Boden, also auch die Wirtschaftsdünger berücksichtigt werden. Um dieses Ziel zu erreichen werden derzeit 2 Strategien diskutiert.

Strategie A: „Gleiches zu Gleichem“ besagt was auf den Boden kommt, soll langfristig den gleichen Gehalt an Schadstoffen haben, wie der Boden selbst. **Strategie B: „Ausgeglichene Bilanz“** verlangt, dass der unbedenkliche Austrag über alle Pfade gleich dem zulässigen Eintrag über alle Pfade sein soll. Generell ist eine Absenkung der Grenzwerte um etwa 50% bei Zink und Kupfer geplant.

Zusammenfassung

Die Forderung der Nachhaltigkeit der Schweinemast ist derzeit in mehreren Punkten nicht gegeben. Die oft geforderte Senkung der Besatzdichte führt zu einer ökologischen Entlastung der Fläche in Verbindung zu einem Verlust an Produktionsleistung. Nachdem die Schweinefleischproduktion im Gegensatz zu Milch oder Rindfleisch keineswegs zu den Überschussbereichen der Tierproduktion gehört, ist dies volkswirtschaftlich nicht sinnvoll. Eine Extensivierung führt jedenfalls auch zu einer dramatischen Verschlechterung der ökologischen Belastung je kg erzeugten Lebensmittel.

Durch die Anwendung von Fütterungsmaßnahmen (Bedarfsgerechte Phasenfütterung, Aminosäureergänzung, Phytaseeinsatz usw.) kann die Schweinemast auf intensivem Niveau hinsichtlich der N und P Ausscheidungen nachhaltig gestaltet werden.

Bei der Spurenelementversorgung ist in absehbarer Zeit mit Umweltauflagen zu rechnen. Diese werden gesetzliche Höchstwerte in der Fütterung nahe den Versorgungsempfehlungen erzwingen. Auch hier können Optimierungen in der Verfügbarkeit als Hilfestellungen angeboten werden. Für die richtige Einschätzung von organischen Spurenelementverbindungen bezüglich der Verfügbarkeit ist noch großer Forschungsbedarf gegeben. Gleiches gilt für die genaue Abschätzung des Bedarfswertes aller Spurenelemente für die modernen leistungsfähigen Mastschweinehybriden.

Anschrift des Autors

Ao. Univ. Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek
Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendelstr. 33
A-1180 Wien
E-Mail: wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Statistische Interpretation von Futtermittelanalysen

K. MODER

Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Die Angaben von Futtermittelanalysen sind fehlerbehaftet. Dies ergibt sich aus inhomogenen Proben, zufallsbedingten Abweichungen in der Analyse innerhalb eines Labors und aus systematischen Abweichungen zwischen den verschiedenen Labors. Der Ableitung von zuverlässigen Grenzwerten zur Beurteilung des Gehalts an Inhaltsstoffen kommt daher eine wichtige Rolle zu. Im Folgenden wird ein Überblick über die Gewinnung solcher Grenzwerte gegeben und auf deren Anwendung eingegangen.

Probenahme

Eine ganz wesentliche Komponente jeder Analyse ist das Ziehen einer geeigneten Stichprobe. Die Repräsentanz (die Verhältnisse in der Grundgesamtheit [=Partie] werden in annähernd gleicher Weise auch in der Stichprobe gefunden) der gewonnenen Stichprobe ist dabei von entscheidender Bedeutung für alle nachfolgenden Analysen und Berechnungen. Die Probenahme ist durch das Futtermittelgesetz 1999 (Futtermittelverordnung 2000), BGBl. II Nr. 51/2001, 373/2001 und 243/2003 geregelt.

Streuungsrechnung anhand von Analysenergebnissen

Die chemische Analyse der Stichproben liefert Messwerte, die sich sowohl innerhalb als auch zwischen den Labors in erheblichem Ausmaß unterscheiden. Die folgende Grafik soll für einen realen Datensatz diesen Variationsbereich veranschaulichen.

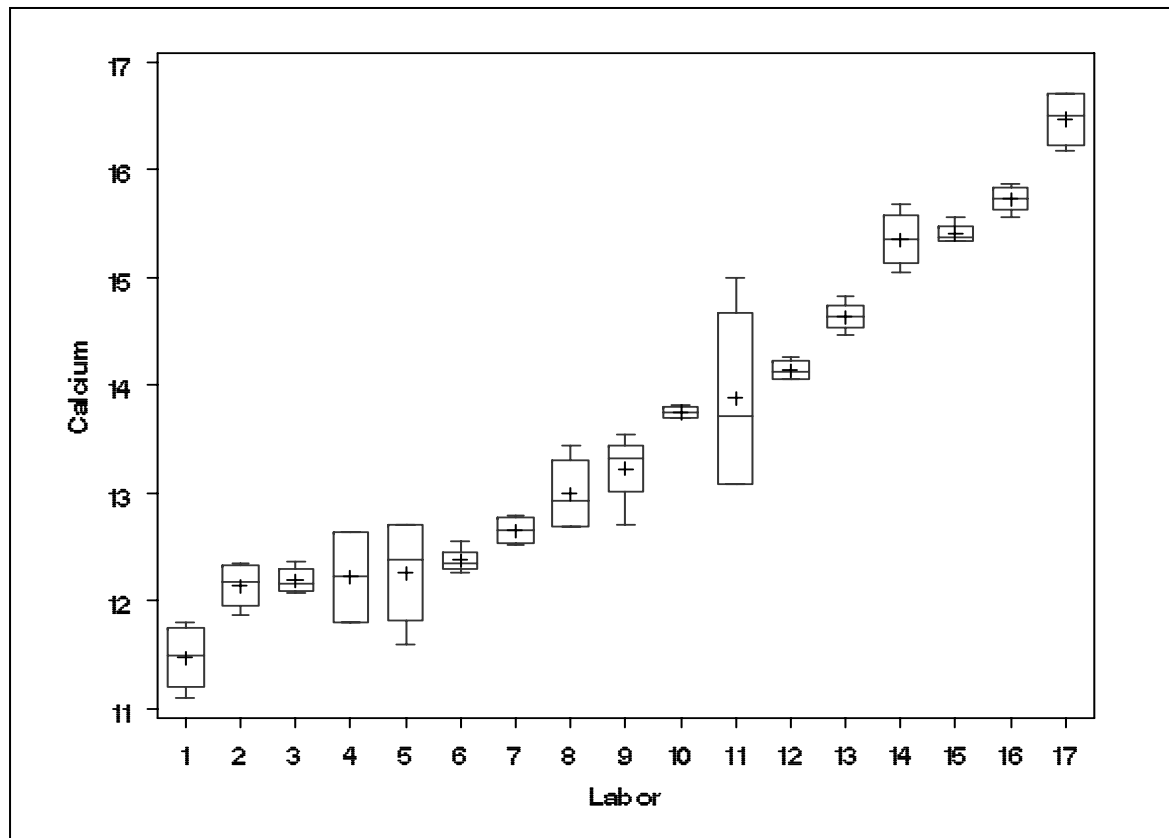


Abbildung 1: Analysenergebnisse von 17 verschiedenen Labors als Boxplotdarstellung für Calcium

Die Höhe der Box ist ein Maß für die Streuung innerhalb eines Labors und zeigt für verschiedene Labors sehr unterschiedliche Werte. Aus der Lage der Boxplots zueinander lassen sich sehr große Unterschiede zwischen den Labors erkennen. Nachdem hier jeweils Analysen an Stichproben derselben Partie vorgenommen wurden, muss die Zuverlässigkeit dieser Ergebnisse näher untersucht werden. Zur Eliminierung von Ausreißern wird der Grubb's[1]-Test verwendet:

$$G = \frac{\max |x_i - \bar{x}|}{s}$$

x_i ... i-ter Messwert in einem Labor
 $\bar{x}$... Labormittelwert
 s ... Streuung der Laborwerte

Überschreitet die berechnete G -Statistik den entsprechenden Tabellenwert, so gilt der Messwert als Ausreißer und wird eliminiert. Die Standardabweichung wird neu berechnet und das Verfahren wiederholt, bis kein Ausreißer mehr gefunden wird.

Denselben Test wendet man in abgewandelter Form auf Mittelwerte an:

$$G = \frac{\max |\bar{x}_i - \bar{\bar{x}}|}{s_{\bar{x}}}$$

$\bar{x}_i$... Mittelwert des i-ten Labors
 $\bar{\bar{x}}$... Mittelwert aller Labors
 $s_{\bar{x}}$... Streuung der Labormittelwerte

Auch hier wird solange geprüft - nach entsprechender Neuberechnung des Gesamtmittelwerts und der Streuung der Labormittelwerte - bis kein Ausreißer mehr erkannt wird.

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, unterscheiden sich die Labors sehr stark in der Streuung. Anhand von Cochran's C-Test[2] wird daher auch die Varianz (s^2) zur Beurteilung der Laborergebnisse herangezogen.

$$C = \frac{s_{\max}^2}{\sum_{i=1}^k s_i^2}$$

Die jeweils größte Varianz wird zur Summe aller Varianzen in Verhältnis gesetzt. Überschreitet der berechnete **C**-Wert den Tabellenwert, so wird das zugehörige Labor bei den weiteren Berechnungen nicht berücksichtigt.

Da sich durch die Elimination von Labors aufgrund der Varianz die Streuung der Mittelwerte ändert, werden diese Ausreißertests iterativ solange angewendet, bis kein Labor mehr ausgeschieden werden kann. Die verbleibenden Werte dienen nun zur Berechnung der Standardabweichung der Einzelmessungen.

Die Messwerte lassen sehr gut durch eine Normalverteilung beschreiben. Für diese Verteilung ist charakteristisch, dass ~ 95% aller Werte im Bereich von ± 2 Standardabweichungen um den Mittelwert liegen. Die Analysenspielräume der VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) basieren auf diesen Intervallen. Bedingt durch die unterschiedliche Messgenauigkeit bei verschiedenen Inhaltsstoffen und verschiedener Höhe dieser Inhaltsstoffe ergeben sich verschieden breite Intervalle.

Test auf Abweichungen vom Sollwert

Die Kenntnis der Verteilung, der Standardabweichung und des Sollwerts ermöglicht die Beurteilung von Partien in Hinblick auf die Richtigkeit der Angabe von Inhaltsstoffen. Werte, die mehr als 2 Standardabweichungen (umfasst ~95% aller Werte) vom Sollwert abweichen, werden als fehlerhaft eingestuft. Das heißt aber, dass neben tatsächlich vom Sollwert abweichende Partien ein ~5%-iges Risiko besteht, auch solche als fehlerhaft einzustufen, die in Wirklichkeit dem Sollwert entsprechen. In Abbildung 2 wird dieser Sachverhalt für einen tatsächlichen Calcium-Gehalt von 12,7 g/kg und einem Sollwert von 13,5 g/kg bei einer Standardabweichung von 0,4 g/kg grafisch dargestellt.

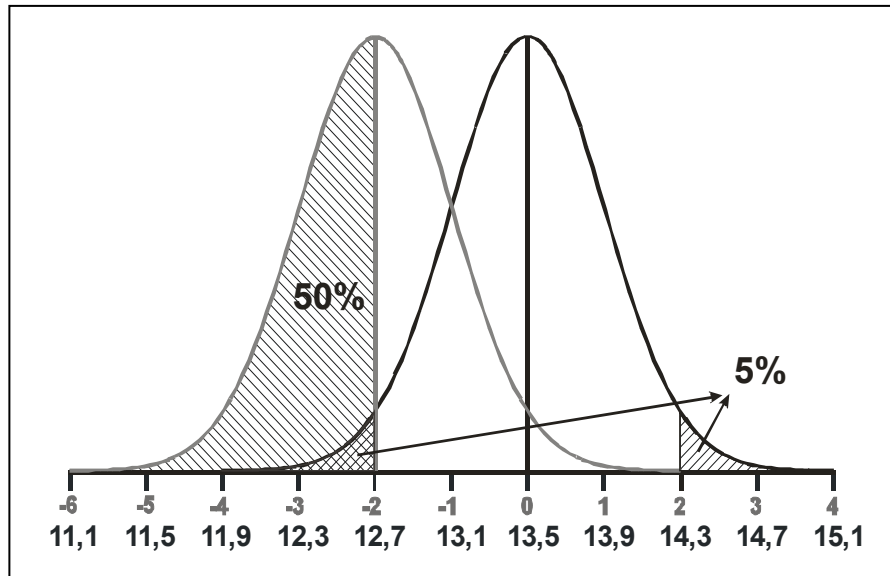


Abbildung 2: Wahrscheinlichkeit, Unterschiede zwischen Sollwert und Istwert im Calciumgehalt zu entdecken, wenn die Standardabweichung (s) 0,4 g/kg und der tatsächliche Unterschied 0,8 g/kg beträgt.

Die Standardabweichung wurde entsprechend den VDLUFA-Tabellen mit 0,4 g/kg für einen mittleren Calciumgehalt von 13,5 g/kg angenommen. Bei einem tatsächlichen Calcium-Gehalt der Partie von 12,7 g/kg kann diese Abweichung vom Sollwert wie aus der Grafik ersichtlich ist, in 50 Prozent der Proben festgestellt werden. Werden mehrere Proben analysiert und der Mittelwert berechnet, so ist die Streuung dieses Mittels gemäß der Formel

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \text{ geringer.}$$

Daraus folgt eine höhere Trennschärfe. In der folgenden Tabelle sind für verschiedene Stichprobenumfänge die zu erwartenden Entdeckungswahrscheinlichkeiten angeführt, wenn der tatsächliche Unterschied zwischen Ist- und Sollwert 0,8 g/kg beträgt.

Tabelle1: Beanstandete Proben in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang

Ist-Wert=12,7 Soll-Wert=13,5 s=0,4		
n	$s_{\bar{x}}$	Beanstandete Proben
1	0,4	50%
2	0,283	60%
4	0,2	97,7%
6	0,163	99,8%
8	0,141	99,99%

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, reicht ein Stichprobenumfang von 4, um bei einem gegebenen Unterschied von 0,8 g/kg in 97,7% diese Differenz zu erkennen. Bei kleineren Abweichungen zwischen Ist- und Sollwert muss die Anzahl der zu untersuchenden Proben erhöht werden, um mit der gleichen Wahrscheinlichkeit Unterschiede zu erkennen. Prinzipiell ist jede noch so kleine Abweichung vom Sollwert erkennbar, wenn der Stichprobenumfang entsprechend groß gewählt wird.

Zusammenfassung

Aus statistischer Sicht entsprechen die verwendeten Toleranzgrenzen der VDLUFA einem ~95%-igen Konfidenzintervall. Die dafür notwendige Bestimmung der Standardabweichung erfolgt über Ringanalysen und beinhaltet eine Reihe von Ausreißertests, die nach einem speziellen Algorithmus anzuwenden sind. Basierend auf dieser Streuungsschätzung können beliebig kleine Unterschiede zwischen Soll- und Istwert erkannt werden.

Literatur

- [1] Grubbs, Frank (February 1969), Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples. Technometrics, Vol. 11, No. 1, pp. 1-21.
- [2] Cochran, W.G. (1941) The Distribution of the Largest of a Set of Estimated Variances as a Fraction of their Total. The Annals of Eugenics, 11, pp. 47-52

Anschrift des Autors

Ass. Prof. Dipl. Ing. Dr. Karl Moder
Institut für Mathematik und Angewandte Statistik
Universität für Bodenkultur Wien
Max Emanuel-Straße 17, A-1180 Wien
E-mail: moder@mail.boku.ac.at

Ideales Protein in der Mast von Geflügel und Schweinen

R. LEITGEB¹⁾, NANDA ZEH¹⁾, F. ERTL¹⁾ und CHRISTINE IBEN²⁾

¹⁾ Universität für Bodenkultur Wien

²⁾ Veterinärmedizinische Universität Wien

Einleitung

Die Kombination von verschiedenen Futtermitteln zu einer Ration mit geringen Imbalancen für das Tier ist das Ziel der Rationsgestaltung. Dieses Ziel setzt aber genaue Kenntnisse über die Verdaulichkeit der Futtermittel, die Absorption der Nährstoffe im Verdauungstrakt und die Verwertbarkeit der absorbierten Nährstoffe in den Organen und Geweben voraus. Für die energetische Verwertung der Futtermittel bzw. Nährstoffe liegen gute Unterlagen vor. Die Verwertung der Proteine bzw. Aminosäuren im Tierkörper hingegen weist noch große Lücken auf.

Proteinformen bei der Rationsgestaltung

Rohprotein und verdauliches Eiweiß mit Lysin bzw. Methionin

Der Rohprotein (XP)-Gehalt sagt grundsätzlich wenig über die Eiweißqualität aus, da XP aus unterschiedlichen Anteilen an N₂-haltigen Verbindungen eiweißartiger und nichteiweißartiger Natur zusammengesetzt ist. Zur Verbesserung der Eiweißversorgung wurden bereits vor langer Zeit (FMVO 1976) für Schweine- und Geflügelfutter Mindest-Gehalte an Lysin bzw. Methionin und Methionin+Cystin festgelegt. Durch die Einschränkung der Futtermittel für Schweine und Hühner auf Futtermittel mit hoher Verdaulichkeit konnten grobe Fehler bei der Aminosäurenversorgung von Mastschweinen und Mastgeflügel vermieden werden.

Praecaecal verdauliche Aminosäuren

Unter praecaecal verdaulichen Aminosäuren (AS) versteht man AS, die vor dem Blinddarm (Caecum) verdaut werden, d. h. im caudalen Ileumchymus nicht mehr nachweisbar sind. Die Untersuchung auf praecaecal verdaute AS erfolgt am Ende des Ileums (Hüft darm). Der Anteil an sezernierten endogenen Proteinen im Ileumchymus kann die scheinbare Verdaulichkeit der AS von Futtermitteln stark beeinflussen. Der Einfluss der mikrobiellen Tätigkeit ist hier von untergeordneter Bedeutung.

$$\text{AID (AS}_i\text{) in \%} = \frac{\text{AS}_i\text{-aufgenommen (g/d)} - \text{AS}_i\text{-nachgewiesen (g/d)}}{\text{AS}_i\text{-aufgenommen (g/d)}} \cdot 100$$

AID = scheinbarer ilealer Verdauungskoeffizient (**a**pparent **i**leal **d**igestibility)

AS_i = beliebige AS

Standardisierte ileale Verdaulichkeit der Aminosäuren

Die standardisierte ileale Verdaulichkeit (SID) stellt eine wesentliche Weiterentwicklung der scheinbaren AS-Verdaulichkeit bei Monogastriern dar. Bei dieser Methode wird der endogene AS-Anteil vom Ileumchymus abgezogen und drückt die wahre Verdaulichkeit der AS aus (Mariscal-Landin et al., 1995).

$$\text{SID}^*) (\text{AS}_i) \text{ in } \% = \frac{\text{AS}_i\text{-Aufnahme (g/d)} - (\text{AS}_i\text{-Exkremente (g/d)} - \text{AS}_i \text{ endog. (g/d)})}{\text{AS}_i\text{-aufgenommen (g/d)}} \cdot 100$$

^{*)} SID = standardized ileal digestibility

Verwertbare Aminosäuren

Entscheidend für den Proteinstoffwechsel sind nicht die scheinbar oder wahr verdaulichen AS, sondern die im Stoffwechsel umsetzbaren oder verwertbaren AS. Wenn man von den praecaecal verdaulichen AS bereits von „idealem Protein“ spricht, unterstellt man allen wahr verdaulichen AS eine gleiche Verwertung im Stoffwechsel. Eine AS kann vollständig verdaut und absorbiert, aber nicht oder nur unvollständig verwertet werden (z. B. Fruktoselysin). Für die Ermittlung des „idealen Proteins“ wäre deshalb die Einbeziehung der Verwertbarkeit unbedingt notwendig.

Aminosäurenversorgung bei Schweinen

Die AS-Zusammensetzung der endogenen Ausscheidungen im Ileum von Schweinen wurden von Wünsche et al. (1987), Hess und Sève (1999), Boisen und Moughan (1996) untersucht. Von Boisen und Moughan (1996) wurden sie als Review veröffentlicht und die vorgeschlagenen Durchschnittswerte sind in Tabelle 1 angeführt. Die Berücksichtigung der endogenen Ausscheidungen erlaubt einen Vergleich der Verdaulichkeit von proteinarmen und -reichen Futtermitteln. Mit der scheinbaren Verdaulichkeit werden die proteinarmen Futtermittel unter- und die proteinreichen überschätzt.

Tabelle 1: Endogenes Aminosäurenmuster des Ileumchymus von Schweinen. (Boisen und Moughan, 1996, Vorgeschlagene Standardwerte, g/1000 g XP)

Cys	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Tyr	Val
16	15	25	40	30	10	30	45	12	20	35

Nach der AS-Analyse der Ration und des Ileumchymus kann nach Korrektur mit den endogenen AS-Ausscheidungen das wahr verdauliche AS-Muster für Schweine ermittelt werden. Wahr verdauliche AS werden durch das Darmlumen absorbiert, aber sie werden nicht unbedingt im Verhältnis 1:1 in Körperprotein umgesetzt. Die Umsetzbarkeit bzw. die Verwertung der wahr verdaulichen AS in Körperprotein würde die bedarfsgerechte Proteinversorgung der Schweine stark verbessern.

Tabelle 2: Wahr verdauliches Aminosäurenmuster für Schweine, relativ (Baker, 1995)

Aminosäure	LM-Bereich, kg		
	<20	20 - 50	50 - 110
Lys	100	100	100
Met	30	30	30
Thr	65	67	70
Trp	17	18	19
Arg	42	36	30
Cys	30	32	35
His	32	32	32
Ile	60	60	60
Leu	100	100	100
Met+Cys	60	62	65
Phe+Tyr	95	95	95
Val	68	68	68

Der Lysinbedarf für Mastschweinefutter (50 – 120 kg LM) ergibt sich aus folgender Regressionsgleichung:

Lys, % = $0,919 - 0,001539 \cdot \text{LM}$ (Kastraten)

Lys, % = $1,08 - 0,002154 \cdot \text{LM}$ (weib. Tiere)

Tabelle 3: Bedarf an Aminosäuren von Mastschweinen (Baker, 1995)

Aminosäure	Ideales relatives AS-Verh.	LM-Bereich, kg			
		50 - 90		90 - 115	
		Kastrat	weiblich	Kastrat	weiblich
Lys	100	0,68	0,75	0,58	0,61
Thr	70	0,48	0,53	0,41	0,43
Met+Cys	65	0,44	0,49	0,38	0,40
Trp	19	0,13	0,14	0,11	0,12

Aminosäurenversorgung bei Geflügel

Der Nettoleistungsbedarf an ileal verdaulichen AS für das Mastgeflügel ergibt sich aus dem Körper- und Federproteinansatz dividiert durch den Verwertungskoeffizienten der wahr verdaulichen AS. In dem für die Masthühner üblichen Mastzeitraum von 5 Wochen kann für Lys und Met+Cys von einem weitestgehend linearen Verlauf des Lys:Met+Cys-Verhältnisses ausgegangen werden (Lemme, 2003a).

In einem Fütterungsversuch wurde der Einfluss unterschiedlicher AS-Verhältnisse und XP-Gehalte in Alleinfuttermischungen für Broiler auf die Mast- und Schlachtleistung untersucht (Ertl, 2003, Zeh, 2003). Die XP- und AS-Gehalte in FG 1 wurde nach den Empfehlungen der Fa. Wech festgesetzt. Der Gehalt an XP in den FG 3 und 4 wurde gegenüber FG 1 und 2 um relativ 10 % abgesenkt. In FG 2 und 4 wurden die AS-Gehalte (Met, Thr, Trp) nach dem „idealen Protein“ dosiert (GfE, 1999). Der Versuchsplan geht aus Tabelle 5 hervor. In jeder FG wurden 88 Tiere in jeweils 6 Boxen gehalten. Die Mastdauer betrug 36 Tage.

Tabelle 4: Vergleich der relativen Verhältnisse von Bruttoamino säuren für Broiler (GfE, 1999)

Alter, Wo Institution	0.-3.		4.-6.		7.-8.		Gruber et al., 1999
	NRC-94	GfE-99	NRC-94	GfE-99	NRC-94	GfE-99	
Lys	100	100	100	100	100	100	100
Met	45	36	38	38	38	42	37
Met+Cys	82	71	72	87	71	96	70
Thr	73	67	74	76	80	84	66
Trp	18	16	18	17	19	17	14
Arg	114	108	110	117	118	122	108
Val	82	96	82	109	82	116	81
Ile	73	69	73	78	73	84	63
Leu	109	112	109	125	109	134	108
Phe	65	65	65	69	66	68	62
Phe+Tyr	122	118	122	137	122	156	121
His	32	32	32	33	32	35	38

Tabelle 5: Versuchsplan Hühnermastversuch

Merkmale	Futtergruppe			
	1	2	3	4
Starter Futter (1.-14. Tag)				
ME, MJ/kg	12,4			
Protein, %	23			
Lysin, %	1,38 (100)			
Methionin, %	0,58 (42)	0,50 (36)	0,58	0,50
Threonin, %	0,87 (63)	0,90 (65)	0,87	0,90
Tryptophan, %	0,25 (18)	0,22 (16)	0,25	0,22
Mastfutter I (15.-28. Tag)				
ME, MJ/kg	12,8			
Protein, %	22			
Lysin, %	1,30 (100)			
Methionin, %	0,55 (42)	0,48 (37)	0,55	0,48
Threonin, %	0,80 (62)	0,94 (72)	0,80	0,94
Tryptophan, %	0,21 (15)	0,21 (16)	0,21	0,21
Mastfutter II (29.-36. Tag)				
ME, MJ/kg	12,9			
Protein, %	21			
Lysin, %	1,15 (100)			
Methionin, %	0,52 (45)	0,44 (38)	0,52	0,44
Threonin, %	0,70 (61)	0,89 (77)	0,70	0,89
Tryptophan, %	0,19 (17)	0,20 (17)	0,19	0,20

Der geringere Gehalt an XP in den FG 3 und 4 ermöglichte eine deutlich höhere Einmischrate an Futtergetreide in den Alleinfuttermischungen. Der Anteil an Soja-hp in den FG 3 und 4 nahm um 6 bis 8 % ab und der Anteil an supplementierten AS um etwa das Doppelte zu. Weiters wurden die Alleinfuttermischungen gleichwertig mit Vitaminen, Spurenelementen, Loxidan, Cholin-Cl und Toyocerin ergänzt.

Die wichtigsten Mastleistungsergebnisse sind in Tabelle 6 angeführt. Die XP-Absenkung hatte starke negative Auswirkungen auf die LM-Entwicklung der FG 3 und 4. Bei den FG 1 und 2 war die Protein- und AS-Versorgung im Hinblick auf die Mastleistung anscheinend optimal. Bei abgesenktem XP-Gehalt hatte das ideale AS-Verhältnis auf die LM-Entwicklung und den Futteraufwand/kg LM-Zuwachs einen positiven Einfluss. Sowohl die LM-Entwicklung als auch die Effizienz des Futteraufwandes konnte durch die Berücksichtigung des idealen AS-Musters deutlich verbessert werden.

Tabelle 6: Mastleistung

Merkmale	Futtergruppe				P
	1	2	3	4	
LM, g	2074 ^a	2084 ^a	1918 ^{bc}	1988 ^{ac}	<0,01
TGZ, g	56 ^a	57 ^a	52 ^{bc}	54 ^{ac}	<0,01
Futterraufwand/kg LM, kg	1,72 ^a	1,75 ^a	1,91 ^b	1,84 ^{ab}	<0,01

Die Schlachtleistung wurde von allen Tieren individuell erfasst (Tabelle 7). Die Schlachtkörper der FG 3 und 4 waren um etwa 100 g leichter als die der FG 1 und 2. Die geringeren XP-Gehalte in den FG 3 und 4 führten zu höheren Gehalten an Abdominalfett und geringeren Herzgewichten. Die geringeren Herzgewichte der Tiere in den FG 3 und 4 weisen auf eine geringere Stoffwechselbelastung hin, was in der praktischen Hühnermast im Hinblick auf Ausfälle nicht unterschätzt werden sollte.

Tabelle 7: Schlachtleistung

Merkmale	Futtergruppe				P
	1	2	3	4	
OD-Ware kalt (ODW ^{*)}), g	1619 ^a	1608 ^a	1511 ^b	1508 ^b	<0,01
Grillfertige Ware (GW), g	1463 ^a	1450 ^a	1359 ^b	1360 ^b	<0,01
Abdominal Fett, g	29 ^a	32 ^{ab}	35 ^{bc}	37 ^c	<0,01
Herz, g	9,2 ^a	9,1 ^{ab}	8,3 ^c	8,6 ^{bc}	<0,01

^{*)} ODW = Ohne-Darm-Ware

Von jeder Futtergruppe wurden 12 Schlachtkörper in Brust, Schenkel, Flügel und Restkörper zerteilt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 angeführt. Der Anteil an Brustfleisch wurde in den FG 2 und 4 mit „idealem Protein“ deutlich erhöht. Auf diese Verbesserungen durch das „ideale Protein“ weist auch Lemme (2003b) hin.

Tabelle 8: Schlachtkörperanteile und chemische Analysenergebnisse

Trait	Futtergruppe				P
	1	2	3	4	
Tiere, n	12	12	12	12	-
Brust in % der GW	26,9 ^{ab}	28,0 ^a	25,1 ^b	26,8 ^{ab}	<0,01
TM in der ODW ^{*)} , %	33,3 ^a	33,7 ^{ab}	34,4 ^b	34,6 ^b	<0,01
Fett in der ODW ^{*)} , %	11,8 ^a	12,3 ^{ac}	13,2 ^{bc}	13,6 ^b	<0,01

^{*)} ODW = Ohne-Darm-Ware

Von 8 Tieren/FG wurde am 21. und 35. Masttag aus der Flügelvene Blut entnommen und auf Totalprotein, Albumin und Harnsäure untersucht (Tabelle 9). Bei Totalprotein und Albumin wurden zwischen den FG nur geringe Unterschiede und bei der Harnsäure wurden am 21. Masttag mit P=0,01 signifikante Unterschiede festgestellt. Die Proteinabsenkung in den Futtermischungen und die Berücksichtigung des „idealen Proteins“ in den Futtermischungen führte zu geringeren Gehalten an Harnsäure im Blut.

Tabelle 9: Blutparameter

Merkmale	Futtergruppe				P
	1	2	3	4	
Tiere, n	8	8	8	8	-
Harnsäure am 21. MT, mg/dl	6,91 ^a	6,69 ^{ab}	5,44 ^b	5,33 ^b	0,01
Harnsäure am 35. MT, mg/dl	7,83	6,87	6,70	6,00	0,42

Schlussfolgerungen

Stufenweise Verbesserungen bei der Proteinbewertung sind in den letzten Jahrzehnten laufend durchgeführt worden, der wirkliche Durchbruch steht aber noch aus. Solange sich die Rationspalette sowohl bei den Schweinen als auch beim Geflügel auf wenige hochverdauliche Futtermittel beschränkt, sind die Fehlerquellen bei der Protein-Bedarfsberechnung durch geringe Überdosierungen korrigierbar. Wenn aber höhere Maßstäbe an die Nährstoffökonomie angelegt werden, muss eine weitere Verbesserung zwischen der Bedarfsermittlung und der Versorgung über die Futtermittel erfolgen. In dieser Hinsicht sind die wahr verdaulichen AS ein wichtiger Zwischenschritt, aber noch lange kein Abschluss für eine optimale Proteinbedarfsdeckung. Eine bedarfsgerechte Proteinversorgung der Schweine- und Geflügelbestände wird erst durch die Einbeziehung der Verwertbarkeit oder Umsetzbarkeit der wahr verdaulichen AS in den Organen und Geweben erreicht werden. Ohne Einbeziehung der Verwertbarkeit der praecaecal wahr verdaulichen AS eines Futtermittels bleibt der Ausdruck „ideales Protein“ ein mit sichtbaren Fehlern behafteter Begriff.

Literatur

- Boisen S. and P. J. Moughan, 1996: Dietary Influences on Endogenous Ileal Protein and Amino Acid Loss in the Pig – A Review. *Acta Agric. Scand. Sect. A, Animal Sci* 46: 154-164.
- Ertl, F., 2003: Einfluss des „idealen Proteins“ bei hohem Proteinniveau auf die Mast- und Schlachtleistung von Masthühnern. Dipl. Arbeit Univ. f. Bodenkultur.
- Gruber, K., F. X. Roth und M. Kirchgessner, 1999: Das ideale Verhältnis von Aminosäuren im Broilerfutter. *Zit. nach GfE* (1999).
- Hess V. and B. Sève, 1999: Effects of Body Weight and Feed Intake Level on Basal Ileal Endogenous Losses in Growing Pigs. *J. Anim. Sci.* 77: 3281-3288.
- Lemme, A., 2003a: Das „Ideale Protein“-Konzept in der Broilerfütterung. 1. Methodische Aspekte – Möglichkeiten und Grenzen. *Amino News*, Jahrgang 04, Nr. 01, März 2003.
- Lemme, A., 2003b: Das „Ideale Protein“-Konzept in der Broilerfütterung. 2. Leistungen bei unterschiedlichen Gehalten an „Idealem Protein“. *Amino News*, Jahrgang 04, Nr. 02, Juni 2003.
- Mariscal-Landin, G., B. Seve, Y. Colleaux, and Y. Lebreton, 1995: Endogenous amino nitrogen collected from pigs with end-to-end ileorectal anastomosis is affected by the method of estimation and altered by dietary fiber. *J. Nutr.* 125: 136-146.
- Zeh, Nanda, 2003: Einfluss des „idealen Proteins“ bei niedrigem Proteinniveau auf die Mast- und Schlachtleistung von Masthühnern. Dipl. Arbeit Univ. f. Bodenkultur.
- Wünsche, J. U. Herrmann, Marlis Meini, U. Hennig, F. Kreienbring und P. Zwierz, 1987: Einfluss exogener Faktoren auf die präzäkale Nährstoff- und Aminosäurenresorption, ermittelt an Schweinen mit Ileo-Rektal-Anastomosen. *Arch. Anim. Nutr.*, Berlin 37: 745-764.

Anschrift des verantwortlichen Autors

ao.Univ.Prof. Dipl. Ing. Dr. Rudolf Leitgeb
Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien
E-Mail: rudolf.leitgeb@boku.ac.at

Zur Situation der Fütterung in der Bio-Tierhaltung

W. ZOLLITSCH und S. WLCEK

Universität für Bodenkultur Wien

"Precision feeding" und Biologische Landwirtschaft

In den einschlägigen wissenschaftlichen Arbeitsgruppen besteht weitgehender Konsens über die grundsätzlichen Ziele von Fütterungsstrategien für Nutztiere in der Ökologischen Landwirtschaft. Diese lassen sich folgendermaßen charakterisieren (Zollitsch et al. 2003a):

- Ausreichende Nährstoff-Versorgung des Tieres.
- Berücksichtigung der anatomisch-physiologischen Besonderheiten der jeweiligen Tierart.
- Ermöglichung des artspezifischen Futteraufnahme-Verhaltens durch entsprechende Futtermittel-Wahl, Fütterungstechnik und Fressplatz-Gestaltung.
- Gewährleistung weitgehend intakter Nährstoff-Kreisläufe auf betrieblicher und regionaler Ebene, effizienter Einsatz erneuerbarer Energieträger.
- Rücksichtnahme auf die ökonomischen Bedürfnisse der TierhalterInnen.

Für eine Optimierung der Fütterung auf biologisch wirtschaftenden Betrieben muss somit ein gegenüber der konventionellen Tierhaltung deutlich erweiterter Kriterien-Katalog zur Anwendung kommen. Je nach Tierart und Nutzungsrichtung müssen die oben genannten Kriterien prioritär gereiht werden, um trotz möglicher antagonistischer Beziehungen zwischen ihnen konkrete Fütterungsstrategien entwickeln zu können.

Wenn unter dem Terminus "Precision feeding" ein möglichst exakter Ausgleich zwischen Bedarf und Versorgung von Nutztieren zu verstehen ist, so ist jedenfalls für die Biologische Landwirtschaft relevant, dass Tiere neben einem Bedarf an einer bestimmten Nährstoff-Menge auch einen Bedarf an der Auseinandersetzung mit einer bestimmten Futtermenge ("mechanische Sättigung") über eine bestimmte Zeitdauer (Fresszeiten, Häufigkeiten von Mahlzeiten) bzw. Bedarf nach einer gewissen motorischen Aktivität, die mit der Futteraufnahme in Zusammenhang steht, haben (Porzig 1991). Etliche dieser Kriterien gehen in die oben formulierte Forderung nach der Ermöglichung des artspezifischen Futteraufnahme-Verhaltens ein, bleiben bei der traditionellen Sichtweise der klassischen Tierernährung aber vielfach unberücksichtigt.

Auf einer wissenschaftlichen Tagung zum Thema "Precision feeding" ist dieser Begriff daher einer interdisziplinären Diskussion zu unterwerfen, um einer – für die Biologische Landwirtschaft relevanten – ganzheitlichen Bewertung näher zu kommen.

Im Rahmen dieses Beitrages werden nur Teilaspekte, die der klassischen Tierernährung und Futtermittelkunde zuzuordnen sind, berücksichtigt. Diese reduktionistische Betrachtungsweise kann daher nur als Beitrag zu einer umfassenderen Auseinandersetzung mit dem Thema angesehen werden.

Nährstoffgehalt von Futtermitteln aus Biologischer Landwirtschaft

Systematisch erhobene Daten zum Nährstoff- und Energiegehalt von Futtermitteln, die auf biologisch wirtschaftenden Betrieben zum Einsatz kommen, wurden bisher nur vereinzelt und ansatzweise publiziert.

Wie sich die größere Artenvielfalt im biologisch bewirtschafteten Dauergrünland auf den Nährstoffgehalt auswirkt, lässt sich nicht verallgemeinernd festhalten. Aus einer Untersuchung einer repräsentativen Anzahl von Grassilage-Proben ist zu entnehmen, dass der einzige gesicherte Unterschied in einem höheren Ca-Gehalt der Silagen von biologisch wirtschaftenden Betrieben lag (Wiedner 1994). Daten aus einer kleineren Stichprobe von spezialisierten milchviehhaltenden Betrieben (66 konventionell, 11 biologisch wirtschaftend) aus Niederösterreich weisen auf ein besser entwickeltes Problembewusstsein bei den Bio-BetriebsleiterInnen hin: der Rohfaser-Gehalt in der Trockenmasse von Grassilagen vom ersten Schnitt lag mit 27,0 % signifikant niedriger als für die konventionellen Betriebe (28,5 %; Zollitsch et al. 2003b).

An unserem Institut wurden in den vergangenen Jahren Untersuchungen zum Protein- und Aminosäuregehalt von Futtergetreide (Winterweizen, Triticale, Gerste) aus Biologischer Landwirtschaft durchgeführt (Wlcek u. Zollitsch 2001, 2003). Einige wesentliche Ergebnisse daraus sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Gehalt an Rohprotein und ausgewählten Aminosäuren von Winterweizen, Triticale und Sommergerste aus biologischer Erzeugung im Vergleich zu Tabellenwerten

Inhaltsstoff	Winterweizen		Triticale		Sommergerste	
	Analysen- ergebnis	relativ	Analysen- ergebnis	relativ	Analysen- ergebnis	relativ
XP, g/kg	103	85	89	69	114	108
Lys, g/kg	2,5	74	2,7	70	3,4	86
Met, g/kg	1,7	83	1,5	79	2,0	113
Cys, g/kg	2,6	90	2,2	86	2,6	107
Thr, g/kg	2,9	78	2,6	75	3,4	89
Trp, g/kg	0,9	63	0,7	53	1,2	87
Lys, % in XP	2,44	91	3,15	92	3,04	88
Met, % in XP	1,61	103	1,74	--	1,79	115
Cys, % in XP	2,52	114	2,60	114	2,37	110
Thr, % in XP	2,79	--	3,05	--	2,98	91
Trp, % in XP	0,91	78	0,86	--	1,07	86

Aus den Angaben in Tabelle 1 ist ersichtlich, dass durch die geringere N-Versorgung des Öko-Getreides nicht nur der Gehalt an Rohprotein, sondern darüber hinaus insbesondere der Gehalt an den essentiellen Aminosäuren Lysin, Threonin und Tryptophan geringer als in den meist verwendeten Futterwerttabellen (Degussa 1990, DLG 1991) ist. Zu den Angaben in Tabelle 1 ist einschränkend hinzuzufügen, dass die Untersuchungen jeweils Proben eines Erntejahres umfassen und jahresbedingte Schwankungen daher nicht berücksichtigt werden konnten. In den Untersuchungen ergab sich auch ein signifikanter Einfluss des N-Düngerniveaus und der Sorte auf den Aminosäuregehalt sowie ein Hinweis auf eine Wirkung von Leguminosen-Vorfrüchten auf den Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren von Winterweizen.

Das derzeit meist eingesetzte einweißreiche Konzentratfuttermittel aus Biologischer Landwirtschaft stellt die Erbse dar. Eigene Untersuchungen (Zollitsch u. Huber 1994, Starz 2003) deuten auf eine erhebliche Variabilität des Futterwerts hin: So variierte der Proteingehalt der untersuchten Proben von

Erbsen unterschiedlicher Sorten und Typen zwischen 17,7 % und 23,6 %. Gerade für biologisch wirtschaftende Betriebe, für die der Futterwert der betriebseigenen Futtermittel aufgrund der Begrenzungen für Zukaufsfuttermittel besonders entscheidend ist, sind daher regelmäßig durchgeführte Futtermittelanalysen unverzichtbar. Diese Notwendigkeit wird durch vielfach beobachtete Mindergehalte für Protein im Kartoffeleiweiß, das derzeit noch ein wichtiger Aminosäurenlieferant in der Schweine- und Hühnerfütterung von Biobetrieben ist, unterstrichen (Wurzinger 1999).

Die ausreichende Aminosäurenversorgung von monogastrischen Nutztieren wird in Zukunft noch größere Anstrengungen als bisher verlangen: ab 2005 sieht die EU-Verordnung 2092/91, in der die Produktion von Lebensmitteln aus ökologischer Landwirtschaft geregelt wird, das grundsätzliche Verbot der Verfütterung von Futtermitteln aus konventioneller Erzeugung vor. In mehreren europäischen Ländern wird im Rahmen verschiedener Projekte derzeit intensiv an Strategien für die Implementierung einer "100 % Bio-Fütterung" gearbeitet. Für einige potenzielle Eiweiß-Futtermittel existieren in Österreich Erfahrungen aufgrund älterer Arbeiten unseres Institutes.

Versorgungssituation auf Bio-Betrieben

Milchkühe

Auch zur praktischen Fütterung auf biologisch wirtschaftenden Betrieben liegen nur punktuelle Befunde vor. Modellrechnungen zur Beurteilung der Versorgungssituation von Milchkühen auf Bio-Betrieben wurden von Steinwider (2000) publiziert. Demnach lässt sich für typische österreichische Standortbedingungen (grasbasierte Systeme) folgendes ableiten:

- Die Obergrenze, bis zu der eine einigermaßen balancierte Versorgung der Kühe gewährleistet werden kann, liegt je nach Grundfutterqualität bei 6500 (mäßige Qualität) bis 8000 kg Laktationsleistung (hohe Qualität).
- Bei Laktationsleistungen von über 6500 kg gerät die Kuh in eine nXP-Mangelsituation, wenn die Ration aus Grundfutter und energiereichen Kraftfuttermitteln besteht.
- Die Verfügbarkeit geeigneter eiweißreicher Konzentrate mit geringerer Pansenabbaurate des Proteins ist in der Biologischen Landwirtschaft sehr limitiert; daher ist je nach Grundfutterqualität bei höheren Leistungen für mehrere Monate während der Laktation mit überhöhten RNB-Werten zu rechnen.
- Durch eine Steigerung der Grundfutterqualität vermindert sich die Notwendigkeit des Zukaufs von Kraftfuttermitteln, physiologisch kritische Versorgungssituationen treten seltener bzw. erst bei höheren Leistungen auf: je 0,5 MJ NEL/kg T sind so 1000 kg Mehrleistung möglich.

Aus der schon zitierten Erhebung von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben in Niederösterreich (Zollitsch et al. 2003) lassen sich indirekt einige Schlüsse auf das Fütterungsmanagement der Bio-Betriebe ziehen (Tab. 2)

Tabelle 2: Kenndaten spezialisierter Milchviehbetriebe im Wald- und Mostviertel

Merkmal	Wirtschaftsweise		Signifikanz
	konventionell (n = 80)	biologisch (n = 17)	
Herdengröße, n	26,2	27,3	n.s.
Milchleistung, kg	6976	6467	*
Fettgehalt, %	4,25	4,23	n.s.
Eiweißgehalt, %	3,49	3,44	n.s.
Harnstoffgehalt, mg/100 ml	20,8	16,6	**
Besamungsindex	1,63	1,57	--
Abkalbequote, %	83,1	85,8	n.s.
Zwischenkalbezeit, Tage	392	379	**

Bei einem Vergleich der Betriebsdurchschnittswerte können die Differenzen in den wertgebenden Milchinhaltsstoffen Fett und Eiweiß nicht statistisch gesichert werden. Bei der Auswertung der Einzeltierdaten ist dies bei geringfügig anderen Schätzern für die Wirtschaftsweise sehr wohl der Fall. Ein Erklärungsansatz könnte im etwas geringeren Kraftfuttereinsatz der Bio-Betriebe liegen. Statistisch gesichert ist hingegen die Differenz im Milchharnstoffgehalt. Diese Unterschiede dürften in den fehlenden eiweißreichen Konzentrat-Futtermitteln begründet sein. Insgesamt deckt sich das Bild der untersuchten Betriebe mit den Modellrechnungen von Steinwider (2000): Ab Laktationsleistungen von 6000 kg wird für den Durchschnitt der Betriebe eine bedarfsgerechte Versorgung der Kühe schwieriger.

Trotzdem schneiden die Bio-Betriebe in den erhobenen Kriterien der Fruchtbarkeit tendenziell besser als die konventionellen Betriebe ab; die Zwischenkalbezeit ist um 13 Tage signifikant kürzer.

Schweine und Geflügel

Eine näherungsweise Einschätzung der Versorgungssituation von Schweinen im Feld erfolgte auf der Basis von Daten, die im Rahmen eines umfassenden Projektes des Instituts für Tierhaltung und Tiererschutz der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhoben wurden (Zollitsch et al. 2000). Demnach ist bei laktierenden Sauen, Ferkeln und Mastschweinen in der Anfangsmast zu erwarten, dass vor allem die Lysin-Versorgung im suboptimalen Bereich liegt, während die Methionin-Versorgung weniger kritisch einzuschätzen ist.

Mehrere Aspekte der praktischen Fütterung von Legehennen weisen auf die Grenzen des Konzepts "Precision feeding" für die Bio-Geflügelhaltung hin:

Angaben zum durchschnittlichen Futterverzehr von Hennen in alternativen Haltungssystemen schwanken je nach Autor zwischen weniger als 120 und mehr als 160 g je Henne und Tag (Wiener 1996, Strobel et al. 1998, Ingensand und Hörning 1999, Staack et al. 1999). PraktikerInnen berichten, daß der Futterverzehr von Legehennen im Sommer aufgrund physiologischer Thermoregulationsmechanismen auf unter 80 g je Tag sinken kann. Dadurch kann eine bedarfsdeckende Nährstoffaufnahme verhindert werden.

Weiters stellt die Futterstruktur bei Legehennen einen wesentlichen Faktor für die Höhe der Nährstoffaufnahme dar: Hennen selektieren bevorzugt grobe Futterpartikel (> 1,4 mm, Trei et al. 1997, Walser 1997). Dadurch kann es je nach Art des Futtertransports in den Stall und der Form der Futtergefäße zu substanziellen Futterverlusten kommen, die besonders die aminosäurereichen Komponenten (Mais-

kleber!) betreffen. Umgelegt auf eine 1000 Hennen-Herde wurden Futterverluste bei Pfannenfütterungssystemen von durchschnittlich 2,4 kg/ Tag nachgewiesen (Trei et al. 1997).

Einen innovativen Ansatz in Richtung "Precision feeding" könnte gerade bei Legehennen die Implementierung von Wahlfütterungskonzepten mit sich bringen: Durch das Angebot eines protein- und mineralstoffreichen Ergänzungsfutters zu unvermahlenem Getreide kann nicht nur der Nährstoffbedarf der individuellen Henne besser als mit Alleinfutter-Konzepten gedeckt werden, diese Form des Futterangebots bringt auch klare ethologische Vorteile mit sich (Deerberg 1995, Forbes u. Covasa 1995).

Schlussfolgerungen

- Wenn Tiere ihren Bedürfnissen gemäß gefüttert werden sollen, sind neben der Nährstoff-Versorgung eine Reihe weiterer Faktoren zu berücksichtigen.
- Eine exakte Rationsplanung verlangt exakte Ausgangsdaten: Aufgrund der größeren Variabilität des Nährstoffgehaltes von Futtermitteln aus biologischer Erzeugung sind regelmäßige Futteranalysen unverzichtbar.
- Durch die Begrenzungen in der Futtermittel-Verfügbarkeit treten auf Bio-Betrieben im hohen Leistungsbereich Fehlversorgungen mit größerer Wahrscheinlichkeit auf. Dies kann bei Wiederkäuern durch die Erhöhung der Grundfutter-Qualität teilweise kompensiert werden.
- Einen der wichtigsten Unsicherheitsfaktoren in "Precision feeding"-Systemen stellt bei hochleistenden Nutztieren die realisierte Futteraufnahme dar.

Literatur

- Deerberg, F. (1995): Geflügelfütterung im Ökologischen Landbau. In: BAT u. GhK: Ökologische Geflügelhaltung, 153-158.
- Degussa AG (1990): Die Aminosäurezusammensetzung von Futtermitteln. Frankfurt a. M. u. Hanau : Eigenverlag
- DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen – Schweine. 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- Forbes, J.M. and M. Covasa (1995): Application of diet selection by poultry with particular reference to whole cereals. World's Poultry Science Journal 51: 149-165.
- Ingensand, T. und B. Hörning (1999): Zur Wirtschaftlichkeit der ökologischen Legehennenhaltung. In: Hoffmann, H. und S. Müller: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Berlin, 287-290.
- Porzig, E. (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.
- Staack, M., G. Trei, B. Hörning und D. W. Fölsch (1999): Ausgewählte Ergebnisse des Modellvorhabens 'Artgerechte Legehennenhaltung in Hessen' unter besonderer Berücksichtigung des Arbeitszeitaufwandes. In: Hoffmann, H. und S. Müller: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Berlin, 283-286.
- Starz, W. (2003): Unveröffentlichte Daten, Diplomarbeit Institut für Ökologischen Landbau und Institut für Nutztierwissenschaften, BOKU Wien.
- Steinwider, A. (2000): Aspekte der Milchviehfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, 163-176.
- Strobel, E., S. Peganova, S. Dänicke und H. Jeroch (1998): Zum Einfluß von unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus konzipierten Futtermischungen mit unterschiedlichem Rohproteingehalt auf die Eiqualität bei zwei Legehennenherkünften. In: VDLUFA: 110. VDLUFA-Kongress "Einfluß von Erzeugung und Verarbeitung auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte", Giessen, 80.

Trei, G., M. Kuhn, D.W. Fölsch u. D. Djadjaglo (1997): Akzeptanz und Futterwert nach ökologischen Richtlinien erzeugten Futters für Legehennen in Volieren- und Bodenhaltung. In: Köpke, U. u. J.A. Eisele. Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 610-614.

Walser, P.T. (1997): Einfluss unterschiedlicher Futterzusammensetzung und -aufarbeitung auf das Auftreten von Federpicken, das Nahrungsaufnahmeverhalten, die Leistung und den Gesamtstoffwechsel bei verschiedenen Legehennenhybriden. Dissertation ETH Zürich.

Wiedner, G. (1994): Persönliche Mitteilung.

Wiener, B. (1996): Vergleich zwischen Legehennen- und Milchkuhfütterung auf biologisch wirtschaftenden Betrieben in der Steiermark. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur Wien.

Wlcek, S. u. W. Zollitsch (2001): Rohprotein- und Aminosäuregehalte von Winterweizen und Triticale aus Biologischem Anbau. Endbericht Forschungsprojekt Nr. 1113, BMLFUW Wien.

Wlcek, S. u. W. Zollitsch (2003): Untersuchungen zum Rohprotein- und Aminosäuregehalt als wichtige Kriterien des Futterwerts biologisch erzeugter Gerste. Endbericht Forschungsprojekt Nr. 1294, BMLFUW Wien.

Wurzinger, M. (1999): Erhebung der Fütterungspraxis bei Mastschweinen auf biologisch wirtschaftenden Betrieben in Niederösterreich. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur Wien.

Zollitsch, W. u. R. Huber (1994): Entwicklung richtlinienkonformer Puten-Rationen. Unveröffentlichter Versuchsbericht.

Zollitsch, W., S. Wlcek, T. Leeb u. J. Baumgartner (2000): Aspekte der Schweine- und Geflügelfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, 155-162.

Zollitsch, W., T. Kristensen, C. Krutzinna, F. MacNaeihde and D. Younie (2003a): Feeding for health and welfare: The challenge of formulating well-balanced rations in organic livestock production. In: Vaarst, M. et al. (eds.), Animal Health and Welfare in Organic Agriculture. CABI Publishing, in print.

Zollitsch, W., S. Wlcek, N. Souren (2003b): Analyse der Kennzahlen milchviehhaltender Betriebe in den Regionen Most- und Waldviertel; Beitrag zum Interreg IIIA-Projekt "Haltungs- und Qualitätsoptimierung in der Rinderhaltung und Rinderzucht"; unveröffentlichter Bericht.

Anschrift des verantwortlichen Autors

Ao.Univ.Prof. Dipl. Ing. Dr. Werner Zollitsch
Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien
E-mail: zoll@edv1.boku.ac.at

Micro Tracer[®] Analyse – so überprüft man die Mischgenauigkeit und die Verschleppungsneigung von Produktionsanlagen!

S. ARTELT

Micro Tracers Services Europe GmbH

Einleitung

Für eine leistungsgerechte und gesunde Fütterung von Nutztieren ist neben der Rezeptur für das Futter auch die Genauigkeit, mit der das jeweilige Futter hergestellt wird, von besonderer Bedeutung. Jedes Tier sollte dasselbe Futter in der genauen, richtigen Zusammensetzung bekommen und außer den Rezepturbestandteilen sollten keine weiteren Stoffe im Futter nachweisbar sein.

In der Praxis unterliegt die Futtermittelherstellung technischen und ökonomischen Grenzen. So wird die Genauigkeit der Zusammensetzung des Futters durch die Genauigkeit der verwendeten Waagen in der Produktionsanlage begrenzt. Die erreichbare Homogenität der Futtermittelmischung wird hauptsächlich durch den verwendeten Mischer und dazugehörige Parameter wie z.B. die Mischzeit bestimmt. Die Verschleppungsneigung der Anlage von einer Charge zur anderen (Batchbetrieb) ergibt sich aus den einzelnen Bauteilen der Produktionsanlage und den individuellen Herstellungsbedingungen.

Das Micro Tracer[®] Analysensystem setzt Micro Tracer[®] Partikel ein, die aus Eisenteilchen beschichtet mit zugelassenen Lebensmittelfarbstoffen bestehen (s. Abbildung 1).

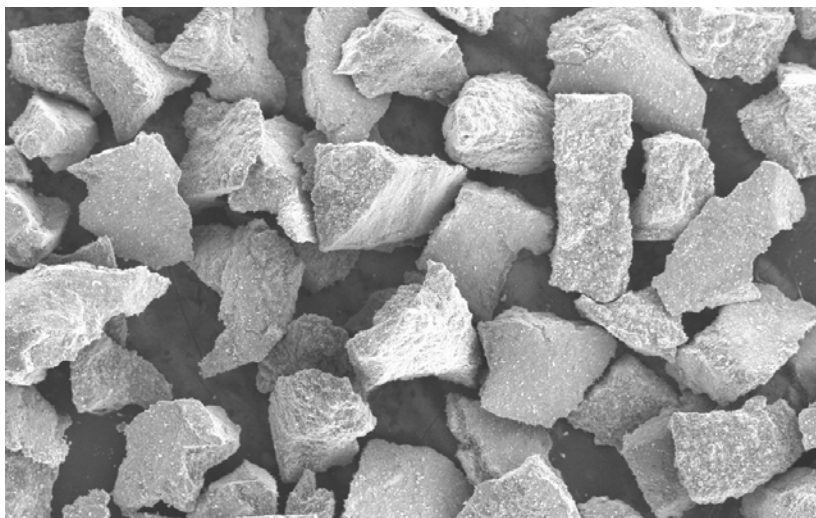


Abbildung 1: Elektronenmikroskopische Aufnahme von Micro Tracer[®] Partikeln

Im folgenden wird an einem praktischen Beispiel erklärt, wie eine Überprüfung der Mischgenauigkeit und Verschleppungsneigung durchgeführt wird und welche Aussagen gemacht werden können.

Versuchsdurchführung

Die untersuchte Anlage setzt sich aus einem Mischervorbehälter, einem horizontalen Bandmischer der Firma Scott, dem Mischernachbehälter und der Absackeinrichtung zusammen. Es werden Micro Tracer[®] Partikel in der gleichen Partikelgröße, wie die zu untersuchenden Mikrobestandteile verwendet, um die Mikrobestandteile (z.B. Vitamine, Mineralstoffe) möglichst genau zu imitieren. Hier werden FSS Micro Tracer[®] Partikel eingesetzt, deren mittlere Partikelanzahl ca. 186 000 Partikel pro Gramm beträgt. Micro Tracer[®] Partikel werden der Testmischung zugesetzt und dem betriebsüblichen Mischprozeß unterworfen. Gleichzeitig werden drei verschiedene Mischzeiten mit drei verschiedenen Micro Tracer Farben untersucht (FSS-gelb: 1 min Mischzeit, FSS-rot: 2 min Mischzeit und FSS-blau: 3 min Mischzeit). Eine Vormischung aus 10 g Micro Tracer FSS-blau und Futterkalk wird am Beginn des Mischprozesses in die Mitte oben auf den gefüllten Mischer geschüttet (Chargengröße: 1 Tonne Futter). Micro Tracer FSS-rot wird nach 1 min Mischzeit, Micro Tracer FSS-gelb nach insgesamt 2 min Mischzeit auf dieselbe Weise hinzugefügt.

Es werden 20 Proben aus der Sackware des fertigen Mischfutters entnommen.

Das fertige Mischfutter der Sackware der nachfolgenden zwei Chargen ohne Micro Tracer[®] Partikel Zusatz (Spülchargen) wird ebenso mit 20 Proben untersucht. Anhand derer kann der Verschleppungsgrad der Anlage berechnet werden.

Ergebnisse

Versuch zur Mischgenauigkeit

In jeder Probe wird die Micro Tracer[®] Partikelanzahl aller drei Farben bestimmt. In Tabelle 1 sind die statistischen Ergebnisse zusammengefaßt.

Tabelle 1: Ergebnisse des Versuchs zur Mischgenauigkeit (Probeneinwaage: 35 g)

Probennummer	Micro Tracer FSS-gelb	Micro Tracer FSS-rot	Micro Tracer FSS-blau
Mischzeit	1 min	2 min	3 min
Mittelwert (Vierfachbestimmung von 20 Proben, insgesamt 80 Einzelwerte) Partikelanzahl	71	121	76
Standardabweichung, Partikelanzahl	9	11	9
Chi-Quadrat	91,40	82,28	76,37
Wahrscheinlichkeit <i>p</i>	14,24	34,84	53,11

Die Auswertung dieser direkten Bestimmungsmethode, bei der Partikel in das Mischfutter zugesetzt werden und Partikel in der Probe gezählt werden, erfolgt über die Poisson-Verteilung. Es wird berechnet, wie wahrscheinlich es ist, dass die untersuchte Mischung mit einer perfekten Mischung identisch ist. Eine Wahrscheinlichkeit über 5 % weist auf eine homogene Mischung hin, eine Wahrscheinlichkeit unter 1 % weist auf eine inhomogene Mischung hin. Eine Wahrscheinlichkeit zwischen 1 und 5 % gibt kein eindeutig interpretierbares Ergebnis und die Untersuchung muß wiederholt werden.

Bei der untersuchten Anlage erhält man bei allen drei Mischzeiten homogene Mischungen (s. Tabelle 1, Wahrscheinlichkeit p). Dabei ist anhand der steigenden Zahl für die errechnete Wahrscheinlichkeit p sehr gut nachzuvollziehen, dass der Grad der perfekten Mischung mit höherer Mischzeit zunimmt. Für 1 min Mischzeit ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von 14,24 %, für 2 min Mischzeit eine Wahrscheinlichkeit von 34,84 % und für 3 min Mischzeit eine Wahrscheinlichkeit von 53,11 %.

In Abbildung 2 sind die Einzelwerte in einem Diagramm aufgetragen. Zusätzlich ist der lineare Trend in einer Linie eingezeichnet. Dabei wird deutlich, dass die Trendlinie der Mischzeit 3 min am ehesten mit einer Gerade vergleichbar ist. Für diese Mischzeit errechnet sich die höchste Wahrscheinlichkeit p zu 53,11 %.

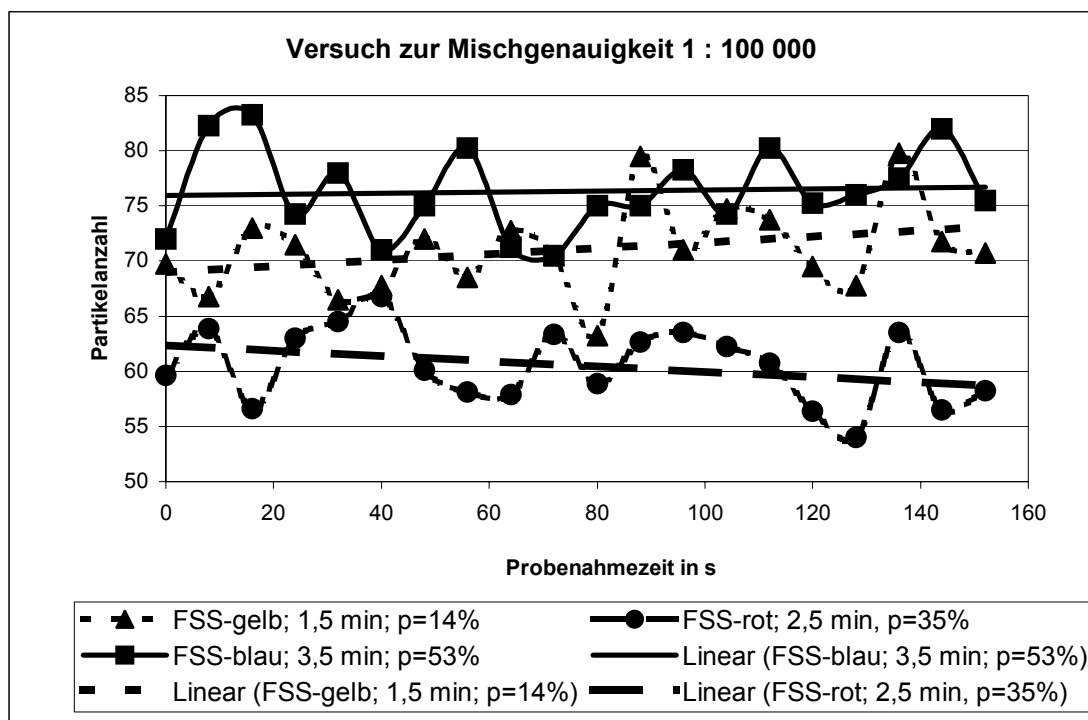


Abbildung 2: Ergebnisse des Versuchs zur Mischgenauigkeit

Versuch zur Verschleppungsneigung

Die Ergebnisse der der Mischungscharge nachfolgenden zwei Chargen ohne Zusatz von Micro Tracer[®] Partikeln sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Für die 1. Spülcharge ergibt sich eine mittlere Verschleppungsneigung von 0,83 %, für die 2. Spülcharge von 0,03 %.

Tabelle 2: Ergebnisse des Versuchs zur Verschleppungsneigung (Probeneinwaage: 500 g)

Probennummer	Probenahmezeit in s	Verschleppungsgrad in % Spülcharge 1	Verschleppungsgrad in % Spülcharge 2
1	0	1,55	0,09
2	8	1,09	0,09
3	16	1,18	0,09
4	24	1,09	0,09
5	32	0,55	0,00
6	40	0,82	0,00
7	48	0,45	0,00
8	56	0,73	0,00
9	64	0,27	0,00
10	72	1,00	0,00
11	80	0,82	0,00
12	88	0,91	0,00
13	96	0,91	0,00
14	104	0,45	0,00
15	112	0,55	0,00
16	120	0,27	0,00
17	128	0,45	0,00
18	136	0,55	0,00
19	144	1,27	0,00
20	152	1,73	0,27
mittlere Verschleppungsneigung		0,83 %	0,03 %

In Abbildung 3 ist der Verlauf des Verschleppungsgrades in % aufgezeichnet. In der 1. Spülcharge sinkt der Wert von 1,55 % auf unter 1 % ab und steigt bei den letzten Proben wieder an. Dieser Verlauf ist typisch. Zu Beginn der Spülcharge werden die restlichen Micro Tracer[®] Partikel aus der Anlage gespült und der Verschleppungsgrad sinkt dann ab. Bei den letzten Proben wird die Anlage weitgehend entleert, dabei werden etwaige Totvolumina oder Wandanhaftungen geleert bzw. gelöst und die Anzahl der Micro Tracer[®] Partikel steigt wieder etwas an.

Dieser Verlauf ist bei der 2. Spülcharge nicht mehr zu erkennen.

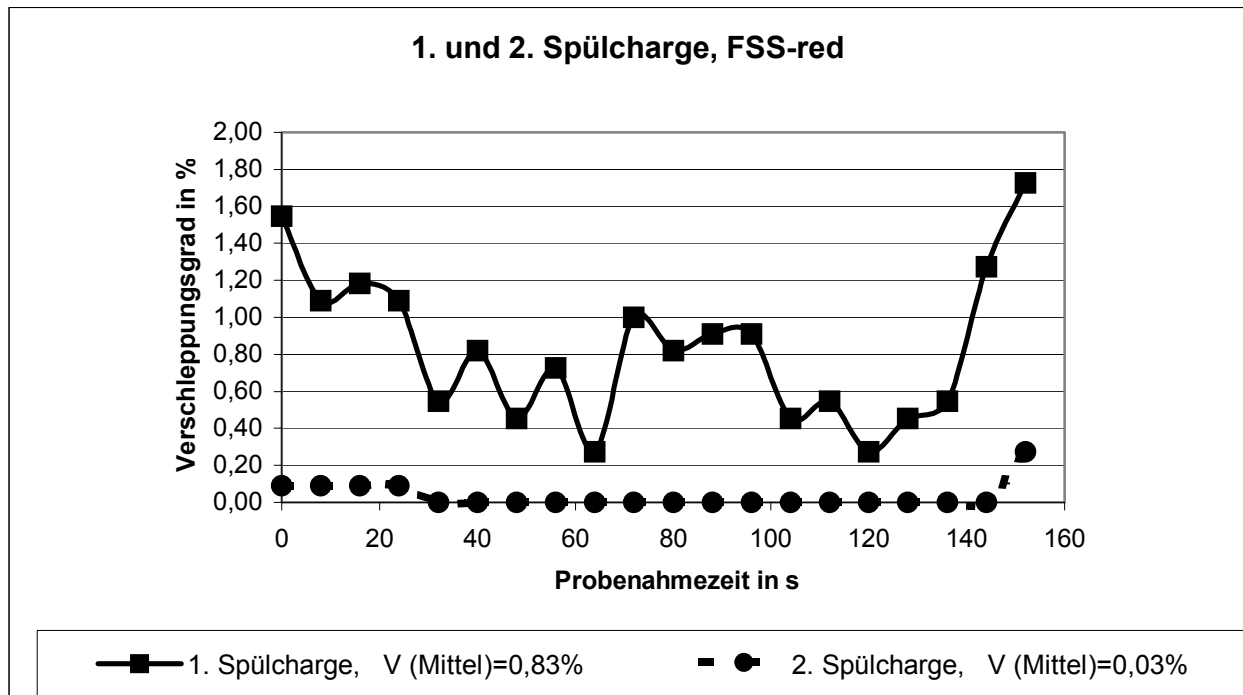


Abbildung 3: Ergebnisse des Versuchs zur Verschleppungsneigung

Interpretation

Alle drei untersuchten Mischzeiten ergeben eine homogene Mischung im Endfutter (alle errechneten Wahrscheinlichkeiten haben einen Wert p über 5 %). Die normale Mischzeit des Betriebes betrug bis zur Überprüfung 3 min. Diese Mischzeit kann nun um 2 min verkürzt werden.

Eine Verschleppungsneigung in der 1. Spülcharge von 0,83 % im Endfutter ist als gering einzustufen. In der 2. Spülcharge ist die Konzentration der Micro Tracer[®] Partikel fast auf Null abgesunken. So kann die Konzentration z.B. eines Kokzidiostatikums mit einer anschließenden Spülcharge in der nächsten Futtermittelcharge ausgeschlossen werden.

Zusammenfassung

In der untersuchten Produktionsanlage wurde die Mischgenauigkeit und Verschleppungsneigung mit Micro Tracer[®] Partikeln überprüft. Gleichzeitig konnte durch die Wahl drei verschiedener Micro Tracer Farben die Mischzeit optimiert werden. Die Mischung der Anlage war für alle drei Mischzeiten 1 min, 2 min und 3 min homogen, so dass die betriebsübliche Mischzeit um 2 min reduziert werden konnte. Die bestimmte Verschleppungsneigung war mit 0,83 % im Endfutter als gering einzustufen.

Der Einsatz von Micro Tracer[®] Partikeln konnte also zeigen, wie genau das Futter gemischt und wie hoch der Verschleppungsgrad der gesamten Anlage war.

Das Micro Tracer[®] Analysensystem ist durch unterschiedliche Micro Tracer[®] Qualitäten

- Auswahl der Partikelgröße des zu imitierenden Mikrobestandteiles
- Auswahl verschiedener Farben
- Auswahl von Micro Tracer[®] Partikeln, die nicht wasserlöslich sind, und somit gerade bei pelletiertem Futter optimal einsetzbar sind

sehr flexibel einsetzbar. Micro Tracer[®] Partikel sind sicher zu verwenden, da Eisen und zugelassene Lebensmittelfarbstoffe keine Schadstoffe für die Nutztiere sind. Das Futter der Testchargen kann somit ohne weitere Behandlung verfüttert werden.

Ein weiterer Vorteil ist das direkte Analysenverfahren, dass vor Ort einsetzbar ist, nach einer Schulung leicht vom Betrieb selbst durchführbar und somit im Qualitätssicherungshandbuch des jeweiligen Herstellers integrierbar ist.

Literatur:

Microtracers[™] F and their Uses in assuring the Quality of Mixed Formula Feeds, David Eisenberg, Advances in Feed Technology, No. 7, Spring 1992, pages 78-84

Mix with Confidence, David Eisenberg, International Milling Flour&Feed, June 1994, pages 31-33

The use of Microtracers F (colored uniformly sized iron particles) in coding the presence of coccidiostats in poultry feeds practical implications, David Eisenberg, ZOOTECHNICA International, December 1998, pages 46-50

The Use of Colored Iron Particles in Determining Cross Contamination of Medicated Feeds at Feedmills and Feed Premix Plants, David Eisenberg, Zootechnica Int., No. 03, March 2003, pages 42-47

Anschrift der Autorin:

Dr. Sabine Artelt
Micro Tracers Services Europe GmbH
Zur Kalkbahn 26, D-52379 Langerwehe
Tel: +49-(0)2423-40780-97
Fax: +49-(0)2423-40 780-98
Email: microtracer@t-online.de

The effects of physical treatment of maize and wheat grain upon the utilization of starch in cows

A. SOMMER, Z. ČEREŠŇÁKOVÁ UND M. CHRENKOVÁ

Nitra, Slovak Republic

In cows, increase of production mainly depends on the intake of dry matter and on the concentration of utilizable energy per dry matter unit. If high doses of maize and wheat are fed in which starch has a share of 60-80% the level of utilization of the latter in the digestive tract and subsequently in the intermediary metabolism depends on the speed of starch degradation and fermentation in the rumen.

Research carried out in the last years showed the degradability of starch in the rumen of cows to differ depending on the physical and chemical structure of this substance which both influence starch passage to the small intestine, net absorption of glucose and losses in the excrements. As to energetic efficiency fermentative transformation of starch to VFA in the rumen is lower than cleavage by inherent enzymes of the animal with subsequent absorption of glucose from the small intestine. Starch that had not been digested in the small intestine is passed to the large intestine where it is fermented (2-11%) which is negative from the energetic viewpoint.

The above aspects were employed to investigate two sources of starch (maize, wheat) that had been treated in two different ways (crushing, grinding).

Materials and Methods

Observations were carried out of the effects of crushing and grinding of maize and wheat upon starch metabolism in the digestive tract of cows.

In the experiment 4 cows after the 2nd and 3rd lactation with a mean live weight of 550 kg were included. The animals were fitted with rumen fistulae with an internal diameter of 10 cm and T-cannules (Bar Diamont, Inc., USA) inserted in the proximal part of the duodenum. The cows were fed twice daily feeding rations with a fixed content of 3 kg of crushed or ground maize or wheat grain (Table 1).

In the experimental rations roughage, maize grain and wheat grain made up 70%, 27% and 29% of the dry matter of the rations, respectively. The physical treatment of the grain did not influence the intake of nutrients (Table 2). Water was accessible ad libitum.

In the experiment the latin square design with a 2x2 factorial arrangement was used. After a 14-day adaptation period the animals were given a dose of 25 g of a Cr-marker four times a day (100 g per animal and day) for the subsequent 10 days as well as during the main sampling (experimental) period. Duodenal chymus was collected according to Rohr et al. (1979). Faeces were collected into a mean daily sample from every defecation within 24 hours; after thorough mixing 4% of the total amount were taken as the mean sample. Rumen fluid samples were collected for two subsequent days by means of a probe and a vacuum pump prior to feeding and 1, 3, 6 and 8 hours after feeding.

Nutrient levels in the samples of feeds, leftovers, duodenal chymus and excreta were determined by Weenden analysis. Starch was determined by the enzymatic method according to Solomonson (1974). pH levels of the rumen fluid were measured immediately after sampling. VFA levels were stated by gas chromatography with isocaproic acid as internal standard (GC Carlo Erba). Ammonia levels were determined by the Conway method. Cr levels were determined by means of the AAS Solar 9000 (Unicam Cambridge, UK).

Table 1. Composition of the experimental feeding rations in the original matrix and dry matter

Feed	Original matrix		In dry matter			
	CM	CW	CM	GM	CW	GW
Maize silage	8.0	10.6	2.93	2.90	3.23	3.00
Alfalfa hay	4.5	3.8	3.87	3.90	3.27	3.31
Maize	3.0	-	2.7	2.55	-	-
Wheat	-	3.0	-	-	2.63	2.64
Soybean meal	0.2	-	0.1	0.18	0.097	0.097
Vitamix S-Super	0.1	0.1	0.09	0.09	0.097	0.097
Total	15.8	17.5	9.78	9.62	9.23	9.05

CM – crushed maize, CW – crushed wheat,
GM – ground maize, GW – ground wheat

Table 2. Mean daily intake of nutrients (g /24 h)

Nutrients	Maize		Wheat	
	Crushed	Ground	Crushed	Ground
Dry matter	9353	9493	8896	8878
Crude protein (nx6,25)	1178	1164	1346	1242
NDF	3927	3914	3230	3207
ADF	2448	2460	1885	1958
Starch	2593	2704	2761	2396
Organic matter	8718	8970	8294	8323

Mathematical – statistical processing

All parameters observed in the in vivo experiment were evaluated for each animal and treatment. The values were subjected to a two-way ANOVA analysis. The significance of differences was declared at $P < 0.1$ and $P < 0.05$.

Results and Discussion

When animals are fed high amounts of grain (wheat, barley) rapid degradation and fermentation of starch takes place and thus an abrupt increase of VFA and a decrease of pH levels occurs, causing serious damage to the animals (Visser and De Groot, 1981). For this reason increased attention has been paid to maize and maize starch. Due to the different physical – chemical structure as well as the properties of proteins coating the starch granules (McAllister et al., 1993; Thorne et al., 1983) degradation of maize starch in the rumen takes place more slowly and to a less extent than that of grain starch (Zebrowska et al., 1997; Philippeau et al., 1999; Loose et al., 2000).

The daily maize and wheat ration was set at 3 kg in the crushed or ground form. Roughage and maize grain made up 70% and 27% of the DM content of the diet and mean daily intake of starch was 27,3 % resp. 28,5 % in DM of the diet. In the experiment with wheat was amount of wheat 29 % in DM of the diet and mean daily intake of starch was 27 % resp. 31 % in DM of the diet. Neither grain dosage nor grain treatment were observed to influence the feed intake. Several authors reported the ratio of maize starch and/or wheat meal in the diet DM to surpass the limit of 50% (Flachowsky et al., 1993, Loose et al., 1998) without any negative effect upon the animals.

The daily amounts of 3 kg of maize or wheat nor the form they had been provided did not cause significant changes of the parameters of rumen fermentation (Table 3). The values of pH were slightly lower with wheat (6.5 and 6.4) than with maize (6.7 for CM and GM, respectively), having a similar dynamics throughout the observation period. Loose et al. (1998) who fed the animals with grass silage and maize (56% of maize in the diet DM) reported pH values that were similar to those observed in our experiments. Decreased pH values during the feeding of wheat, both crushed and ground, may be connected with increased total VFA levels the dynamics of which was different than with maize. In contrast to maize grain treatment of wheat influenced the levels of total VFA ($P < 0.01$).

Table 3, The effects of maize or wheat grain feeding upon the indices of rumen fermentation (n = 16)

Parameter	Maize		Wheat	
	Crushed	Ground	Crushed	Ground
ΣVFA (mM/100 ml)	7.8±1.9	7.5±1.76	10.4±0.28	11.6±0.36
VFA (mol %)				
Acetic acid	65.8±2.22	65.4± 2.62	66.3±1.99	65.1±1.83
Propionic acid	17.8±1.84	17.8±1.61	15.7±1.53	17.5±1.03
butyric acid	11.6±0.81	11.0±1.72	13.5±0.49	13.2±1.06
Ammonia N (mg/100 ml)	11.6±6.22	11.5±6.41	15.6±0.98	16.3±1.20
PH	6.7±0.34	6.7±0.34	6.5±0.10	6.4±0.06
Acetate:propionate ratio	3.69	3.65	4.92	4.25

ns ($p > 0.1$)

In comparison to literary data on total VFA (Lebzien and Engling, 1995; Matthé, 2000) ours were decreased since the doses of starch were also decreased. In an experiment with dairy cows fed 6.3 and 6.0 kg of maize and wheat starch per day Matthé (2000) observed significant effects of the starch source upon VFA levels ($P < 0.01$) as well as an increase of the latter. The molar proportions of propionic and acetic acid observed with CM and GM are close to the data reported by Flachowski et al. (1993). With maize and wheat feeding the time course of acetic acid differed whereas that of propionic and butyric acid was similar. The pronounced increase of propionic acid levels 1 hour after feeding became manifest in the decrease of the acetate:propionate ratio. With the time elapsed between

feeding and measurement propionic and acetic acid levels decreased and increased, respectively, and the acetate:propionate ratio increased to as much as 5.14 and 4.84 with CM and GM, respectively, and 5.89 and 5.19 with CW and GW, respectively.

The dynamics of ammonia nitrogen release took a typically physiological course. In comparison to other authors who compared maize in the diet to wheat or barley, our experiments revealed the mean ammonia level to be lower with maize than with wheat (Kung et al., 1992; Lebzien and Engling, 1995; Matthé 2000). In both cases the mean daily concentrations of ammonia nitrogen surpassed twice the minimum as stated by Satter and Roffler (1975) and inevitable for effective microbial proteosynthesis in the rumen.

As to intestinal degradability no differences were observed between crushed and ground maize; degradability was high in both cases (82.2 and 85.5%, respectively). If CM was fed, 970 g of starch passed to the duodenum / 24 hours of which as much as 720 g were degraded postruminally. Completely different values were determined for wheat starch passage from the rumen (Table 4). Irrespective of grain treatment only 10.2% of wheat starch passed from the rumen to the duodenum, and in the small intestine only a mean of 262.5 g of starch were available.

Table 4. Passage and apparent digestibility of starch in the individual parts of the digestive tract

	Feeding ration			
	CM	GM	CW	GW
Intake g/day	2917	3250	2761	2396
Passage to the duodenum g/day	970	686	268	257
% of intake	33.5 ^a	21.2 ^b	10.2 ^c	10.2 ^c
Passage to excreta g/24 h	172	103	124	32
% of intake	6.0	3.2	4.7 ^a	1.3 ^b
Digested				
In rumen % of intake	66.5	78.8	89.8	89.8
Postruminally g/24 h	798	582	144	225
Of passage to duodenum %	82.2 ^a	85.5 ^a	54.3 ^b	88.2 ^c
Total apparent digestibility	94.0 ^a	96.8 ^b	95.3 ^c	98.7 ^c

*P<0.05; ** P<0.01; n.s. at P>0.05

Significant differences were observed for the amount of postruminally digested starch of the total passed from the rumen to the duodenum but the difference in total digestibility was minimal (3.4%).

Similarly the differences between the total digestibility of maize and wheat starch were small and insignificant, with ground grain revealing a slightly increased degradability. Similar values of the degradation of ground wheat and maize starch in the rumen were reported by Lebzien et al. (1995) and Lebzien and Engling (1995), respectively. Kung et al. (1992) observed differences in the rumen digestibility of starch from maize or barley in diets based on maize silage or alfalfa hay.

References

- Čerešňáková, Z., Sommer, A., Chrenková, M., Dolešová, P. (2002): Amino acid profile of escaped feed protein after rumen incubation and their intestinal digestibility. *Arch. Anim. Nutr.*, 409-418
- De Visser, H., De Groot, A. M. (1981): The influence of the starch and sugar content of concentrates on feed intake, rumen fluid, production and composition of milk. In: *Proc. 4 th Int. Conf. Production Diseases in Farm Animals* (Eds.: D. Giesecke, G. Dirksen und M. Stangassinger). München, 41 – 48.
- Flachowsky, G., Koch, H., Tiroke, K., Matthey, M. (1993): Influence of the ratio between wheat straw and ground barley, ground corn or dried sugar beet pulp on in sacco dry matter degradation of ryegrass and wheat straw, rumen fermentation and apparent digestibility in sheep. *Arch. Anim. Nutr.* 43, 157 – 167.
- Kung, L., Tung, R. S., Carmen, B. R. (1992): Rumen fermentation and nutrient digestion in cattle fed diets varying in forage and energy source. *Anim. Feed. Sci. And Technol.* 39, 1 – 12.
- Lebzien, P., Rohr, K. (1995): Zum Einfluss von gemahlenem beziehungsweise gequetschtem Weizen auf die Verdauungsvorgänge bei Milchkühen, Zeitschrift „Das Wirtschaftseigene Futter“, 41, 5 – 15.
- Lebzien, P., Engling, F. P. (1995): Zum Einfluss von Kraftfuttermischungen mit unterschiedlichen Kohlenhydratträgern auf die Pansenfermentation und Rohrnährstoffverdaulichkeit bei Milchkühen. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.* 74, 208 – 218.
- Loose, K., Lebzien, P., Flachowsky, G. (1998): Vergleichende Untersuchungen zum Einfluss von Weizen- und Maisschrot auf die Umsetzungen im Verdauungstrakt von Milchkühen. Kongressband, 110. VDLUFA – Kongress in Giessen, VDLUFA – Verlag Darmstadt, VDLUFA – Schriftenreihe 49, 409 – 412.
- Loose, K. (2000): Ruminale Abbau verschiedener Stärkequellen und duodenale Stärkeanflutung. *Wissenschaftliche Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Sonderheft 217*, s. 14 – 24.
- Matthé, A., Lebzien, P., Flachowsky, G. (2000) Zur Bedeutung von Bypass-Stärke für die Glukoseversorgung von hochleistenden Milchkühen. *Übers. Tierernährung* 28, 1-64.
- McAllister, T. A., Phillippeau R. C., Rode, L. M., Cheng, K. J. (1993): Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *J. Anim. Sci.* 71, 205 – 212.
- Phillippeau, C., Martin, C., Michalet – Doreau, B. (1999): Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site and extent of digestion in beef steers. *J. Anim. Sci.* 77, 1587 – 1596
- Roohr, K., Brandt, M., Castrillo, O., Lebzien, P., Assmus, G. (1979): Der Einfluss eines teilweisen Ersatzes von Futterprotein durch Harnstoff auf den Stickstoff und Aminosäurenfluss am Duodenum. *Landbauforschung Völkenrode* 29, 32 – 40.
- Salomonsson, A. C., Theander, O., Westerlund, O. (1984) Chemical characterisation of some Swedish cereal whole meal and grain fractions. *Swedish J. agric. Res.*, 14, 111-117.
- Satter, L. D., Roffler, R. E. (1975): Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58, 1219 – 1237.
- Thorne, M. J., Thompson, L. U., Jenkins, D. J. A. (1983): Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes. *Am. J. Clin. Nutr.* 38, 481 – 488.
- Žebrowska, T., Długolecka, Z., Pajak, J., Korczyński, w.: Rumen degradability of concentrate protein, amino acids and starch, and their digestibility in the small intestine of cows. *J. of Anim. and Feed Sci.*, 6, 1997, 451 – 470

Address of responsible author

Prof. Dr.sc. PhD., Dipl. Ing. Alexander Sommer
Forschungsinstitut für Tierproduktion
Institut für Tierernährung
Hlohovská 2, 94992 Nitra, Slowakei
Email: sommer@vuzv.sk

Einfluß von pflanzlichen Ölen im Legehennenfutter auf das Fettsäurenmuster des Eidotterfettes

H. JEROCH

Litauische Veterinärmedizinische Akademie

Einleitung

Von verschiedenen wissenschaftlichen Organisationen (u. a. DGE, 1996) wird eingeschätzt, daß die Versorgung der Menschen mit ω -3-Fettsäuren nicht immer bedarfsgerecht und die Relation ω -3- : ω -6-Fettsäuren deutlich zu weit ist. Als ein Weg zu Verbesserung dieser Situation bietet sich die Anreicherung von tierischen Nahrungsmitteln mit ω -3- Fettsäuren an. Seit längere Zeit ist bekannt, daß das Fettsäurenmuster des Eifettes durch die Fütterung der Hennen beeinflussbar ist. Deshalb wurden in letzter Zeit Untersuchungen durchgeführt, Hühnereier mit essentiellen Fettsäuren, insbesondere mit ω -3-Fettsäuren anzureichern (JEROCH u. EDER, 2000; NOLLET, 2001). Für diese Zielstellung wurden in erster Linie Fischöl, Meeresalgenextrakt und Leinöl verwendet. Bei der Anreicherung des Hennenfutters mit Fischöl und Leinöl gibt es Hinweise auf sensorische Abweichungen bei den Eiern (SCHEIDELER ET AL., 1997). Wenig wurde bisher der Einsatz von Rapsöl im Legehennenfutter aus der Sicht der Anreicherung der Eier mit ω -3- Fettsäuren untersucht. Rapsöl enthält immerhin 10 % α -Linolsäure als ω -3-Fettsäure und das Verhältnis ω -6-: ω -3- Fettsäuren beträgt 2:1. Deshalb wurde unter Instituts- und Praxisbedingungen geprüft, in welchem Umfang das Hühnerei mit ω -3-Fettsäuren angereichert wird, wenn das Hennenfutter Rapsöl bzw. Rapsöl und Leinöl enthält.

Material und Methoden

Institutsversuch

An Legehybriden der Herkunft *Lohmann Brown* wurden Futtermischungen mit den Komponenten Weizen, Weizenkleie, Sojaextraktionsschrot, Erbsen, Luzernetrockengrün, Mineralfutter sowie Spurenelement-Vitamin-Prämix ohne Ölintegration (Gruppe I), mit 4 % Rapsöl (Gruppe II), 8 % (Rapsöl) bzw. mit 6 % Rapsöl und 2 % Leinöl (Gruppe IV) im Zeitraum der Legespitze verabreicht. Durch den Einsatz von Rapsöl bzw. Rapsöl und Leinöl veränderten sich das Fettsäurenmuster der Rohfettfraktion und der Fettsäuregehalt in den Futtermischungen (Tab. 1). Die deutlichste Anreicherung im Futter ist bei der α -Linolensäure zu verzeichnen. Insbesondere durch den Leinölanteil steigt der Anteil dieser Fettsäure stark an. Das gleiche Energieniveau in allen Mischungen trotz deutlich unterschiedlicher Rohfettgehalte (durch den Öleinsatz erhöhte sich der Rohfettgehalt von 2,7 % (Gruppe I) auf 6,6 % (Gruppe II) bzw. 11,0 % / 10,7 % (Gruppe III / IV)) wurde durch den Einsatz von Weizenkleie und Luzernegrünmehl bei vermindertem Weizenanteil in den Futtermischungen der Gruppen II-IV erreicht.

Zwei Wochen nach Umstellung auf die zu prüfenden Futtermischungen wurden über den gesamten Versuchszeitraum (8 Wochen) Eier der Fettsäurenanalytik zugeführt.

Tabelle 1: Fettsäurenmuster des Rohfettes und Fettsäuregehalte der Futtermischungen

Gruppe	Fettsäuren (% der Gesamtfettsäuren)				
	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
I (ohne Öl)	14,3	2,0	18,5	48,0	4,5
II (4% Rapsöl)	6,0	1,7	48,6	22,6	8,0
III (8% Rapsöl)	5,6	1,7	50,6	21,0	8,1
IV (6 % Rapsöl, 2 % Leinöl)	5,7	2,0	42,5	21,7	15,1
	Fettsäuren (g/kg Futter)				
	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
I (ohne Öl)	3,9	0,6	5,1	13,1	1,3
II (4% Rapsöl)	4,0	1,1	32,0	14,9	5,2
III (8% Rapsöl)	6,2	1,8	55,7	23,1	8,9
IV (6 % Rapsöl, 2 % Leinöl)	6,1	2,1	45,2	23,1	16,0

Praxisversuch

In einer Legehennenherde (*Lohmann Brown*) der AB "Gireles paukstynas" Kaisiadorys / Litauen wurde während der Legespitze vom Standardfutter mit 4 % Sonnenblumenöl auf eine Futtermischung umgestellt, die anstelle von Sonnenblumenöl 5 % Rapsöl enthielt. Beide Futtermischungen basierten auf der gleichen Rezeptur; die Hauptkomponenten bildeten Weizenschrot, Maisschrot, Sojaextraktionsschrot, Sonnenblumenextraktionsschrot und Sonnenblumenkuchenschrot. Des weiteren enthielten die Futtermischungen mineralische Komponenten, einen Spurenelement- und Vitamin-Prämix und waren mit technischen Aminosäurepräparaten (L-Lysin, DL-Methionin) ergänzt. Durch den Einsatz von Rapsöl anstelle von Sonnenblumenöl veränderte sich gravierend das Fettsäurenprofil der Rohfettfraktion des Futters (Tab. 2). Vor der Futterumstellung sowie 2, 5 und 8 Wochen nach erfolgter Umstellung vom Standardfutter auf das mit Rapsöl angereicherte Futter wurden an 3 aufeinander folgenden Tagen jeweils Eier aus dem Tageslege der Hennenherde für die Fettsäureanalytik entnommen.

Tabelle 2: Fettsäurenmuster des Rohfettes

Futtermischung mit	Fettsäuren (% der Gesamtfettsäuren)				
	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
4 % Sonnenblumenöl	8,4	3,9	21,5	61,7	0,7
5 % Rapsöl	7,8	2,3	44,9	33,0	6,8

Ergebnisse

Institutsversuch

Die Ergebnisse der Fettsäureanalytik der Hühnereier sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Bei Verfütterung der Futtermischung ohne Ölzusatz weist das Eifett das für Hühnereier typische Fettsäuremuster auf (JEROCH et al., 1997). Mit nahezu 50 % dominieren die einfach ungesättigten Fettsäuren, wobei diese Fettsäuregruppe hauptsächlich aus Ölsäure besteht. Mit reichlich 30 % folgen die gesättigten Fettsäuren und 10 % entfallen auf die mehrfach ungesättigten Fettsäuren, jedoch fast ausschließlich ω -6-Fettsäuren (Linolsäure). Durch den Öleinsatz im Hennenfutter verändert sich deutlich das Fettsäurenmuster des Eifettes. Dem Rückgang an gesättigten Fettsäuren steht ein Anstieg sowohl der ω -3- als auch der ω -6-Fettsäuren gegenüber. Erstere reichern sich jedoch relativ am stärksten an. Besonders bei Einsatz des an α -Linolensäure sehr reichen Leinöls in Kombination mit Rapsöl steigt der Gehalt an ω -3-Fettsäuren deutlich an.

Durch das verstärkte Angebot an mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit dem Futter, die die Henne selbst nicht synthetisieren kann (essentielle Fettsäuren), wird die Synthese der gesättigten Fettsäuren in der Leber eingeschränkt. Die aus dem Futter stammenden Fettsäuren werden direkt zur Eifettsynthese in der Leber verwendet (TERNES ET AL., 1994). Aus der Aufnahme und der Deposition von ω -3-Fettsäuren im Dotterfett errechnet sich eine Transferrate von 20-25 %.

Tabelle 3: Fettsäurenmuster der Eidotterfette (% der Gesamtfettsäuren) – Institutsversuch

Fettsäuren (FS)	Gruppe I (ohne Öl)	Gruppe II (4 % Rapsöl)	Gruppe III (8 % Rapsöl)	Gruppe IV (6 % Rapsöl, 2 % Leinöl)
Gesättigte FS (C 14:0, C 16:0, C 18:0)	29,6	24,2	21,2	20,6
Einfach ungesättigte FS (C 16:1, C 18:1)	48,4	49,1	49,2	47,3
davon Ölsäure (C 18:1)	44,3	47,3	48,1	46,1
Mehrfach ungesättigte FS	10,5	15,4	17,3	21,1
ω -6- Fettsäuren (C 18:2, C 20:3, C 20:4)	9,8	12,7	14,0	15,4
davon Linolsäure (C 18:2)	9,0	11,8	13,1	14,6
ω -3- Fettsäuren (C 18:3, C 22:5, C 22:6)	0,7	2,7	3,4	5,7
davon α -Linolensäure (C 18:3)	0,4	1,8	2,5	4,8
ω -6-FS : ω -3-FS	14:1	4,7:1	4,1:1	2,7 : 1

Praxisversuch

Über das Fettsäurenmuster der analysierten Eier informiert Tabelle 4. Die Integration von Rapsöl in das Hennenfutter bewirkte eine Erhöhung der Anteile an einfach ungesättigten Fettsäuren (vorrangig Ölsäure) und an ω -3-Fettsäuren, insbesondere an α -Linolensäure. Dem steht ein Rückgang bei den gesättigten Fettsäuren und den ω -6-Fettsäuren gegenüber. Dadurch verengt sich deutlich das Verhältnis ω -6-Fettsäuren : ω -3-Fettsäuren. Das Fettsäurenmuster der Eidotterfette in beiden Fütterungsvarianten reflektiert gut das Fettsäurenprofil der Futterfette (Vergleich Tabelle 2 und 4). Für ein Hühnerei (65 g) wurden 80 (Mischung mit Sonnenblumenöl) bzw. 195 mg ω -3- Fettsäuren (Mischung mit Rapsöl) berechnet.

Tabelle 4: Fettsäurenmuster der Eidotterfette (% der Gesamtfettsäuren) – Praxisversuch

Fettsäuren (FS)	4 % Sonnenblumenöl	5 % Rapsöl
Gesättigte FS (C 14:0, C 16:0, C 18:0)	30,3	27,9
Einfach ungesättigte FS (C 16:1, C 18:1)	35,7	46,4
Davon Ölsäure (C 18:1)	33,8	44,2
Mehrfach ungesättigte FS:		
ω -6- FS (C 18:2, C 20:3, C 20:4)	29,3	20,1
davon Linolsäure (C 18:2)	27,7	18,5
ω -3- FS (C 18:3, C 22:5, C 22:6)	1,1	2,7
davon α -Linolensäure (C 18:3)	0,3	1,5
ω -6-FS : ω -3-FS	27 : 1	7 : 1

Schlußfolgerungen

Durch den Einsatz von Rapsöl im Hennenfutter wird der Gehalt an ω -3-Fettsäuren im Hühnerei angereichert (Abb. 1). Unter Beachtung der Aspekte einer praktischen Rationsgestaltung und der abnehmenden Transferrate bei steigendem Rapsölanteil im Futter sind etwa 200 mg ω -3-Fettsäuren je Ei möglich, wobei davon rund zwei Drittel α -Linolensäure ist. Im Vergleich zum täglichen Bedarf der Menschen (z. B. eine männliche Person im Alter von 25-50 Jahren und 75 kg Lebendgewicht $\approx$ 1600 mg α -Linolensäure / Tag, DGE et al., 2000) könnten diese Eier bei regelmäßigem Verzehr einen Beitrag zur Versorgung mit ω -3-Fettsäuren leisten. Eine höhere Anreicherung mit ω -3-Fettsäuren ist durch den gleichzeitigen Einsatz von Raps- und Leinöl möglich (Abb. 1). Hierzu bedarf es jedoch noch weiterer Untersuchungen insbesondere aus der Sicht der sensorischen Qualität solcher Eier.

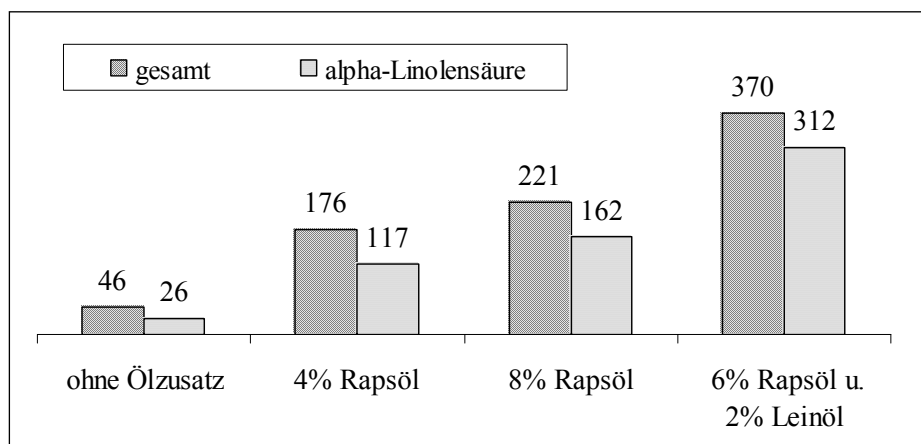


Abbildung 1: Gehalte (mg) an ω -3-Fettsäuren pro Ei (65 g mit 10 % Rohfett)

Zusammenfassung

In Fütterungsversuchen mit Legehybriden (*Lohmann Brown*) wurde der Einfluß von verschiedenen Rapsölanteilen (4 bzw. 8 %, 5 %) und die Kombination von Rapsöl (6 %) und Leinöl (2 %) auf das Fettsäurenmuster der Eidotterfette untersucht. Die Kontrollhennen erhielten Rationen ohne Ölergänzung oder mit Sonnenblumenöl (4 %). Das Ziel der Untersuchungen war, Eier mit erhöhten Gehalten an ω -3-Fettsäuren zu produzieren. In Beziehung zum Ölanteil und zur Ölart wurden die folgenden Gehalte an ω -3-Fettsäuren in einem Ei (65 g) ermittelt: 46 mg (ohne Ölergänzung), 80 mg (4 % Sonnenblumenöl), 176 mg (4 % Rapsöl), 221 mg (8 % Rapsöl), 370 mg (6 % Rapsöl und 2 % Leinöl).

Literatur

Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Ernährungsbericht. Frankfurt/Main, 1996.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, Frankfurt/Main, 2000.

Jeroch, H., K. Eder, 2000: Einfluß der Fütterung auf den Nähr- und Gesundheitswert von Hühnereiern. Veterinarija ir Zootechnika, 10 (32) 52-57.

Jeroch, H., J. G. Brettschneider, S. Dänicke, 1997: Rapssaat und Rapskuchen in der Legehennenfütterung. UFOP-Schriften, 4, 19-53.

Nollet, L., 2001: Modification of the yolk fatty acid profile for the health conscious consumer. Proc. 13th European Symposium in Poultry Nutrition. Blankenberge, Belgium, September 30 – October 4, 53-60.

Scheideler, S.E., G. Froning, S. Cuppet, 1997: Studies of consumer acceptance of high omega-3 fatty acid-enriched eggs. J. Appl. Poultry Res., 6, 137-146.

Ternes, W., L. Acker, S. Scholtyssek. Ei und Eiprodukte. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1994.

Anschrift des Autors

Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Heinz Jeroch
Litauische Veterinärmedizinische Akademie,
Tilzes g. 18, LT-3022 Kaunas
E-mail: heinzjeroch@hotmail.com

Ideales Protein für schwere männliche Mastputen

H. JEROCH, S. GRAMZOW und S. DÄNICKE

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Einleitung

Unter einem "Idealem Protein" versteht man vereinfacht ein Futterprotein, bei dem das relative Verhältnis der essentiellen Aminosäuren im Vergleich zu einer Referenzamino­säure (=100%) genau den Anforderungen an das Aminosäurenbedarfsmuster im tierischen Organismus entspricht. Bei so einem Protein ist keine der essentiellen Aminosäuren limitierend noch im Überschuß vorhanden. Eine Aminosäurezusammensetzung entsprechend dem idealen Protein optimiert die Proteinverwertung und minimiert damit die N-Ausscheidung. Für die Bestimmung des idealen AS-Profiles des Futterproteins gibt es mehrere Methoden: Ableitung anhand von Literaturdaten, faktorieller Ansatz, AS-Muster des Körperproteins, multiple Dosis-Wirkungs-Versuche, Deletionsmethode. Dabei kann das Profil auf den Bruttoamino­säuren bzw. den verdaulichen Aminosäuren basieren.

Um zu den optimalen Aminosäurekonzentrationen in den Futtermischungen zu gelangen, ist noch die Kenntnis des absoluten Bedarfs einer Referenzamino­säure erforderlich. Vorzugsweise wird als Referenzamino­säure Lysin benutzt, weil u. a. diese Aminosäure fast ausschließlich für den Körperprotein­ansatz verwendet wird. Aus den Relationen zum Lysin im idealen Protein können dann die Bedarfs­werte an den weiteren essentiellen Aminosäuren und deren erforderliche Gehalte in den Futter­mischungen berechnet werden.

Im vorliegenden Beitrag werden Untersuchungsergebnisse zum idealen Protein für Mastputen vorge­stellt.

Material und Methoden

Von den in der Einleitung genannten Methoden zur Bestimmung der idealen Aminosäurenprofile wurden in den eigenen Untersuchungen die Deletionsmethode (WANG UND FULLER, 1989), das Amino­säurenmuster des Putenganzkörperproteins und der faktorielle Ansatz angewandt. Diese Verfahren hat GRAMZOW (2001) ausführlich beschrieben.

Zur Bestimmung der optimalen AS-Relationen mit der Deletionsmethode wurden mit männlichen Putenküken der Herkunft BUT Big 6 N-Bilanzversuche in der 6. und 10. Lebenswoche durchgeführt und hierbei die essentiellen AS Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan, Isoleucin und Arginin einbezo­gen. Um das ideale AS-Verhältnis aus dem AS-Muster des Putenganzkörperproteins abzuleiten, gelangte ein Wachstumsversuch mit männlichen Tieren der Herkunft BUT Big 6 unter optimalen Füt­terungs- und Haltungsbedingungen über einen Zeitraum von 23 Wochen zur Durchführung. Aus diesem Versuch mit insgesamt 367 Tieren wurden jeweils 9 Tiere mittlerer Körpermasse nach tier­schutzgerechter Tötung im Abstand von 2 Wochen beginnend mit der 1. Lebenswoche einer Körper­zerlegung unterzogen. Auf der Grundlage des analysierten Rohprotein- und Aminosäuregehaltes der mengenmässig erfaßten Körperfraktionen war es anschliessend möglich, daß AS-Muster des Gesamt-

körperproteins zu berechnen. Zusätzlich wurden von Eintagsküken Rohprotein- und AS-Gehalt im Gesamtkörper bestimmt. Der Bedarf an der Referenzamino­säure Lysin wurde faktoriell ermittelt.

Die auf der Grundlage der AS-Gehalte von Federn und federfreien Gesamtkörper berechneten AS-Ansatzdaten, der AS-Erhaltsbedarf und die AS-Verdaulichkeit sowie die -Verwertung bildeten die Ausgangsdaten für die Bedarfsableitung nach der faktoriellen Methode (GfE, 1999, GRAMZOW, 2001) und somit auch für die Berechnung des idealen Proteins.

In einem Leistungsversuch mit männlichen Mastputen der Herkunft BUT Big 6 wurde das aus dem AS-Muster des Körperprotein abgeleitete ideale Protein einer Überprüfung unterzogen, wobei die Mast- und Schlachtleistung als Kriterien dienten.

Ergebnisse

Die nach verschiedenen Methoden ermittelten idealen AS-Muster des Futterproteins für schwere männliche Mastputen für das Alter von 4 und 10 Wochen sind in Tabelle 1 ausgewiesen. Die Beschränkung auf genannte Meßpunkte ist erforderlich, weil bisher zunächst die Deletionsmethode bei 4 und 8 Wochen alten Tieren zur Anwendung kam.

Tabelle 1: Ideale Verhältnisse essentieller Aminosäuren im Futterprotein für schwere Mastputen nach verschiedenen Methoden

Aminosäure	Faktorielle Methode		Methode von WANG u. FULLER (1989)		AS-Verhältnis im Putenkörper	
	4. Woche	10. Woche	4. Woche	10. Woche	4. Woche	10. Woche
Lysin	100	100	100	100	100	100
Methionin	40	45	28	27	35	35
Threonin	62	65	57	59	56	56
Tryptophan			16	17		
Leucin	113	121			107	106
Isoleucin	62	68	65	65	57	59
Valin	78	86			67	67
Phenylalanin	65	68			61	58
Arginin	90	98	90	89	91	92
Histidin	37	38			35	37

Es besteht zum Teil eine recht gute Übereinstimmung bei den Werten, aber auch gravierende Unterschiede sind vorhanden. Mögliche Ursachen hat Gramzow (2001) diskutiert.

Für weitere Altersabschnitte vermittelt Abb. 1 die idealen AS-Profile, die aus dem AS-Muster des Ganzkörperproteins abgeleitet wurden. Im Vergleich zu den aus den Versorgungsempfehlungen des Zuchtunternehmens berechneten Aminosäurerelationen (Abb. 2) bestehen z. T. gravierende Unterschiede.

Das ideale Protein nach dem Aminosäuremuster des Körperproteins bildete in Zusammenhang mit dem faktoriell bestimmten Lysinbedarf die Grundlage für AS-Versorgungsempfehlungen von Mastputen in einzelnen Altersabschnitten (Tabelle 2). Diese Empfehlungen wurden in einem Leistungsversuch überprüft. Die in Tabelle 3 mitgeteilten Leistungsdaten der männlichen Masttiere bestätigen die Vorschläge. Während niedrigere AS-Gehalte leistungsmindernd (Lebendmassezunahme, Brustfleischmasse) wirkten, blieben höhere AS-Konzentrationen ohne Einfluß auf die Mast- und Schlachtleistung.

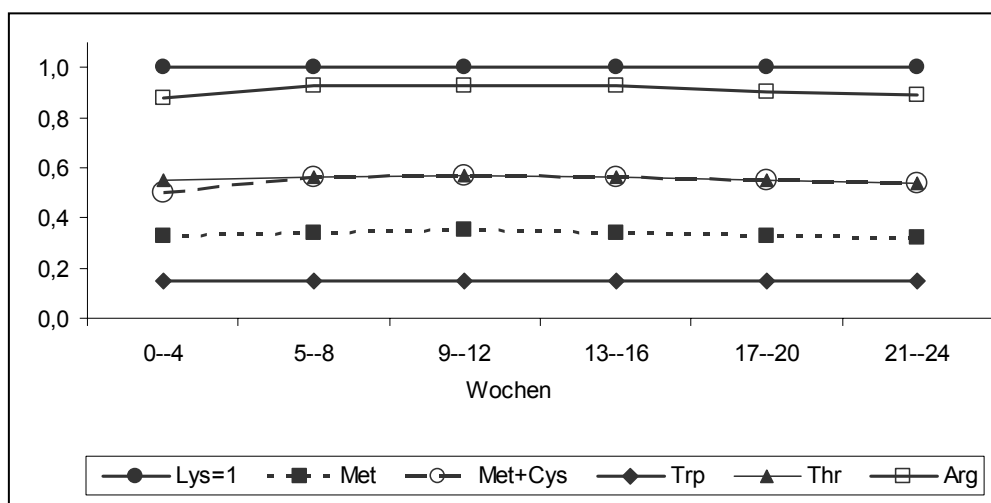


Abbildung 1: Ideale Aminosäureprofile für Mastputen im Verlauf der Mast (GRAMZOW, 2001)

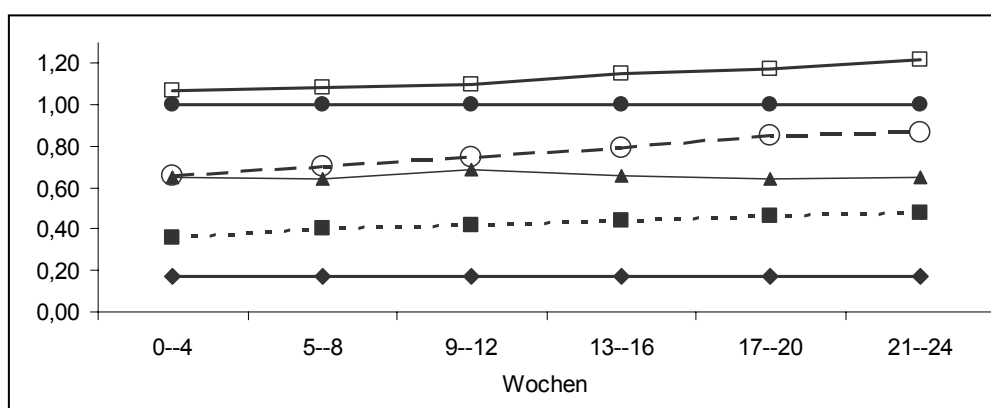


Abbildung 2: Aminosäurenrelationen (Legende s. Abb. 1) (Ableitung nach Versorgungsempfehlungen; BUT, 1998)

Tabelle 2: Empfehlungen zur Versorgung von männlichen Mastputen mit essentiellen Aminosäuren (g/MJ AME_N)

Alterabschnitt (Wochen)	Lys	Met	Met+Cys	Trp	Thr	Arg
0 – 4	1,50	0,50	0,74	0,25	0,82	1,31
5 – 8	1,20	0,43	0,66	0,20	0,67	1,11
9 – 12	1,06	0,38	0,60	0,18	0,59	0,98
13 – 16	0,94	0,33	0,53	0,16	0,53	0,87
17 – 20	0,80	0,27	0,44	0,14	0,44	0,72
21 – 24	0,68	0,22	0,37	0,11	0,37	0,60

Tabelle 3: Einfluß unterschiedlicher Rohprotein- und Aminosäuregehalte in den Mastmischungen auf die Mast- und Schlachtleistung männlicher schwerer Puten (GRAMZOW, 2001)

Prüfvariante	I ²⁾	II ²⁾	III ¹⁾	IV ²⁾
1. Phase:				
RP (g/kg)	240	254	265	282
Lys (g/kg)	15,6	16,5	17,5	18,4
...	...	...	...	...
6. Phase:				
RP (g/kg)	105	120	135	150
Lys (g/kg)	7,0	7,8	8,9	10
Lebendmasse (kg/Tier; 154. Tag)	19,85	21,02	21,00	21,10
Futtermittelverbrauch (kg)	2,60	2,59	2,63	2,60
Brustfleisch (kg/Tier)	4,56	4,93	5,11	5,10
¹⁾ Versorgungsempfehlungen nach faktorieller Methode und idealem Protein				
²⁾ Quantitative Abstufungen zu III				

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden die nach verschiedenen Methoden (Deletionsmethode, Aminosäurenmuster des Körperproteins, faktorielle Methode) bestimmten idealen Aminosäurenprofile für das Futterprotein in den Mastmischungen für schwere männliche Mastputen vorgestellt. Des weiteren werden Versorgungsempfehlungen für essentielle Aminosäuren, die auf den faktoriell ermittelten Lysinbedarfswerten und den idealen Aminosäurerelationen (nach AS-Muster des Gesamtkörperproteins) basieren, mitgeteilt. Ein Leistungsversuch bestätigte diese Empfehlungen.

Literatur

GRAMZOW, S. (2001): Untersuchungen zum Idealen Protein schwerer männlicher Mastputen. Dissertation, Landwirtschaftliche Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (GfE)(1999): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlags-GmbH Frankfurt am Main.

WANG, T. C. AND M. F. FULLER (1989): The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. Brit. J. of Nutrition 62, 77-89.

Anschrift des verantwortlichen Autors

Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Heinz Jeroch
 Institut für Ernährungswissenschaften
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 Emil-Abderhalden-Straße 26, D-06108 Halle (Saale)
 E-mail: heinzjeroch@hotmail.com

Ein Modell, Auswirkungen des Siliererfolges auf Futterwert, Futteraufnahme und Leistung abzuschätzen

K. RUTZMOSE

Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Einführung

Bei der Vergärung von Silagen werden Stoffe umgebaut und damit der Futterwert verändert. Dabei kann von folgenden Grundsätzen ausgegangen werden:

- Die für die Umsetzungen notwendige Energie wird dem Futtermaterial entzogen, so dass immer eine Verschlechterung des Futterwertes erfolgt:
geringe Umsetzungen = Futterwert wenig verringert
hohe Umsetzungen = Futterwert stärker verringert.
- Die Energie (z.B. ME) ist in den verdaulichen Rohnährstoffen enthalten, Veränderungen des Energiegehaltes können aus Veränderungen der Rohnährstoffe und deren Verdaulichkeiten abgeleitet werden.

Die Silierbedingungen und der erreichbare Siliererfolg können durch verschiedenerlei Maßnahmen beeinflusst werden. Um die Auswirkungen des Siliererfolges fassen zu können, wird hierzu ein Modell vorgestellt.

Vorgehensweise

Ausgangsmaterial ist das Grüngut vor dem Silieren, Gras ist üblicherweise angewelkt. Die Rohnährstoffe im Grüngut werden nach der Weender Analyse bestimmt.

Veränderungen der Rohnährstoffe von Grüngut zu Silage

Mit den Um- und Abbauvorgängen bei der Vergärung werden die Gehalte der Rohnährstoffe verändert. Aus Ergebnissen von Silierversuchen und sachlogischen Zusammenhängen können Schätzgleichungen abgeleitet werden. Zur Auswertung standen die Daten von 200 Silierversuchen in Bilanznetzen (114 Ergebnisse von Grassilagen des ersten Schnittes, 64 Grassilagen aus Folgeschnitten sowie 22 Klee gras-, Luzerne- oder Weidelgrassilagen) zur Verfügung. Davon waren die Rohnährstoffe bei der Ein- und Auslagerung sowie die Gärkennwerte bekannt.

Rohasche

Die Menge an Rohasche wird durch die Siliervorgänge nicht verändert, deshalb sind in der Silage Anreicherungen im Ausmaß der Verluste an organischer Masse zu erwarten. In eine Berechnungsformel kann der Verlust an Trockenmasse (T) in Prozent (% v. H.) oder der hier so bezeichnete Erhalt (oder T-Erhalt), dem Gegenstück zum Verlust, eingehen:

$$\text{Rohasche Auslagerung} = 100 / \text{Erhalt} * \text{Rohasche Einlagerung (g/kg T)}$$

oder

$$\text{Rohasche Auslagerung} = 100 / (100 - \text{Verlust}) * \text{Rohasche Einlagerung (g/kg T)}$$

Rohprotein

Das Rohprotein (RP) wird beim Gärvorgang zum Teil von den Bakterien angegriffen und es entsteht eine gewisse Menge an Ammoniak (NH₃). Dieses bleibt in der Silage, bei der Analytik der getrockneten Proben muss davon ausgegangen werden, dass das Ammoniak entwichen ist. Der Rohprotein-gehalt in der Silage ergibt sich somit aus der Anreicherungen entsprechend der T-Verluste abzüglich des RP-Anteils aus Ammoniak-N.

In den Versuchsproben wurde der Ammoniakgehalt der Silagen (im feuchten Material) gemessen. Dieser kann mit dem Faktor $\text{RP} = 5,16 * \text{NH}_3$ als RP-Menge (Äquivalent) bewertet werden.

Eine Abschätzung des erwarteten RP-Gehalts in der Silage wird, abhängig vom RP-Gehalt im Ausgangsmaterial und dem T-Erhalt in Tabelle 1 entwickelt. Dabei wurde das NH₃ als RP mittels Regressionsanalysen abgeleitet.

Tabelle 1: Rohprotein in der Silage (g/kg T)

RP im Grüngut		120	160	200
Erhalt				
96	RP Anreich.	125	167	208
	NH ₃ als RP	4	7	11
	RP Schätz.	121	160	199
92	RP Anreich.	130	174	217
	NH ₃ als RP	6	11	15
	RP Schätz.	124	163	202
88	RP Anreich.	136	182	227
	NH ₃ als RP	9	16	22
	RP Schätz.	127	166	205

Sowohl bei höherem RP-Gehalt wie auch bei niedrigerem Erhalt (höheren Verlusten) ergeben sich größere RP-Anteile aus NH₃, welche vom angereicherten RP abgezogen werden. Die sich ergebende Gleichung kann geschrieben werden:

$$\begin{aligned} \text{Rohprotein Auslagerung} &= 76 + 0,975 * \text{Rohprotein Einlagerung} \\ &\quad - 0,75 * \text{Erhalt} \end{aligned}$$

Rohfaser

Die Rohfaser (RF) reichert sich aufgrund des Abbaues an organischer Masse durch den Gärvorgang an. Allerdings führte die Schätzung nach der Regressionsanalyse zu etwas geringeren Gehalten, was mit einem relativ geringfügigen Abbau der Faserstoffe während des Siliervorganges durchaus erklärlich ist.

In vergleichbarer Weise wie beim Rohprotein wird in Tabelle 2 die Abschätzung des erwarteten Rohfaser-Gehalts in der Silage abhängig vom RF-Gehalt im Grüngut nach der folgenden Gleichung dargestellt:

$$\text{Rohfaser Auslagerung} = 179 + 0,975 * \text{Rohfaser Einlagerung} - 1,75 * \text{Erhalt}$$

Tabelle 2: Rohfaser in der Silage (g/kg T)

RF im Grüngut		200	240	280
Erhalt				
97	RF Anreich.	208	250	292
	RF Abbau	2	5	18
	RF Schätz.	206	245	284
92	RF Anreich.	217	261	304
	RF Abbau	4	9	13
	RF Schätz.	213	252	291
88	RF Anreich.	227	273	318
	RF Abbau	7	14	20
	RF Schätz.	220	259	298

Bei höherem Rohfaser-Gehalt und auch bei niedrigerem Erhalt (höheren Verlusten) ergibt sich ein größerer Abbau von Rohfaser mit der Silierung.

Rohfett

Das Rohfett kann mit einem mittleren Wert von 40 g/kg T in der Silage konstant gesetzt werden.

N-freie Extraktstoffe, NfE

In der Weender Analyse sind die NfE der rechnerische Rest der Futtertrockenmasse nach der Formel (in g/kg T):

$$\text{NfE} = 1000 - \text{Rohasche} - \text{Rohprotein} - \text{Rohfaser} - \text{Rohfett}$$

Der Gewichtsverlust (damit Erhalt, T-Verlust) kann im Laborsilo genau und relativ kostengünstig festgestellt werden. Somit sind mit den dargestellten Berechnungen aus den Rohnährstoffen im Grüngut sowie dem Erhalt (Verluste) die Rohnährstoffe in der Silage (Rohasche, Rohprotein, Rohfaser) bei unterschiedlichen Behandlungen mit unterschiedlichem Erhalt (Verlust) schätzbar.

Schätzung der Verdaulichkeiten (VQ)

Für die Schätzung der Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe kann das in der Beratung in Bayern verwendete Verfahren benutzt werden. Es werden die VQ in Abhängigkeit von Rohnährstoffen bestimmt. Dabei gehen als Bezugswerte mit den Formeln ein:

XPOM, Rohprotein in der organischen Masse: $= XP / (1000 - XA) * 1000$ (g/kg T) und

XFOM, Rohfaser in der organischen Masse: $= XF / (1000 - XA) * 1000$ (g/kg T).

Die Gleichungen sind aus den Daten der DLG-Tabelle für Wiederkäuer, 6. und 7. Auflage abgeleitet, bei Grassilagen getrennt nach Erst- und Folgeschnitte.

VQ-Schätzung Grassilage Erstschnitt:

$$\begin{array}{ll} \text{VQ Rohprotein} &= 47.40 + 0.12033 * \text{XPOM} \quad (\text{v. H.}) \\ \text{VQ Rohfaser} &= 96.20 - 0.06713 * \text{XFOM} \quad (\text{v. H.}) \\ \text{VQ Rohfett} &= 62.56 + 0.01518 * \text{XFOM} \quad (\text{v. H.}) \\ \text{VQ NFE} &= 102.96 - 0.10110 * \text{XFOM} \quad (\text{v. H.}) \end{array}$$

VQ-Schätzung Grassilagen Folgeschnitte:

$$\begin{array}{ll} \text{VQ Rohprotein} &= 24.02 + 0.23375 * \text{XPOM} \quad (\text{v. H.}) \\ \text{VQ Rohfaser} &= 101.70 - 0.10209 * \text{XFOM} \quad (\text{v. H.}) \\ \text{VQ Rohfett} &= 57.14 - 0.00768 * \text{XFOM} \quad (\text{v. H.}) \\ \text{VQ NFE} &= 97.09 - 0.09661 * \text{XFOM} \quad (\text{v. H.}) \end{array}$$

Energieberechnung

Aus den Rohnährstoffen und den nach vorigen Gleichungen ermittelten VQ ist die Energie in MJ ME nach den Vorgaben z. B. der DLG-Tabelle zu berechnen.

Mit einer gewichteten Summenrechnung der verdaulichen Nährstoffe ist auch die verdauliche organische Masse zu bestimmen.

Wenn die vorstehenden Schritte ausgeführt sind, stehen die Kennwerte des Futters zur Verfügung.

Futteraufnahme

Die verfügbaren Kennwerten des Futters können in Schätzverfahren zur Futteraufnahme eingehen. HUHTANEN (2001) gibt einen Index der Futteraufnahme von Silage in Abhängigkeit von Futterwert und Siliererfolg an:

$$\begin{aligned} \text{Index der Futteraufnahme (relativ)} &= 100 + 0,151 (\text{Verdaul. Nährstoffe} - 690) \\ &\quad - 0,000531 (\text{Gesamtsäuren} ** 2 - 6400) - 4,765 (\text{Ln(Ammoniak-N)} - \text{Ln}(50)) \end{aligned}$$

Der Futterwert wird in Form der Summe der verdaulichen Nährstoffe (verdaul. org. Masse, g/kg T) mit einem mittleren Wert von 690 g/kg T eingesetzt. Von den Gärkennwerten wird die Säuresumme (Gesamtsäuren, g/kg T) und der Ammoniakanteil (g NH₃-N/kg Gesamt-N) als bedeutsam für die Futteraufnahme angesehen.

Der Einfluss der Verdaulichkeit und der Silierkennwerte auf die Futteraufnahme kann getrennt dargestellt werden.

Leistung

Wird der Index der Futteraufnahme auf eine bestimmte Futter-(T-)menge, z. B. 10 kg T angewendet, lässt sich mit dem Energiegehalt ein Milcherzeugungswert berechnen, der zu einem Vergleichsfutter (z. B. dem Ausgangsmaterial der Silierung) in Beziehung gesetzt werden kann.

Rechenbeispiel

Das Modell soll anhand eines (fiktiven) Beispiels dargestellt werden, bei dem ein Ausgangsmaterial (Gras 1. Schnitt), von dem die Weender Analyse durchgeführt wurde, mit zwei unterschiedlichen Behandlungen in Laborsilos einsiliert wurde (eine Behandlung kann auch Kontrolle ohne Zusatz sein). Zur Ableitung der Futterwerte muss der Erhalt (Verlust) festgestellt werden, womit sich Verdaulichkeiten und Energiegehalte ergeben, die Abschätzung der gesamten Auswirkungen auf die Futteraufnahme erfordert die Bestimmung der Gärssäuren und des NH₃ in der Silage.

Tabelle 3: Silierergebnis und Futterwert, Futteraufnahme

	Behandlung A	Behandlung B
Erhalt (v. H.) (Verlust)	88 (12)	94 (6)
in Grüngut g/kg T		
Rohasche	95	95
Rohprotein	160	160
Rohfaser	240	240
in Silage g/kg T		
Rohasche	108	101
Rohprotein	166	162
Rohfaser	259	249
Rohfett	40	40
NfE	427	448
XPOM	186	180
XFOM	290	277
in Silage v. H.		
VQ Rohprotein	69,8	69,1
VQ Rohfaser	76,7	77,6
VQ Rohfett	67,0	66,8
VQ NfE	73,6	75,0
in Silage		
Verd. org. Masse g/kg T	656	668
ME MJ	10,25	10,42
NEL MJ	6,13	6,25
Gesamtsäure g/kg T	72	58
NH ₃ -N v. T.	40	35
Index Futteraufnahme		
Verdaul. Nährstoffe	-5,1	-3,3
Gesamtsäuren	+0,6	+1,6
NH ₃ -N	+1,1	+1,7
Index	96,6	100
Leistung (kg Milch)		
aus 10 kg Grüngut-T (6,37 NEL)	8,9 (100)	8,9 (100)
aus Silage nach Index Futteraufn.	7,5 (84,3)	8,5 (95,5)

Literatur

DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (1991, 1997), DLG-Verlag Frankfurt

Rutzmoser, K., Richter, W., Pflaum, J. (2001a): Changes of Nutrient Content of Grass by Ensiling. Conference Proceedings 10th International Symposium Forage Conservation 2001, Brno, Czech Republic, 150 – 152

Rutzmoser, K., Spann, B., Richter, W. (2001b): Vorschätzung von Silagen aus dem Grüngut – Teil 1: Veränderungen von Rohrnährstoffgehalten von Gras und daraus gewonnenen Silagen. Schule und Beratung, 9, IV-10 – IV-16

Rutzmoser, K., Spann, B., Richter, W. (2001c): Vorschätzung von Silagen aus dem Grüngut – Teil 2: Schätzung der Energie von Grassilagen aus den Rohrnährstoffgehalten von Gras. Schule und Beratung, 10, IV-1 – IV-4

Anschrift des Autors

Dr. Karl Rutzmoser
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub
Dürrwaechter-Pl. 3, 85586 Poing
Karl.Rutzmoser@lfl.bayern.de

Milchleistungsfutter mit hohen Roggenanteilen

W. PREISSINGER und A. OBERMAIER

Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Einleitung und Problemstellung

In den Jahren 1999 bis 2001 wurden EU-weit zwischen 5,6 und 6,5 Mio. t Roggen geerntet. Für die menschliche Ernährung werden jedoch nur 1,8 Mio. t benötigt (Mohr, 2002). 4 bis 4,5 Mio. t Roggen müssen somit exportiert, verfüttert, zur Energiegewinnung verbrannt oder zur Produktion neuer Werkstoffe verwendet werden (Anon., 2002a; Mohr, 2002). Nachdem das Verbrennen von Brotgetreide heftig diskutiert wird, bietet es sich an, Roggen über den Tiermagen zu veredeln. Leider ist Roggen als Futtermittel mit einem äußerst negativen Image behaftet. Als Grund wird häufiger Befall mit Mutterkorn und eine appetithemmende Wirkung angeführt. Die Futtermittelindustrie weist auf einen äußerst schwierigen Absatz von Futtermitteln mit hohem Roggenanteil hin (Anon., 2002b). Andererseits werden beim Roggen im Vergleich zu Gerste, Futterweizen oder Triticale Preisdifferenzen von 1,5 bis 2,0 €/dt festgestellt, so dass unter diesem Gesichtspunkt ein verstärkter Roggeneinsatz in der Fütterung durchaus sinnvoll erscheint. Während beim Monogaster viele Untersuchungen zum Einsatz von Roggen vorliegen, ist die Literatur, die sich mit dem Thema Roggen in Wiederkäuer- bzw. Milchviehrationen befasst, nur spärlich (Sharma et al., 1981; Flachowsky et al., 1991; Schüler, 1993; Preißinger et al., 2003).

In einem Fütterungsversuch sollte deshalb die Einsatzhöhe von Roggen in Milchleistungsfutter geprüft werden. Während Schüler 1993 die Einsatzgrenze von Roggen im Milchleistungsfutter bei maximal 35 % ansetzt, wird zur Zeit über einen Anteil von mehr als 60 % diskutiert (von Gagern 2002, zitiert nach Roggenforum).

Material und Methoden

Versuchstiere

Der Fütterungsversuch fand auf dem Versuchsgut Hübschenried von Anfang Februar bis Ende April 2003 statt. Die 18 Versuchstiere wurden aus der Kreuzungsherde Fleckvieh x Red Holstein bei einem Anteil an Red Holstein von über 90 % ausgewählt. Bei der Gruppeneinteilung wurde auf eine gleichmäßige Verteilung von Erstlaktierenden und Kühen mit mehr als einer Laktation geachtet. Im Mittel hatten die Tiere 2,3 Laktationen und standen zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 133 Tage in der Laktation.

Fütterung

Als Grundfutter wurden Grassilage, Maissilage und Heu eingesetzt. Die Grundration wurde mit einem Ausgleichskraftfutter (AKF) aufgewertet, das aus Körnermais, Mineralfutter und Viehsalz bestand. Die genaue Zusammensetzung der Ration kann Tabelle 1 entnommen werden. Das Versuchsfuttermittel Roggen wurde in das Milchleistungsfutter (Leistungskraftfutter, LKF) eingemischt (vgl. Tabelle 2). Dieses Futter war pelletiert und wurde von einem Mischfutterwerk hergestellt. Die Zuteilung erfolgte viermal täglich per Hand. Die Menge wurde mit dem Programm ZIFO (Zielwert-Futteroptimierung) berechnet, wobei die Grundfuttermittelverdrängung berücksichtigt wurde. Die verfütterte Menge wurde wöchentlich an das durchschnittliche Ergebnis der Milchleistung der vorangegangenen Woche angepasst. Die Menge in der ersten Versuchswoche richtete sich nach der Milchleistung der Vorperiode. Die von der Mischfutterfirma gelieferte Roggenprobe wies einen Mutterkornanteil von 0,77 g pro kg auf. Der Roggen war eine Sortenmischung aus 75 % Esprit und 25 % Danko/Avanti.

Tabelle 1: Rationszusammensetzung (kg Frischmasse)

Grassilage	22,0 kg
Maissilage	16,5 kg
Heu	1,7 kg
Körnermais	1,1 kg
Mineralfutter 20/5	0,15 kg
Viehsalz	0,03 kg
Leistungskraftfutter	ab 15 kg Milch

Tabelle 2: Zusammensetzung des eingesetzten Milchleistungsfutters (%)

Komponente	Mischung 1 Roggen 30 %	Mischung 2 Roggen 60 %
Roggen	30	60
Weizen	15	--
Gerste	15	--
Körnermais	10	10
Sojaextr.-Schrot	27	27
Mineralfutter 20/5	3	3

Ermittlung der Mess- und Analysedaten

Die aufgewertete Mischsilage wurde einmal pro Tag erstellt und in ausreichender Menge vormittags den Kühen vorgelegt. Die Futtermischung wurde wöchentlich an drei aufeinanderfolgenden Tagen tierindividuell eingewogen und die Reste wieder zurückgewogen. An den anderen Tagen erfolgte die Zuteilung in ausreichender Menge bei gleicher Rationszusammensetzung. Die Trockenmasse wurde von der aufgewerteten Mischsilage an jedem Messtag bestimmt und daraus eine wöchentliche Sammelprobe für die Weender-Analyse erstellt. In der Verrechnung wurden für die Futterreste die gleichen Trockenmasse- und Rohnährstoffgehalte unterstellt. Das Leistungskraftfutter wurde einmal pro Charge analysiert. Daneben wurden noch zur Kontrolle Analysen von der Mais- und Grassilage, vom Heu und vom Ausgleichskraftfutter durchgeführt, um die Mischgenauigkeit einzuschätzen. In Tabelle 3 sind die mittleren Gehalte an Trockenmasse und den Rohnährstoffen, sowie der errechnete Energiegehalt und das nutzbare Protein zusammengestellt.

Tabelle 3: Rohrnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel pro kg T

Futtermittel	TS (g/kg)	XA (g/kg)	XP (g/kg)	XL (g/kg)	XF (g/kg)	NXP (g/kg)	NEL (MJ/kg)
LKF 30 % Roggen	889	64	212	27	43	185	8,05
LKF 60 % Roggen	888	63	209	25	41	184	8,05
Körnermais	872	18	99	44	25	164	8,38
Maissilage	370	34	78	39	188	134	6,72
Grassilage	335	126	169	44	244	132	5,73
Heu	888	73	131	22	253	136	6,20
Aufgew. Grundration	381	86	127	38	213	137	6,13

Das Gewicht der Kühe wurde zu Beginn der ersten Versuchsperiode und zu Versuchsende festgestellt. Die Milchmenge wurde zweimal pro Woche mit Hilfe von Tru-Test- Milchmessgeräten ermittelt, wobei beim Morgen- und Abendgemelk aliquote Proben zur Bestimmung von Fett, Protein, Laktose, Harnstoff und Zellgehalt der Milch entnommen wurden.

Statistische Auswertung

Der Versuch war als „cross over“ Versuch angelegt. Aus den beiden Fütterungsvarianten wurden keine Nachwirkungen beim Futterwechsel erwartet. Die Versuchsdauer betrug zweimal 6 Wochen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels einer Varianzanalyse mit dem Programmpaket SAS nach folgendem Modell:

$$Y = \mu + \text{Ration} + \text{Periode} + \text{Tier} + \varepsilon;$$

In den Tabellen sind die LS- Means angegeben sowie die Wahrscheinlichkeiten, extremere Unterschiede bei Gültigkeit der Nullhypothesen zu erhalten.

Ergebnisse und Diskussion

Fütterungsdaten

In Übersicht 4 sind die erfassten Fütterungsparameter dargestellt. Kühe beider Versuchsgruppen verzehrten mit 11,7 kg bzw. 11,6 kg T nahezu die gleiche Menge an aufgewertetem Grundfutter.

Unabhängig von der Art des Kraftfutters lag die Aufnahme an aufgewertetem Grundfutter bei Tieren, die in Versuchsperiode 1 das Kraftfutter mit 60 % Roggen erhielten (Kühe 10-18), über den gesamten Versuchszeitraum immer höher als bei der anderen Tiergruppe (vgl. Abb. 1).

Aufgrund einer Milchleistung in vergleichbarer Höhe wurde in beiden Versuchsgruppen im Mittel ca. 6,5 kg T Leistungskraftfutter zugeteilt. Mit 18,2 kg bzw. 18,1 kg verzehrten die Tiere beider Versuchsgruppen nahezu die gleiche Trockenmasse.

Aus der Kraftfutterzuteilung errechnete sich eine durchschnittliche tägliche Roggenaufnahme von 1,9 kg bzw. 3,9 kg T.

Tabelle 4: Fütterungsparameter der Versuchsgruppen (LS-Means)

Parameter		Mischung 1 30 % Roggen	Mischung 2 60 % Roggen	Signifikanz
Aufnahme an aufgewerteter Mischration	kg T/Tag	11,67	11,62	ns (p<0,80)
Aufnahme Leistungskraftfutter	kg T/Tag	6,53	6,46	ns (p<0,73)
Futtermittelaufnahme	kg T/Tag	18,21	18,09	ns (p<0,72)
Energieaufnahme	MJ NEL/Tag	124,1	123,3	ns (p<0,75)
Rohproteinaufnahme	g/Tag	2887	2817	ns (p<0,23)
Gehalt an Rohprotein	% i.d. T	15,8	15,5	** (p<0,01)
Nutzbares Protein	g/Tag	2820	2787	ns (p<0,55)
Gehalt an nXP	% i.d. T	15,5	15,4	* (p<0,03)
Rohfaseraufnahme	g/Tag	2785	2728	ns (p<0,24)
Gehalt an Rohfaser	% i.d. T	15,4	15,2	ns (p<0,32)

ns = nicht signifikant; * signifikant; ** = hoch signifikant, $p < 0,01$;

Bei den Parametern der Futtermittelaufnahme und der daraus berechneten Nährstoff- und Energieaufnahme konnten die Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen statistisch nicht abgesichert werden.

Ebenfalls kein signifikanter Unterschied ergab sich beim Rohfasergehalt der Gesamtration. Demgegenüber errechnete sich bei Vorlage des Kraftfutters mit hohem Roggenanteil ein hoch signifikant verminderter Rohprotein- und ein signifikant verminderter nXP-Gehalt in der Gesamtration. Möglicherweise beruht dies auf dem gegenüber Weizen und Gerste geringeren Rohproteingehalt des Roggens. Es ist anzuführen, dass die erste Charge des Kraftfutters mit hohem Roggenanteil einen niedrigen Rohproteingehalt aufwies. Von dieser Charge wurde aufgrund der zu Versuchsbeginn höheren Milchleistung relativ viel eingesetzt.

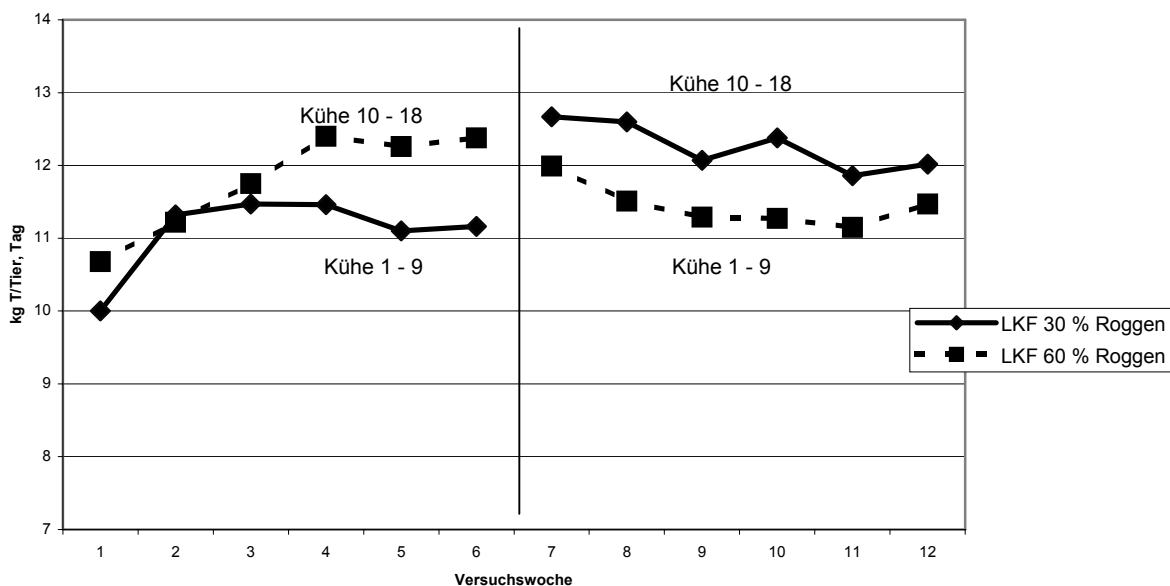


Abbildung 1: Verlauf der Aufnahme an aufgewertetem Grundfutter

Milchmenge und –inhaltsstoffe

In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen Milchparameter wiedergegeben. Unterschiede zwischen den Behandlungen waren bei sämtlichen gemessenen bzw. errechneten Leistungsmerkmalen statistisch nicht abzusichern.

Tabelle 5: Milchleistungsparameter der Versuchsgruppen (LS-Means)

Parameter	Mischung 1 30 % Roggen	Mischung 2 60 % Roggen	Signifikanz
Milchmenge kg	27,5	27,1	ns ($p < 0,33$)
Milchfett %	4,00	4,10	ns ($p < 0,14$)
Milchfett g	1085	1083	ns ($p < 0,95$)
Milcheiweiß %	3,45	3,47	ns ($p < 0,34$)
Milcheiweiß g	941	931	ns ($p < 0,53$)
Laktose %	4,77	4,77	ns ($p < 0,74$)
Zellen 10^3	201	223	ns ($p < 0,23$)
Harnstoff mg/100ml	21,7	21,7	ns ($p < 0,98$)
FPCM kg	27,4	27,1	ns ($p < 0,66$)

ns = nicht signifikant;

Die Erhöhung des Roggenanteils im Kraftfutter von 30 % auf 60 % erbrachte eine um ca. 0,4 kg nominal niedrigere Milchleistung. Bei hohem Anteil von Roggen im Kraftfutter waren die Milchfettparameter um 0,1 % bzw. 2 g und die Eiweißparameter um 0,02 % bzw. 10 g höher. Dadurch verringerte sich die Differenz bei der fett- und eiweißkorrigierten Milchleistung auf 0,3 kg FPCM.

Abb. 2 kann der Verlauf der Milchleistung in kg FPCM entnommen werden. Mit 4,77 % bzw. 21,7 mg/100 ml Milch wurde in beiden Versuchsgruppen exakt der gleiche mittlere Milchzucker- bzw. Milchharnstoffgehalt festgestellt. Mit 223.000 gegenüber 201.000 lag der Zellgehalt in der Gruppe mit 60 % Roggen im Kraftfutter geringfügig höher.

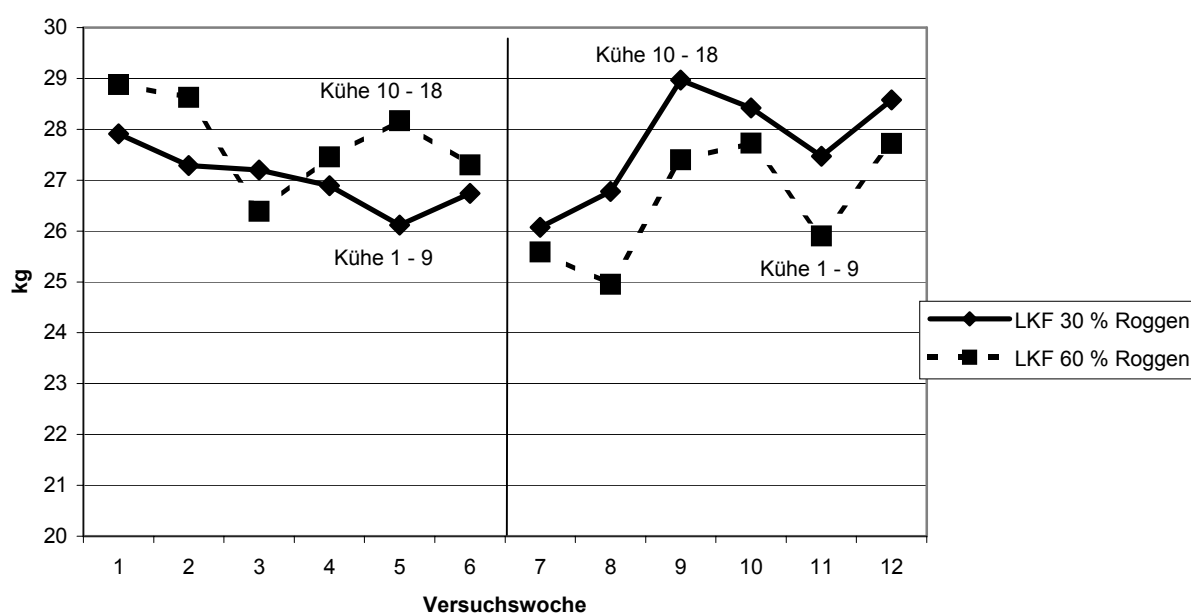


Abbildung 2: Verlauf der Milchmenge (FPCM)

Zusammenfassung und Ausblick

Der Erhöhung des Roggenanteils von 30 auf 60 % im Austausch gegen Weizen und Gerste im Milchleistungsfutter zeigte keinen negativen Einfluss auf Futteraufnahme und Milchleistungsparameter. Zu vergleichbaren Resultaten kamen auch Sharma et al. 1982, die bei Roggenanteilen von 25, 50 und 75 % im Kraftfutter und einem Kraftfutter-Grundfutter-Verhältnis von 60 zu 40 ebenfalls keinen Einfluss des Roggeneinsatzes auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe feststellten. Anders als im vorliegenden Versuch wurde jedoch ein Effekt auf die Gesamt- bzw. Grundfutteraufnahme verzeichnet. Während sich 25% Roggen im Kraftfutter nur wenig auf die Grundfutteraufnahme auswirkten, führte ein Roggenanteil von 50 % und 75 % zu einer signifikanten Depression der Grundfutteraufnahme. Solch hohe Roggenmengen wurden in der vorliegenden Versuchsanstellung jedoch nur an Einzeltieren verfüttert. Im Mittel betrug der errechnete Roggenverzehr 3,9 kg T bei Vorlage des Kraftfutters mit 60 % Roggen. Andererseits könnte auch der Pelletierungsprozess zu einer besseren Akzeptanz beitragen haben. Die Empfehlung von Schüler (1993) den Roggenanteil im Kraftfutter auf 35 % zu begrenzen, kann durch die vorliegende Untersuchung nicht gestützt werden. Bei Kraftfuttergaben bis zu 8 kg ist durchaus ein Roggenanteil von 60 % möglich, falls ökonomische Aspekte wie die Preiswürdigkeit dafür sprechen (von Gagern 2002). Soll ein entsprechendes Kraftfutter bei sehr hohen Leistungen zum Einsatz kommen, sind jedoch dem Roggeneinsatz Grenzen gesetzt. Roggen konkurriert hier mit Futterkomponenten, die hohen Anteile an pansenstabiler Stärke wie z. B. Körnermais aufweisen. Aus praktischen Gründen würde sich deshalb ein Milchleistungsfutter mit 60 % Roggen für das Aufwerten von Grundfutterrationen eignen. Ein Versuch mit 1,9 und 3,8 kg Roggen pro Tier und Tag wurde dazu bereits von Preißinger et al. (2003) am Institut für Tierernährung der Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub durchgeführt. Der vorliegende Versuch bestätigt die von Preißinger et al. 2003 dargestellten Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Folgerungen.

Literatur

- Anon. 2002a: Roggen im Europäischen Wirtschaftsraum, Mühle und Mischfutter 25, 745 - 746
- Anon. 2002b: Vorurteile gegen Roggen abbauen, Ernährungsdienst 89, 2
- Flachowsky, G., M. Schneider, H. Koch, 1991: Vergleichende Untersuchungen zum Futterwert von Roggen, Weizen und Triticale bei Schaf und Rind. Umweltaspekte der Tierproduktion Environmental aspects of animal production, VDLUFA-Schriftenreihe. 33: 808-813
- Mohr, R. 2002: Wird der Roggen zur Sonderkultur? BLW 41: 38 –39
- Preißinger, W., A. Obermaier, B. Spann 2003: Einsatz von Roggen in aufgewerteten Mischrationen für Milchkühe. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 2. und 3. April 2003 in Fulda
- Schüler, D. 1993: Roggen im Mischfutter für Milchkühe: Wieviel darf es sein? Neue Landwirtschaft 4: 47
- Sharma, H. R., J.R. Ingalls, J. A. McKirdy und L. M. Sanford 1981: Evaluation of rye grain in the diets of young Holstein calves and lactating dairy cows, J. Dairy Sci. 64: 441 – 448
- Von Gagern, W. 2002: Futterwert übersteigt den gegenwärtigen Marktwert. www.roggenforum.de

Anschrift des verantwortlichen 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

New methodical approach to evaluation of the body mass growth in heifers of the Bohemian Spotted strain

S. KRÁČMAR¹, P. NOVÁK², L. NOVÁK² and L. ZEMAN¹

¹⁾ Mendel University of Agriculture and Forestry Brno

²⁾ University of Veterinary and Pharmaceutical sciences Brno

Introduction

The influence of various content of the grain in the feed rations for heifers on the body mass growth, conception and the body mass of calves born, was investigated. The point of this presentation is to evaluate growth curves by means of a new method based on the use of the exponential growth function by the simultaneous evaluation of the energy balance and the influence of the living environment on the amount of the net energy formed during the post parturition period of growth.

Methods and results

In the experiment 30 heifers of the Bohemian Spotted strain were divided into three groups. The control group (A) was fed by the standard ratio, the heifers fed with the addition of 30% grain to the feed ratio group (B) and for the heifers in the group (C) the level of the grain in the feed ratio was about 30% decreased. However the structure of the feed ratio was designed so, that the content of energy was equal in all three groups. The change in the structure of the feed rations in various seasons of the year was divided into 6 feeding periods.

The animals were lairised free in groups located in stables for the young cattle. The room was divided into the feeding place and egress. The body mass growth was checked in the individual animals one time per month and before parturition. The average values of the body mass in particular groups were as follows. The control group (A) n=10, average=200,0 kg $\pm$ SD=18,9 kg at the age of 232 $\pm$ 11,8 days. The group B (+30% of grain) n=10, average =208 kg $\pm$ SD =19,8 kg at the age of 235 $\pm$ 9,69 days. The group C (-30% of grain) n=10; average=208 kg $\pm$ SD=19,8 kg at the age of 235 $\pm$ 9,69 days. The content of the metabolizable energy despite the different amounts of the grain added to the feed ratios was relatively well balanced. The marked deviations were noticeable in the third and the fourth period in which the green snail-clover and the green corn were fed (see Graph 1). However the deviations observed did not have the impact on the body mass value as it can be confirmed by the insignificant differences in the body mass of heifers in their term of conception. Also the differences in body mass of heifers before the parturition were statistically insignificant either body mass of the calves were relatively balanced. The classic exponential growth function was used for evaluation of the body mass growth in its relation to the environment. The function was adjusted for the direct use of the biological data to the evaluation of the growth curves. The energy balance of heifers the biological model of growth was used in the normed exponential version BIOM EN. This new methodical approach is based on our previous publications (Novák 1996, 2000, Novák, Pípalová 1996, Novák, Novák, Schauburger 2000, Novák, Zeman et al. 2001). The novelty of this principle is expressed in the

direct use of biological parameters instead of the estimation of the coefficient (a , B) in the exponential function from the previous experiments. This approach is based on the genetics and physiological rules they do govern the growth processed to the organism.

Results and discussion

The exponential version of the biological model of growth BIOM EN works the input data are transformed to the values expressed as relative units of the basal metabolism. This step then enables to express the metabolizable energy intake, total heat production and the stressing effect of various provenience to be represented by the indexes of IME – index of metabolizable energy consumed in the feed. The imbalance between the total heat production and the cooling power of the environment is characterized by the STX index. The efficiency of high-energy bond production on the respiratory chain is assessed by the coefficient of oxidative phosphorylation (cOP). The use of the BIOM EN enables to simulate the body mass growth together with the amount metabolizable energy needed to accomplish this process. This step makes it possible to investigate the body mass growth in the individual heifers and to apply this approach also to the intrauterine growth of the calf (see Fig. 1). It is evident that the course of the body mass growth of the heifers, so as the body mass growth of the calves body mass growth can be accomplished from the data about the initial body mass (G_0), the genetically limited body mass of the adult heifer (Gli) and the value of the reached body mass increase (dGmax). To simulate the body mass growth of the calf, the term of parturition is marked by the body mass of the calves in the term of parturition. The data of body mass of heifer in our three groups are compared with the standardized body mass curves of heifers of the Bohemian Spotted strain. It is evident that the averages of all three groups are safely within the indicated body mass limits. The 10% levels of coefficient of variation are indicated.

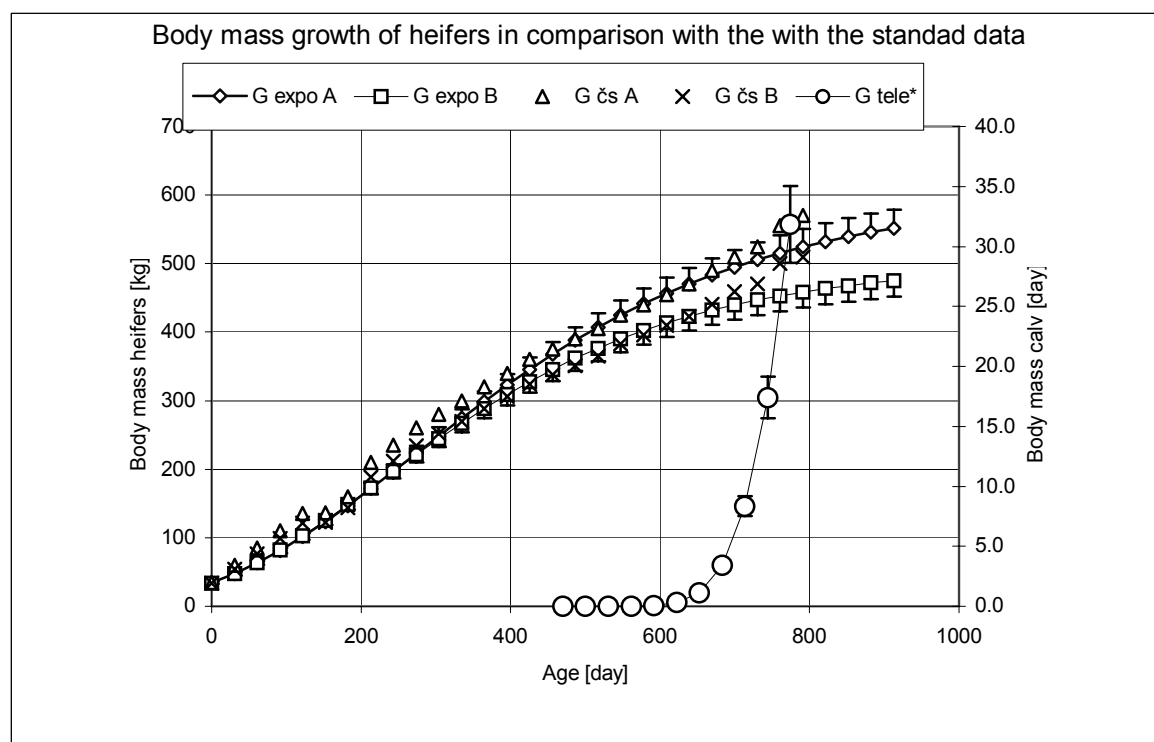
Conclusion

The evaluation of the body mass growth in experimental heifers accomplished by the method using the biological model of growth BIOM EN, has proved its feasibility to simulate as the body mass growth of the heifers, so the body mass growth of the calve inside the uterus. The modification of the feed ratio by addition of different amounts of corn to the feed ratio had not influence on the body mass growth and the time and body mass of heifers in the term of conception. However the equivalence of the total amount of metabolizable energy in the feed ratio has to be in all feed rations equal.

Summary

The body mass growth of the crossbred heifers of the Bohemian Spotted and the Danish Red breeds, evaluated by the simultaneous use of the classic exponential growth function and the biological growth model was successful. The method enabled to evaluate the interaction between the actual state of the energy balance of the heifers and the expression of their genetic potential in the actual

environment. The results reached demonstrate that the development and the body mass growth of heifers, together with the course of their pregnancy and the intrauterine body mass growth of the calves, does not depend on the content of the different proportion of the concentrates in the feed rations. The variation of the different proportions of concentrates in the heifers feed ranging between the $\pm 30\%$ in comparison with the standard control feed did not have any influence, so long as the total content of the metabolizable energy was maintained equal.



Heifers

G0	Gli	dG max	a	b	c
35	600	0,85	0,024634	0,003851	2,8415816
34	500	0,8	0,027029	0,004349	2,6882476

Calv

G0	Gli	dG max	a	b	c
0,000001	500	1,200	0,040543	0,006524	20,030119

Acknowledgement

This work was supported by the project NAZV MZe ČR č. 0176 and GG MSM 4321 00001.

References

- Novák, L. :1996 Self-regulating growth model in homoiotherms (SGM). Acta Vet. Brno 65: 107 – 114
- Novák, L., Pípalová, I. :1996 The modelling of the body mass development in the female Wistar strain rats, grown on regulated daily doses of the standardized feeding. Scripta Medica (Brno) 69 (5) 179 190
- Novák, L. 2000 Modelování růstu homeotermů a perspektivy jeho využití v řízení výživy i optimalizaci prostředí Workshop "Animal Environment Interaction" Brno 2000
- Novák, P., Novák, L., Schauburger G. 2000 Bioclimate-Feeding-Management-Welfare Important Factors in Farm Animal Production
- Proc. Xth International Congress on Animal Hygiene Maastricht 2-6 July 2000 pp.808 - 813
- Novak, L., Zeman, L., Kosar, K., Novak P. 2001 The simulation of body mass growth and the feed conversion ratio in chickens ROSS 208 by the deterministic model Proceedings 13thEur. Symp. Poult. Nutr., oct 2001 (Blankenberge, Belgium) p. 285-288

Address of responsible author

Doc.Ing.Stanislav Kráčmar,CSc.
Mendel University of Agriculture and Forestry Brno
Zemědělská 1, CZ-613 00 Brno
E-mail: kracmar@mendelu.cz

Interaction between stable environment – nourishment – attendant care in relation to production factors, health and welfare in fattened pigs

P. NOVAK, L. NOVAK, S. SLEGEROVA and J. ODEHNAL¹

University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno, Czech Republic

¹Plebo Brno a.c. Czech Republic

Welfare, the level of animal comfort is that, what can make a great difference of economical results between herds with similar system of breeding. The goal of our effort in the field of animal welfare is to create the virtual system of evaluation the animal welfare from the point of physical condition maintained in the stables, the system and condition of feeding, maintenance care and the veterinary care. The highlights of up today efforts are the body of works presented by our scientific team.

The high level of the environmental hygiene in stables is the first step to the health of the animal and the background for the high level of productivity. Each farmer knows that the high productivity of animals means the step to the appropriate financial reward.

Healthy animals mean a source for the production of health food of animal origin for the food chain of a man – according the role “from stable, through the retailers and shops chains, to the consumers’ table”.

The genotype of the animal determinates the frame for the realisation of all its phenotype qualities. However we should bear in mind, the way from genotype to its phenotype presentation is jointed with too substantial factors:

- one of them is the nourishment as supplier of metabolizable energy and all necessary stuff
- on contrary of it, is the cooling power of the environment which takes in all homoiotherms (e.g. all farm animals) according to the temperature gradient the substantial amount of the intakes metabolizable energy in the form of heat output as a tax for the maintenance of the core temperature at the genetically fixed value.

That means, also the highest quality of genotypes can render very bad results, if not properly backed with the adequate nourishment, microclimatic conditions and attendance care.

How does look this reality out? The complexities of above-mentioned interaction between the animals and environment are:

Macroclimatic conditions formed by radiant temperature, air temperature, air humidity and the air movement.

Microclimatic conditions - environmental factors influencing welfare of farm animals in stables come out from calculation of the equilibration of thermal heat balance equilibrium, thermal insulation characters of stable constructions and also adequate animal density in every stable. Another important part is the solution of ventilation equipment- from good project with sufficient enforcement, through correct installation to adequate exploitation.

The whole conception of housing must go out from using adequate

- technological systems (feeding, drinking, waste manipulation),
- housing quality (stall area and space per animal, size and stability of creating groups, minimal disturbance of housing animals) with special attention to the surface and thermal insulation of floor construction
- microclimatic condition (physical, chemical and biological parameters).

The integral part is created by management quality concentrated to the rational feeding, ratio creation, regular feeding and drinking, quality of drinking water. Very important is also the questions of security the supplemental efforts of feeding, water and energy during emergency situations and disasters.

Supposing that the nourishment is adequate, a very important role plays the attendance care. Good motivation of attendant stuffs with sensitive and kind access to animals, respecting thoroughful methods of animal care, the competence to discover in time the symptoms of illness and inadequate behaviour of stabled animals are other inevitable condition for maintaining the welfare.

All the process are curried inside the stables, that means the construction of stable building modifies the influence of the surrounding local climate and the concentration of animals inside the stable invokes the need the adequate ventilation, heating or cooling; And bring up new problem represented by the high concentration of wastes and urine, sources of ammonia, sulphuric compounds and so one and the unpleasant odour.

The mutual interference between the genotype, feeding and environment in one of the areas suitable for modelling this process expressed in the form of the growth of the animals. Our modelling approach is based on the body mass growth and data commonly used by farmers with the best care. Demonstration model for visualisation for the quantitative evaluation of welfare level supplied by the impact of the stressing factors on the economy are presented on the following web address: http://fvhe.vfu.cz/2502/2210/files/EKONWE_dEM2002cz5.xls.

In comparison with classical approaches used in the solution of welfare problems the virtual system elaborated by our team is characterised by the fact that the core of the system generates automatically from the basic elementary biological data about the organism. The relation of the organism to the ambient surroundings is described by the physical data (i.e. core temperature, thermal insulation of the core to the environment, radiant and air temperature, relative humidity, air movement, barometric pressure). The relation of this data to the organism's welfare is interpreted according to the biophysical rules; they do govern the equilibrium of energy exchange between the organism and their surroundings.

Material and Methods

The growth curve of fattened pigs were analysed during the long-term experiment accomplished in various macroclimatic condition. During a nine production cycles of fattening our attention was paid to the influence of the climatic factors, expressed in changes of the local climate within the seasons of the year on the course of pigs fattening in the specialized farm. Study was made in farm for fattening pigs with stables for 400 items with total slotted floor with dry feed to the group feeders. The stable was thermal insulated with regulated forced ventilation system. The results are evaluated from the point of interaction between the temperature, feed consumption and the body mass increase during production cycles accomplished in various seasons of the year.

The objectives of our observations were the body mass growth of pigs during the whole fattening from the body mass 28 kg to the body mass of around the 112,3 kg. As follows from the tab.1, into our observation were selected the individual fattening batches they did start close to the beginning of a month. We did investigate the body mass increase in relation to the time necessary for reaching the slaughter body mass of about 110 kg, average daily body mass increase, surface and volume density of animals in the fattening hall, the feed conversion ratio, the amount of the feed consumed per a feeding day, the frequency of forced slaughters and mortality during the observed fattening periods.

Results and discussion

The results are presented in the table 1., and visualized in the graph 1. The period of around 110 days, necessary for the increase of the body mass from around 30 to 110 kg is spread in the interval of a little more than three month. The climate in our latitude exhibits remarkable variations expressed in the average daily temperatures lower than the zero of centigrade during the winter season, over the daily average around the 10 to 15°C during the spring and autumn, up to the 25 °C or more in the summer. Namely the hot summer temperature is a serious danger, because it is difficult to maintain the appropriate stable climate suitable for welfare of the fattened pigs e.g. the optimum temperature and humidity within the stable. This burden of high temperature and humidity in the stable is succeeded by the decrease of body mass growth, and the increase of various health hazards they do often end by death or a forced slaughter.

Pigs have the ability to quickly respond to environmental stress. Swine managers must also keep changes brought on by the time of day or the season in mind when evaluating the environment inside the hog building. This is especially important during the season when the weather is in transition. The warm days and cool nights most parts of the country are now experiencing can cause extreme environment stress for hogs if buildings are not managed properly. Check the temperature, air movement and signs of dampness at different times of the day especially in the spring and fall. Rapid environmental changes cause the greatest stress. If pigs are going to be moved from a temperature controlled building to an open front finishing unit. It may be a good idea to pre-condition the pigs by dropping the temperature a few degrees a day for a week or so before moving them.

(Holis, 1996).

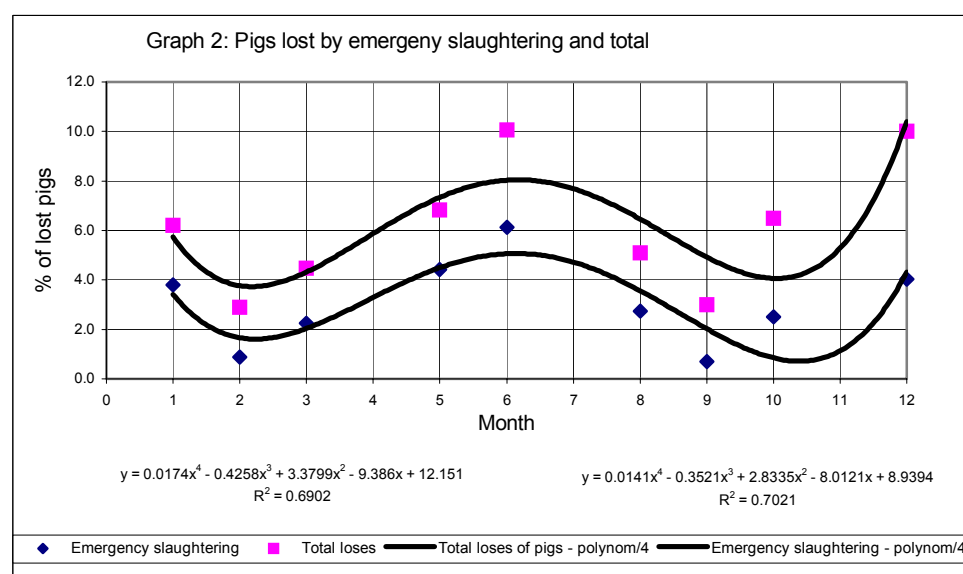
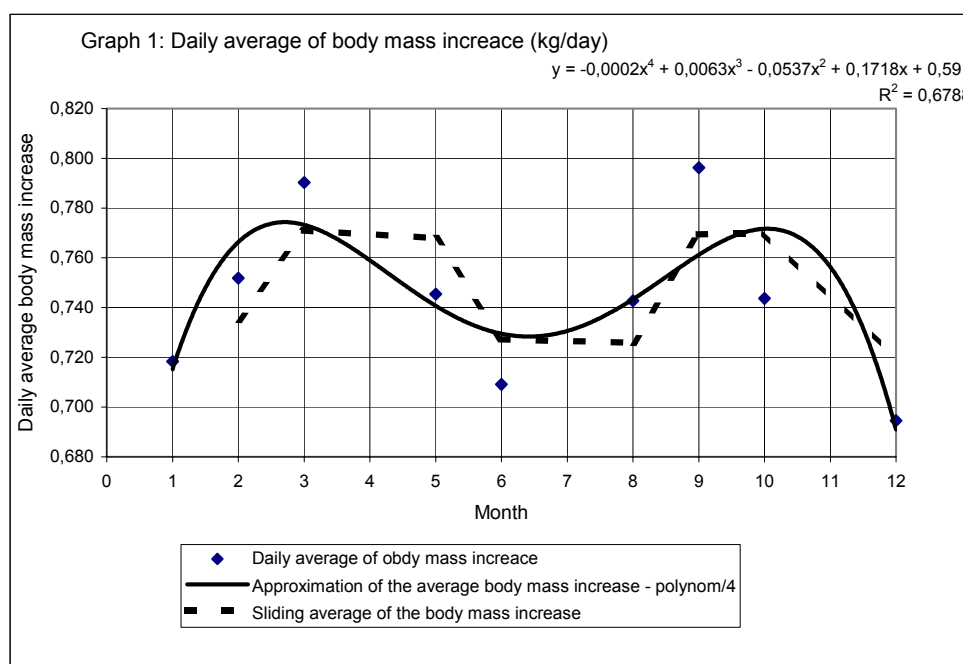
Hyun et al. (1998) proved the main effect of various stressors (high temperature, high stocking and mixing) after four week exposure on average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI). The stress of high temperature, high stocking density and mixing depressed 4-week ADG by 12 %, 16 % and 10%.

The cost of feed continues to be the major part of the cost of producing pork. The metabolizable energy in the feed is precious; at it is energy directly useful to a pig (Curtis, 1996).

Negative environmental influences on voluntary feed intake by pigs has to do which the well-known feed-intake-lowering effects of high effective environmental temperature that occur as the homeothermic pigs attempt to establish thermal equilibrium with their environment (The National Research Council, 1981,2000; Curtis, 1983, 2000). Voluntary feed intake is positively correlated with growth rate and negatively correlated with lean composition of growth, but not with feed-conversion efficiency (gain: feed ratio) (Forbes, 1995).

Tab. 1. The influence of macroclimatic condition on selected parameters during the fattening of pigs

	month	Month of the year									
		1	2	3	5	6	8	9	10	12	
The begin of fattening	month										
Total body mass increase	kg	78,3	84,2	81,4	82	78	81,7	83,6	76,6	77,1	
Fattening time	days	109	112	103	110	110	110	105	103	111	
Body mass increase	kg/day	0,718	0,752	0,790	0,745	0,709	0,743	0,796	0,744	0,695	
Feed conversion	kg/kg	3,29	2,93	3,01	3,07	3,17	3,14	2,95	3,25	3,35	
Daily feed consumption	kg/day/item	2,36	2,35	2,38	2,29	2,25	2,33	2,35	2,42	2,33	
Emergency slaughtering	items	10	7	7	11	18	9	10	16	31	
Emergency slaughtering	%	3,8	0,9	2,2	4,4	6,1	2,8	0,7	2,5	4,0	
Total loses	items	16	3	7	20	28	11	3	10	21	
Total loses	%	6,2	2,9	4,5	6,8	10,1	5,1	3,0	6,5	10,0	



Acknowledgements

This work was conducted within the Research Plan FVHE VFU Brno No. J16/98:162700004 and partially supported by the international project Österreichische Ost- und Südosteuropa-Institut Wien „Model of the animal performance including nutrition, animal care and health status as well as the ecological implication due to the animal-environment interaction inside livestock buildings“.

References

- Budiansky,S.1992: The Covenant of the Wild: Why Animals Chose Domestication. Morrow. New York,N.Y.
- Curtis,S.E.: Environmental management in Animal Agriculture. The Iowa State University Press. Ames. Iowa 1983,1988, 409 p.. ISBN 0-8138-0556-2
- Curtis,S.E. 1996: Strategies to Minimize the Loss of Metabolizable Energy To the Environment. In. Porknet The Online Resource for the Pork Industry, University of Illinois, IPIC papers. 8 p.
- Forbes,J.M., 1995: Voluntary Feed Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International. Wallingford,U.K.
- Hale,E.B.,1969: Domestication and the evolution of behaviour. I.: Hafez,E.S.E. (Ed.) The Behaviour of Domestic Animals (2nd Ed.) Williams&Wilkins Baltimore, Md.
- Holis,G. 1996 : Environmental stress. In. Porknet The Online Resource for the Pork Industry, University of Illinois, IPIC papers. 2 p.
- Hyun,Y,, Ellis,M., Riskowski,G., Johnosn,R.W.,1998: Growth performance of pigs subjected to multiple concurrent environmental stressors. J. Anim.Sci. 76. 721-727
- Johnson,R.W.,1996: The energy cost of illness on Swine. In. Porknet The Online Resource for the Pork Industry, University of Illinois, IPIC papers. 4 p
- Novák, L.: Selfregulating growth model in homoiotherms (SGM). Acta Vet. (Brno), 65, 1996a : 107-114.
- The National Research Council.1981,2000.: Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy Press. Washington, D.C.: 152
- Schauberger G., Piringer M., Petz E.: Steady-state balance model to calculate the indoor climate of livestock buildings demonstrated for finishing pigs. International Journal of Biometeorology, 2000, 43: 154-162

Address of responsible author

Doc.MVDr. Pavel Novak, CSc.
University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno
Palackeho 1-3, CZ-612 42 Brno
e-mail: novakp@vfu.cz

The growth of farm animals simulated by the biologic model of growth

L. NOVAK

Emeritus professor of physiology, Brno Czech Republic

The production of farm animals has developed towards highly specialized coordinated production systems. Variability in the growth rates is important to the economic costs. Modeling the body mass growth and the nutrient consumption becomes an important tool for the solution of many problems connected with the best way for rising and fattening the husbandry animals. The importance of modeling is underlined for instance by Moughan and Verstegen (1995), Mc.Namara, France and Beever (2000). The contemporary methodology of modeling the body mass growth is from the biological point of view however a little bit strange for people with the biological thinking. The problem may be formulated as follows. All types of the models used are directed by the flowing time. However life depends on the intake and expenditure of energy accomplished in the flowing time. These processes do depend on the availability of feed and the cooling power of the environment, as external events and on the internal biological processes they do regulate autonomous the mass and energy exchange between the animal and its environment, independent on the flowing time. In this paper we try to present a new approach, which interpret the growth functions by the direct use of the biologic parameters, for instance body mass, feed consumption, influence of stresses.

Each individual is demarcated by its surface against the ambient environment. As the opened system, the individual, intake from the environment the energy in the feed. The major part of the mass and energy taken in the feed is returned to the environment in the form of carbon dioxide, excreta, physical work and heat. Only the remaining part of the energy taken in is deposited into the mass of proteins, lipids and sugars, the structural parts of cells. All biochemical reactions they do participate in the degradation and synthesis of organic compounds, or they are joined with the progress of muscular work during the execution of vital functions or the movement of the organism do depend on the availability of high-energy chemical bonds. The molecules of adenosine triphosphate (ATP) do represent the main carrier of this type of energy, solely exploitable for biological needs of the organism. The hydrogen liberated in the citric acid cycle, together with the release of carbon dioxide, is transported by the nucleotides to the respiratory chain. The energy released by formation of the water molecules accomplished with the contribution of the oxygen is partially incorporated into the high-energy bonds of the ATP molecules and the rest is liberated in the form of heat. The carbon dioxide formed and the oxygen consumed is exchanged with the environment by respiration.

As outlined in the Fig. 1., the energy gained by the ATP molecules represents a part of the metabolizable energy taken in the ingested feed. Expressed in the terminology of the husbandry production, the ATP energy is used for the **maintenance requirement** of the animal, e.g. the basal metabolism and to the equalizing of various stressing factors impact on the thermal equilibrium of the animal. Only the residual part of the available ATP energy can be used for the **production requirement**. Do we account the energy spend for external muscular labor in the total heat production, for the synthesis of proteins, lipids and sugars is left only the part designated as the **net energy for production** (NEp). This amount of high-energy bonds is the only source of energy that may be deposited in to proteins, lipids and sugars, substantial parts of the body mass increase of the organism. For the warm-blooded husbandry animals it is very important the impact of the cooling power of the environment (CPE). This

value is formed, from the point of view of the animal, by the **sensible** and the **latent** heat output. Both forms of the heat dissipated enable the organism to maintain the body core temperature constant within the limits of its thermoregulatory capability. From the point of view of the environment, the sensible heat is joined with the temperature and the movement of the air; the latent heat depends on the partial pressure of water vapor in the environment. However if the cooling power of the environment (CPE) exceeds the amount of heat produced in the body (THP) during the time of protein and lipids synthesis, than the thermoregulatory mechanisms do spend some ATP energy at the expense of the net energy for production (NEp). This means, the body mass increase is reduced, if the stressing effect of the cooler environment is not removed, the course of the growth curve becomes flattened form and reaches the desired body mass value later.

Various types of mathematical equations simulate the body mass growth. Among them however two types, derived from the difference equation, describe formally the process of anabolism and catabolism and the integral forms of these functions do approximate the course of the body mass growth satisfactorily. The *logistic growth function* (Robertson) and the *exponential growth function* (Gompertz) are determined by the three constants. From the biology point of view as most understandable we do prefer to use as constants: the **initial body mass** (G_0), for instance the body mass at birth, the **genetically limited body mass** (Gli) of the sexually mature and bodily wholly developed adult animal belonging to the defined species, breed, line or hybrid. As the third constant understandable from the biological point of view, we do use the **genetically conditioned value of the maximum possible body mass increase** (dGm). The position of this value coincides with the inflexion point of the growth curve. As seen in the Fig. 2., the logistic and the exponential growth function for the identical constants (G_0 , Gli, dGm) do differ in the shape of the growth curves. This phenomenon is conditioned by the position of the inflexion point, the position of which is determined by the body mass (G^*), and the age (t^*). The inflection point of the growth curve represents also the border between the auto-acceleration and the auto-retardation part of the body mass increase curve (dG/dt). The modern breeds of husbandry animals do grow faster than 20 years ago. The **exponential growth function** is therefore more suitable to be used in the assessment of the body mass growth in the particular experiment, or to the evaluation of the animal's growth in the current batch of the raised or fattened animals. The body mass increase (dG/dt) and the body mass growth (G_t) is possible to simulate directly by the use of the three biological constants, they may be recognized as the characteristic number of the animal's genotype, (G_0 , Gli, dGm). The exponential body mass increase than is given by the equation

$$dG/dt = e \cdot dGm / Gli \cdot G \cdot \ln(Gli/G) \quad [\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (1)$$

and the exponential body mass growth

$$G_t = Gli \cdot \exp(-\ln(Gli/G_0) \cdot \exp(-e \cdot dGm \cdot t / Gli)) \quad [\text{kg}] \quad (2)$$

It is evident that all values used in these equations (1, 2) are in the husbandry practice well known and measurable during the fattening batch. The solution needs not any other coefficients to be estimated in the previous experiments. The number $e=2,71828$. The values (G_0 , Gli, dGm) do characterize the genotype of the raised animal. This direct access to calculation is in comparison with the classical growth functions simpler than in the classical forms see Tab. I. Of course the expression of the genotype to the phenotype needs the appropriate feeding, attendance care and veterinary care in the adequate stabling and welfare conditions. If the optimal conditions for the expression of the genotype are not maintained, the maximum possible body mass increase will not to be reached and deviation from the desired body mass growth shall decline from the ideal growth curve. Nevertheless using the characteristics of the genotype by the triad (G_0 , Gli, dGm), it is possible to get the view about the ideal growth curves for all types of husbandry animals. The differences between various species defined by (G_0 , Gli, dGm) triade are tentatively outlined in the Tab. II.

The **biological model of growth** implemented into the BIOM programs is also based on the difference equation. However Novak (1996) in the self-regulating growth model (SGM), presented new biophysical interpretation of the body mass increase (dG/dt) derived from the difference equation. The

classical growth functions do use, the coefficients (a, b, or a, B), see Tab. I. in the dimension $[\text{time}^{-1}]$. But as follows from the scheme on the Fig. 1., the basic source of energy deposited into proteins, lipids and sugars is the net energy for production (NEp) with the dimension $[\text{MJ} \cdot \text{day}^{-1}]$. Conversion of the net energy for production into the protein means to divide the value of (NEp) by the specific energy of protein ($23,9 \text{ MJ kg}^{-1}$). The result then yields the amount of protein synthesized in the dimension $[\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}]$. Similar consideration applies for the lipids. Do we adjust the difference equation into the form

$$\Delta G/\Delta t = a \cdot G - b \cdot G \cdot G = a \cdot G - b \cdot G^2 = a \cdot (1 - G/\text{Gli}) \quad [\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (3)$$

The expression in parenthesis is dimension-less and so long the body mass (G) approaches the mature body mass (Gli), the value of $(1 - G/\text{Gli})$ approaches to zero. The expression in parenthesis is coded as the "actual growth potential" (AGP) and from the biological point of view it is compatible with the development of the proteinom during the genotypes expression. Do we replace the coefficient (a) before the parenthesis in equation (3), for the case of protein synthesis by the value of the net energy for production divided by the specific energy of proteins ($a = \text{NEp} / 23,9$), and the APR approaches to zero it means, that a part of NEp equal to the relative amount of $(1 - \text{APR})$ is left spare and is used to the synthesis of lipids stored in the fat depots. The amount of sugars, in comparison with the amount of synthesized protein and lipid, is very small and may be in the first approach neglected. The amount of synthesized proteins (P) and lipids (L) do describe the equations:

$$dP/dt = \text{NEp} \cdot \text{AGP}/23,9 \quad [\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (4)$$

$$dL/dt = \text{NEp} \cdot (1 - \text{AGP})/38,9 \quad [\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (5)$$

To make the biological model of body mass growth universal for all warm blooded beings, the metabolizable energy intake (IMEF), the total heat production (THP) and the impact of various stressing factors is expressed in relative values of basal metabolism ($\text{BM} = 0,3 \cdot G^{3/4}, \text{MJ} \cdot \text{day}^{-1}$). This approach extended Novák (2000,2001,2002) into the biological growth model of the **normed virtual organism BIOM N**. The body of the normed virtual organism consists of the lipid free body part composed by 80% of water and 20% of dry matter. The dry matter includes 80% of proteins and 20% of minerals. The growth of the lipid free body is regulated by the growth of proteins (proteinom) (equation 4), which is accompanied, by the retention of water, formation of the skeleton and other substances they do bound minerals and metals. The growth of the fat tissue depends on conditions they do enable to use the spare net energy for production (NEp) to the synthesis of lipids according the equation (5). Do we accept that the amount of metabolizable energy intake in the feed (MEIF) equals to the product of daily feed intake (DFI) and the specific metabolizable energy in the feed (SMEF), it is possible to express this relation as the relative value of the metabolizable energy index (IME) and the value of the basal metabolism (BM)

$$\text{MEIF} = \text{DFI} \cdot \text{SMEF} = \text{IME} \cdot \text{BM} \quad [\text{MJ} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (6)$$

The effect of various stressors they do increase the total heat production (THP) above the level of the optimal maintenance requirement is regularly caused mainly by the inadequate cooling power of the environment (CPE), the external physical labor, illness, neural stresses. All these events do disturb the optimal living conditions and the welfare of husbandry animals. Let us assess the efficiency of the oxidative phosphorylation processes on the respiratory chain by the value 0,6. Then according the relations indicated in Fig. 1., it is possible to express the total heat production (THP), as the relative value of basal metabolism (BM) by the equation

$$\text{THP} = [(1 - 0,6) \cdot \text{IME} + \text{STX} + 1] \cdot \text{BM} \quad [\text{MJ} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (7)$$

The index for the stressors effect (STX), under the optimal conditions consistent with the welfare of the husbandry animals, ought to be zero. The impact of the cold environment is for instance represented by the value

$\text{STX} = (\text{CPE} - \text{THP}_{\text{STX}=0}) / \text{BM}$. The net energy for production may be in general, according the scheme in the Fig. 1., expressed by the equation

$$\text{NEp} = \text{IMEF} - \text{THP} = (0,6 \cdot \text{IMEF} - \text{STX} - 1) \cdot \text{BM} \quad [\text{MJ} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (8)$$

Then it is possible to simulate the body mass growth for the individual organism characterized by its initial body mass G_0 , genetically limited body mass G_{li} , the amount of the daily feed consumption (DFI, $\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}$) containing the specific amount of nitrogen corrected metabolizable energy per kilo of fresh matter (SMEF, $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$). The body mass increase can be calculated from these values according the equation

$$dG/dt = NEp \cdot \{[(AGP)/23,9/0,16] + (AGP) \cdot 0,25/23,9 + (1-AGP)/38,9\} \quad [\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (9)$$

Partitioned in the normed virtual organism into

$$dG/dt = dP/dt + 6,25 \cdot dP/dt + 0,25 \cdot dP/dt + dL/dt \quad [\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}] \quad (9a)$$

The recurrent iteration form in this case is used to calculate the body mass growth

$$G_{t+1} = G_t + dG_t \cdot dt \quad [\text{kg}] \quad (10)$$

Application of the equations (2), (9) and (10) is demonstrated in Fig. 3., by the experimental values of hybrid ROSS 208 fattened cockerels and the cumulated feed consumption reached in experiments accomplished by Novak et al (2001) and Zelenka et al (2001), together with the data recommended by Ross Breeders Limited Newbridge Midlothian Scotland (2000). The experimental data of body mass growth (graph on the left side) are compatible and do approach closely the exponential growth curve. Body mass calculated by the BIOM N 2003 model, marked with the 5% values of variation coefficient are statistically not different. However the calculated body mass growth indicate that in the region of the inflexion point there a slight depression of the experimental body mass growth against the data calculated from the genotype characteristic numbers and the feed consumed during the fattening period. The cumulative feed consumption (the graph on the right side) indicates that feed consumption simulated by the BIOM N 2003 model, marked with 10% values of variation coefficient is compatible with the cumulative feed consumption measured in the fattening experiment and recommended by the producer of thy hybrid ROSS 208. The input data used in calculations are indicated in the heading of the graphs. Samples taken for the evaluation of body mass growth and feed consumption in other species of husbandry animals shall be presented.

The objectives of this paper is to show the new possibilities in the modeling the body mass grows based on the biological basis involved in the extremely important processes of body mass growth. We do hope, that the presented interpretation of the classical growth functions, based on the triad of the animals genotype (G_0 , G_{li} , dG_m) and the amount of the feed consumed, shall be for the breeder more friendly and will be helpful in the current husbandry practice and will open new horizons in the improvement of modeling the body mass growth and production of other animal products, mainly milk and eggs.

Table I. The logistic and the exponential growth function forms

Type	Difference equation	Body mass increase	Body mass growth
Logistic	$dG/dt = a \cdot G - b \cdot G \cdot G$	$dG/dt = a \cdot G - b \cdot G^2$	$G_t = G_{li} / (1 + c \cdot \exp(-a \cdot t))$
Exponential	$dG/dt = a \cdot G - B \cdot G \cdot \ln G$	$dG/dt = B \cdot G \cdot \ln(G_{li}/G)$	$G_t = G_{li} \cdot \exp(-C \cdot \exp(-B \cdot t))$

The coefficients (a), (b), in the logistic function and (a), (B) in the exponential function ought to be estimated from the experimental growth curves, (c), and (C) are integration constants (scaling parameter).

Table II. Illustrative examples of characteristic numbers of various husbandry animal genotypes

Fowl or husbandry animal	G_0 , body mass at birth or hatch [kg]	G_{li} , the genetic body mass limit [kg]	dG_m , genetics maximum of body mass increase [kg/day]
Broiler chicks	0,040	6,000	0,090
Turkeys, heavy	0,055	24,00	0,190
Pigs	1,4	250,0	1,100
Holstein cows	40,0	700,0	0,900

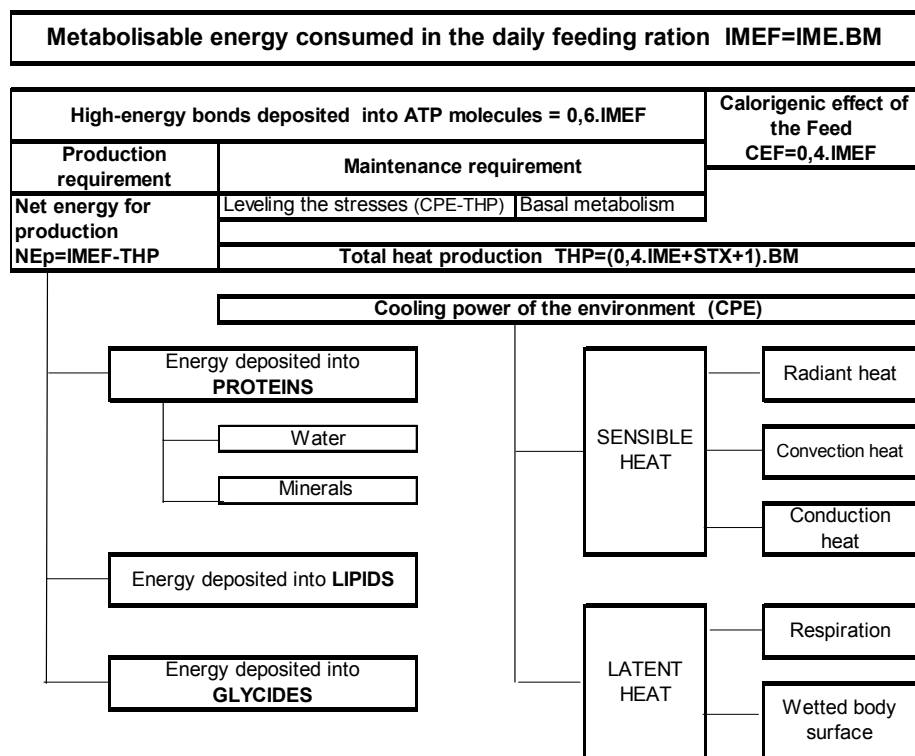


Figure 1. The block scheme indicating the interaction between the intake of metabolizable energy and its partition between the total heat production (THP) and formation of the net energy for production (NEp). Special attention is paid with to the influence of the cooling power of the environment.

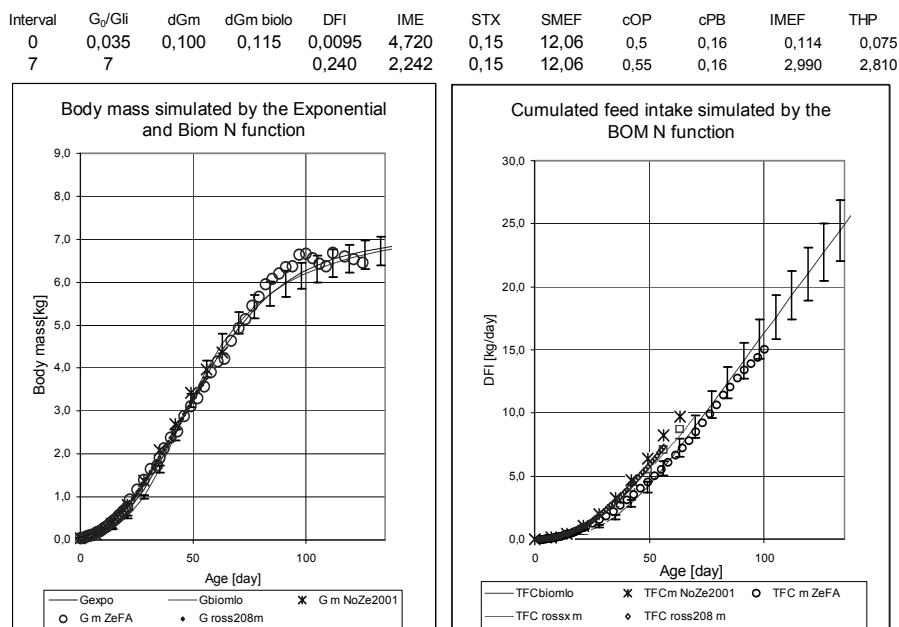


Figure 2. Exponential growth curve (left) and the logistic growth curve (right) with the market positions of the inflexion points and the course of the body mass increase curves.

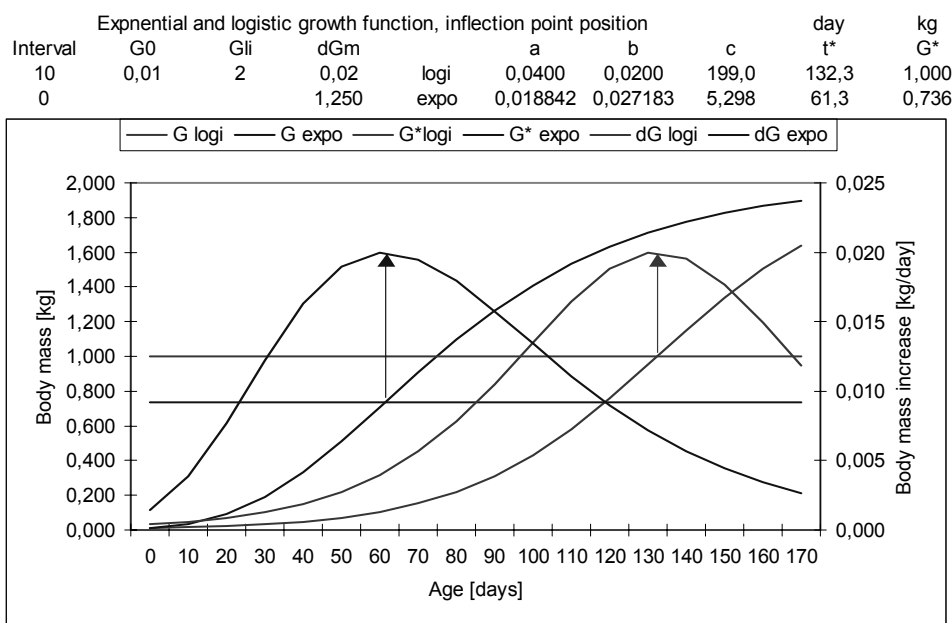


Figure 3. Body mass growth and feed consumption in ROSS 208 cockerels.

References

- Moughan, P.J., Verstagen, M., W., and A., Visser-Reineveld (editors): 1995, Modelling growth in the pig. Wageningen Pers, Wageningen 1995, ISBN 90-74134-22-X.
- McNamara, J. P., France, and J., Beever, D.: 2000, Modeling nutrient utilization in farm animals. CABI Publishing Wallingford, UK. ISBN 0-85199-449-0 (alk.paper).
- Novak, L.: 1996, Acta Vet. Brno 65: 107 – 114
- Novak, L., Novak, P., Schaubberger, G.: 2000, Austrian-Czech Science and Technology Workshop Brno 14-15 February 2000.
- Novák, P., Novák, L., Schaubberger G.: 2000. Proc. Xth International Congress on Animal Hygiene. Maastricht 2-6 July 2000 pp.808 – 813.
- Novak, L. Zeman, L., Kosar, K., Novak, P.: 2001, Proceedings 13th Eur. Symp. Poult. Nutr., oct 2001 (Blankenberge, Belgium) p. 285-288.
- Zelenka, J. Fajmonová, E., Komprda, T.: 2001, Czech J. Anim. Sci., 46, 532-538.

Address of author

Prof. MUDr. Ludvik Novak, DrSc.
 Srbská 15, CZ-612 00 Brno
 e-mail: ludvikn@volny.cz

Nutrition aspects of extensive pastures in mountain region

B. ČERMÁK, F. KLIMEŠ and F. LÁD

University of South Bohemia České Budějovice

Introduction

The herbivorous animals, such as cattle or sheep, are fed very often by grass - clover mixtures as the green matter or silage. As compared to the pure crops of the plants mentioned kinds of mixtures constitute diversified and better-balanced feed which is readily eaten by the ruminants as well as allow obtained the better productive effects Rychnovská et al., 1985, Klimeš, 1997, Klimeš, 2000 . The both chemical composition of these mixtures and digestibility determines their nutritive value. They are depending on many factors of them the most important are: botanical composition of the green matter, time of cutting as well as the method that was used for conservation (Opitz von Boberfeld, 1993, Moravec et al., 1994, Čermák et al., 2001, 2002, Klimeš et al., 2001). The purpose of the present study was to evaluate of the nutritive value of fresh green matter composed from the red clover and meadow grasses and other plants as well.

Material and methods

The experimental material come from the 1st and 3rd cuts that were used in two forms – red clover and meadow grasses and plants as an intensive and half intensive pasture. The first cut-yield of green matter (GM) was harvested at the red clover full-flowering phase and at the end of meadow fescue period cut was after harvested after 8 weeks of vegetation.

There was stated the percentage-weight ratio of the red clover and meadow fescue in mixture before harvesting. The fresh and ensiled mixtures were evaluated for sake of their chemical composition using standard analytical procedures. Simultaneously the organic matter digestibility of the fodders was evaluated in vitro. The results from the analyses and the coefficients of the organic matter in vitro digestibility allow to account of energy value of fresh mixtures of two pasture system as energy value of NEL and NEV was used (Kessler & Lehmann, 1998).

On the basis of the estimated crude protein content and the digestibility coefficients that are given by French authors the protein content of the used feeds were evaluated (PDING and PDIEg), instead the full-filling value was taken directly from the French standards (Zeman et al., 1995). There are nutritive values of half intensive and intensive pastures in table No. 3.

Results and discussion

In the performed experiments it was turned out that the clover, in comparison to the meadow fescue, is an expansive plant – because the share of red clover in the yield-cut from 3rd cut was higher than in 1st cut. Increased level of clover in the green matter from the 3rd positively affected the protein content as compared to the same feed from the 1st cut, in which the higher level of nitrogen-free substances was stated (Table 1, Table 2). The chemical analysis of the green matters indicated this result. The GM contents more proteins and fat and fewer crude ash (Figure 1).

Nitrogen-free extractive substances content in the GM from 1st cut, instead in the GM from 3rd cut the N-free extract constituted smaller fraction. Enzymatic hydrolysis of the fibre fraction. (Podkowka 1979, Čermák et al., 2001, Klimeš et al., 2001).

The distinct effect of the fibre level on the organic matter digestibility from the both GM was stated. In the GM from 1st cut lower amount of crude fibre than in silage was stated and the organic matter digestibility was higher in the GM. In the case of the GM from 3rd cut these values were in contrast (Table 1, Figure 1). The nutritive values regarding fresh mixtures are shown in table 3. The net energy of lactation level amounted 0,81-0,71 UFL per kg DM and when the either cuts were compared – was lower in the case of the autumnal regrowth. However, the higher energy density in silage than in GM from 3rd cut is difficult for explanation. It can be partially explained by the Jarrige (1993), and suggestion Kessler, Lehmann (1998) that the formulas that are usually used for the evaluation of the energy density in silages that characterised by higher DM concentration could result in the values that are slightly erroneous.

The great share of the leguminous mixture plants in all feeds was more the protein degraded ideally for the sake of nitrogen than of energy. Third regrowth was characterized by the higher protein value than the first one in the fresh and dry matter content.

Table 1. Botanical composition, dry matter content and organic matter digestibility of green grass - clover mixtures

Fodder	Percentage of clover	Dry matter (g kg ⁻¹)	Organic matter digestibility (%)
Green 1 st cut	12.4	180.9	68.45
Green 3 rd cut	28.5	124.9	62.27
Maximum	30.6	214	71.29
Minimum	11.1	108	59.87

Table 2. Nutritive value of green and silage green-clover mixtures (INRA'88)

Item	Content in 1 kg of dry matter		
	UFL	PDINg	PDIEg
Green matter 1 st cut	0.81	98.62	85.52
Green matter 3 rd cut	0.71	133.22	88.79

Table 3. Nutritive value of green pasture

Number	Dry matter (g kg ⁻¹)	NL (g kg ⁻¹)	Fat (g kg ⁻¹)	Crude fibre (g kg ⁻¹)	Ash (g kg ⁻¹)	WSC (g kg ⁻¹)
1	913.61	132.93	18.98	239.77	127.10	49.17
2	912.33	139.28	19.95	252.21	122.36	41.28

Number	deg	dsi	SNL (g kg ⁻¹)	PDIN (g kg ⁻¹)	PDIE (g kg ⁻¹)	NEL MJ kg ⁻¹	NEV MJ kg ⁻¹	ME MJ kg ⁻¹
1	0.73	0.77	72.39	77.52	75.78	5.29	5.03	8.90
2	0.72	0.75	77.24	80.21	74.75	5.19	4.91	8.80

The content of nutrients in the two pastures - average

1. Pasture half intensive *Agrostis capillaris*, *Festuca pratensis*, *Hypericum maculatum*, *Veronica chamaedrys*, *Galium album*, *Trifolium repens*, total 15-20 species
2. The intensive pasture near with *Agrostis capillaris*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, total at 15 species

Table 4. The content of macroelements in two pastures - average in g kg⁻¹

Number	P	K	Ca	Mg	Na
1	2.3	15.5	11.5	1.4	0.05
2	2.8	17.9	7.5	2.3	0.06

Abstract

Pasture is very important for welfare of cattle animals and allowed them returns to natural conditions. Utilization of ballast carbohydrates feeds allows lively answer on need of animals, change in composition of components. Year-round outdoor stock keeping of suckler cows and beef cattle is the least intensive farming system and plays an important role in peripheral sites particularly. It was necessary to settle questions concerning outdoor stock keeping during winter in regard to plant production. Results of soil, water and green pasture analyse at the Sumava mountains area was lower for pollution than the limits for drinking water. The reference for cattle farming at the protected area is 0,4 GFU per hectar pasture. Cross this recommendation may be dangerous for nitrates and minerals pollutions at the protected area of nature such as the Sumava Nature Park.

Acknowledgement

This work was supported with grant number MSM: J 06/98:1222000002/5

References

- Čermák, B., Průcha, L., Lád, F., Podkowka, Z. (2001): Pastva jako tradiční a zdravý způsob odchovu skotu. Pasture as traditionally and healthy feeding system of young cattle. In: Scientific papers of international meeting. Kaktovy dny VFU Brno, p.40-43.
- Čermák, B., Lád, F., Kadlec, J., Koukolová, V., Forejtová, J., Český, P. (2002): Pastva skotu v marginálních podmínkách. Pasture using for cattle at marginal conditions In: Scientific papers of international meeting VFU, Brno, p.19-24
- Jarrige R., (1993). Żywnienie przeżuwaczy. The ruminants feeding. Instytut Fizjologii i Żywnienia Zwierząt Pan, Jabłonna. 275p.
- Kessler W., Lehmann J. (1998). Evaluation of grass/clover mixtures for leys. Grassland Science in Europe 3, 231-234.
- Klimeš, F. (1997): Meadows and pastures. Ecology of grassland, Books for students ZF JU České Budějovice 140 p.
- Klimeš, F. (1999): Phytocenologic relationship in pasture stands. Cz.Plant Production, journal 45, p 205-211.
- Klimeš, F., Čermák, B., Střeleček, F., Hrabě, F., Tetter, M. (2001). Methodological aspects in the study of species richness and diversity in species Grasslands. ZF JU České Budějovice 18, 2001 (2), p 91-98
- Moravec, J., Blažková, D., Hejný, S., Husová, M., Jeník, J., Kolbek, J., Krahulec, F., Krečmer, V., Kropáč, Z., Neuhausel, R., Novotná, Z., Rybníček, K., Rybníčková, E., Samek, V., Štěpán, J. (1994): Fytocenologie (Phytocenology) Academia Verl. Praha. 403 p.
- Opitz von Boberfeld. W. 1993: Grasslandscience, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 214p.
- Podkówka W. (1979). Nowoczesne metody kisenia pasz. Wyd. IV. PWRiL, Warszawa. 98p.
- Rychnovská, M., Balátová, E., Úlehlová, B., Pelikán, J. (1985): Ekologie lučních porostů (Ecology of meadows). academia Verl. Praha. 292 p.
- Zeman, L. et al. (1995) Katalog krmiv. Feedstuffs catalogues Research Institute Pohořelice, 543p.

Address of responsible author

Prof. Ing. Bohuslav Čermák, CSs.
Faculty of Agriculture, Department of Animal Breeding
University of South Bohemia České Budějovice
Studentská 13, České Budějovice 270050, Czech Republic
E-mail: cermak@zf.jcu.cz

The energy resource for dairy cow feed rations from silage of different maize hybrids

B. CERMAK, F. LAD, B. SLIPKA, J. FRELICH, F. JANCÍK, and J. MIKOLAJCZAK¹⁾:

South Bohemian University in Ceske Budejovice,

¹⁾ Technical agriculture university Bydgoszcz Poland

Introduction

Maize is an energy resource feed for ruminants and maize grain for pigs and poultry respectively. Velde (1985) reported increasing of maize area all over the world and the Netherlands, respectively. Under the dry cropping conditions maize gives higher yields of fresh and dry matter per ha than forage grasses. Maize silage has very good nutrient values in the Netherlands. Dukic et al. (1995) and Milenkovic et al (2003) found that maize hybrids of NS 444 and NS 606 were able to produce 81 t per hectare fresh forage or 28 t dry matter respectively in water sprayed areas. The growth stage at harvest is critical for the yield and ensilability of maize (Vecchietini et al. 2003). Breeders generally recommend harvesting at grain stage (330-340 g per kg of dry matter). Later harvests give a higher yield of dry matter and a better voluntary intake (due to a reduced acid content, Gardini et al 1976, Podkowka et al 1998). Ensiling can be more difficult due to lower contents of fermentable sugars and a reduced compressibility of the forage. Influences on activity of ensiling process and silage consumption are reported (Jarrige, 1993, Podkowka et al 1998, Cermak et al 2002).

In this research project, the intake of silage from chosen maize hybrids, the yield with and without added fertiliser, the nutritive value and the ensiling process with and without a biological preparation were studied.

Material and methods

Long-term trials with different maize hybrids of FAO number from 200 to 260 were established in three places in Czech and one at Poland from year 1998 to 2002. Each place was randomised on block design with 8 replications. The sowing date was from end of April to begin of May each year, depending on soil temperature. Rows were 70 cm apart at a fine density of 9 plants of square meter. On half of each experimental block, AMOPHOS was applied at 150 kg per hectare. Through the vegetation the height of plants and height of cobs were observed. Fresh samples of maize were chopped on 0,8 cm, mixed and dried at 60 grad Celsius and given in laboratory for analysis. Standard Weender methods modified after Van Soest were used. Samples of each experimental field were mixed and divided on half of each hybrid. One half of them were sprayed with biological preparation LACTISIL after the company's description. Both parts of samples were given at jute bags (each bag of 5 kg of fresh material) and given into the silo bunkers with maize. The samples were kept in the silo for six months. After then, part of samples were analysed for the results of conservation processes as pH, silage acids, ammonia according to standard methods. Second part of silage samples were dried and analysed according to the same methods as fresh forage. Dairy cows were fed the experimental silage for two days and maize intake was observed.

Results and discussion

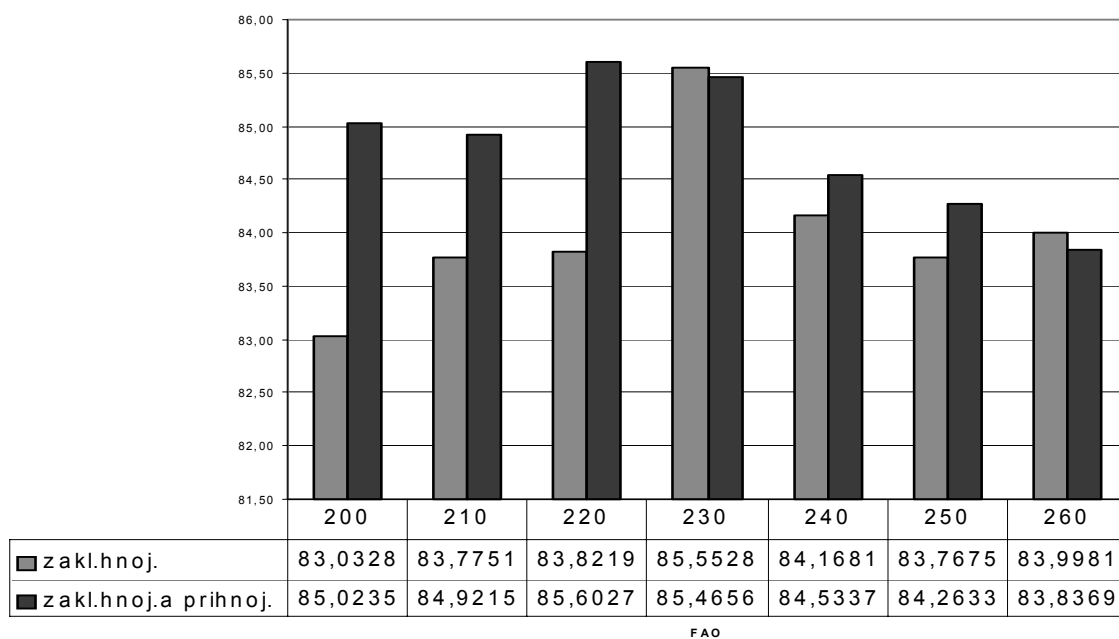
The nutrient contents of different maize hybrids are shown in table 1. The application of AMOPHOS fertilizer influenced the results of fresh matter yield per hectare in a statistically positive way. Average yield of non-additionally fertilised plants was 25.9 t per hectare (minimum 21.2 t, maximum 29.3 t, respectively). At additional fertiliser the yield averaged 37.5 t per hectare (minimum 28.7 t, maximum 41.7 t). The dry matter yield of non-additional fertiliser was 9.2 t per hectare (minimum 8.7 t, maximum 10.2 t). Dry matter yield of fertilised plants averaged 13.5 t per hectare (minimum 12.1 t, maximum 14.3 t), respectively. The comparison of energy production was not significant. We can see a significant reduction of fibre content and an increase of crude protein and fat content at the additionally fertilised fields. The differences of PDIN and PDIE showed a tendency to increase, but without statistical significance. The results corresponded with the results of (Podkowka, Podkowka 1994, Cermak et al 2001) and other authors. Some researchers reported harvesting of maize hybrids with the cobs grain ranging at 340 to 400 g of dry matter. The last three years of the experiment and in the practical field the content of dry matter of all plots increased over 400 g dry matter per kg. In this year the dry matter content of fresh plants ranged at 550 – 650 g. At the other years the results were comparable with the authors Zeman 1995, Zarudski 1999, and Cermak et al 2002. The results of PDIE are shown in the graph and table. There are some differences in NEL content between hybrids (graph 3 and table). The classifications of silage fermentation properties is presented in graph 4 and 5, respectively. Inoculation with Lactisil arebeter resulted in significant differences for the first class of classification, while changes in the other classes and total classes were statistically not significant. Lactic microorganism has worse growing condition due to the higher dry matter content of plants (Weisbach, 1993). The preparations of different maize hybrids for silage are different in quality and nutrient contents. The fresh maize yield and the higher content of grain affects positively the energy content of the ration fed to the cows at first part of lactation. By the high daily milk yield over 30 kg the volume of consumption can range at 12 to 14 kg of dry matter per cow per day. From this part daily consumption of maize silage can be from 7 - 9 kg (Cermak, 2002). At poor maize silage quality, we observed a reduction of the maize consumption from 1 to 3 kg per day and a negative influence on body score condition (BSC) of dairy cows. The content of water-soluble saccharides in silages was close to zero and the ammonia and pH were increased. This year is not representative for maize silage production. These results are comparable with those reported by Podkovka, Podkowka 1994, Cermak et al 2001.

Summary

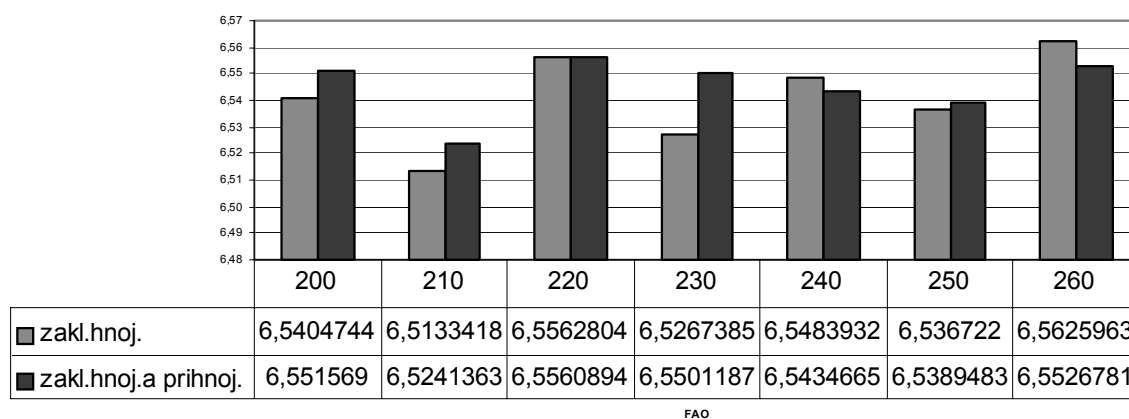
The energy resource for dairy cow feed rations from silage of different maize hybrids was studied in four experimental field trials (one at west Bohemia, two at South Bohemia regions and one at Bydgoszcz Poland). Results of nutrients are summarised for FAO number of different hybrids. AMOPHOS was used as an additional nitrogen fertiliser at 150 kg per ha for half of the experimental field in the Czech experimental basis. During silage preparation, 8 pooled samples of each maize hybrids were sprayed with LACTISIL and ensiled in jute bags into the silo bunkers. Near them, the other part of samples was ensiled without biological preparation. Nutrient analysis showed differences at the experimental fields due to addition of nitrogenous fertiliser. Through the vegetation, plants grew higher but their maturity was later. There were no statistically relevant differences in the ensiling properties. Differences between years showed a decrease of dry matter content at the hybrids with low FAO numbers. Results of silage quality of three years showed a reduction of dry matter content below 400 g per kg and a negative influence on the silage consumption by dairy cows.

Table 1: Content of nutrients of different maize hybrids at FAO numbers in g and MJ/kg of dry matter

fertilizing	FAO	fibrous material	fat	ash matter	NL	BNLV	WELL	PDIN	PDIE	BE	ME	NEL	NEV
found fertilization	200	217,71	28,47	40,20	80,39	633,22	959,80	50,51	83,03	18,73	10,86	6,54	6,57
found fertilization	210	221,85	25,65	43,97	83,26	625,27	956,03	52,32	83,78	18,68	10,82	6,51	6,54
found fertilization	220	200,68	27,95	37,74	82,63	651,01	962,26	51,92	83,82	18,79	10,89	6,56	6,59
found fertilization	230	205,53	30,54	41,45	91,31	631,17	958,55	57,37	85,55	18,77	10,85	6,53	6,55
found fertilization	240	209,08	28,33	38,77	84,39	639,40	961,23	53,03	84,17	18,78	10,88	6,55	6,58
found fertilization	250	213,97	28,68	40,54	83,42	633,39	959,46	52,42	83,77	18,74	10,86	6,54	6,57
found fertilization	260	162,15	27,20	36,80	82,80	691,05	963,20	52,02	84,00	18,81	10,90	6,56	6,59
fundamental fertilization and additional fertilisation	200	216,06	29,33	38,06	87,91	628,64	961,94	55,23	85,02	18,82	10,89	6,55	6,58
fundamental fertilization and additional fertilisation	210	219,36	30,65	41,99	89,03	618,96	958,01	55,94	84,92	18,75	10,84	6,52	6,55
fundamental fertilization and additional fertilisation	220	203,09	30,95	37,22	90,53	638,08	962,78	56,88	85,60	18,85	10,90	6,56	6,58
fundamental fertilization and additional fertilisation	230	208,55	31,68	38,09	90,49	631,19	961,91	56,85	85,47	18,83	10,89	6,55	6,57
fundamental fertilization and additional fertilisation	240	210,25	29,99	39,34	86,57	633,85	960,66	54,39	84,53	18,78	10,87	6,54	6,57
fundamental fertilization and additional fertilisation	250	209,94	31,32	40,02	86,18	632,54	959,98	54,15	84,26	18,77	10,86	6,54	6,57
fundamental fertilization and additional fertilisation	260	193,95	23,80	38,35	81,35	662,65	961,65	51,11	83,84	18,77	10,88	6,55	6,58

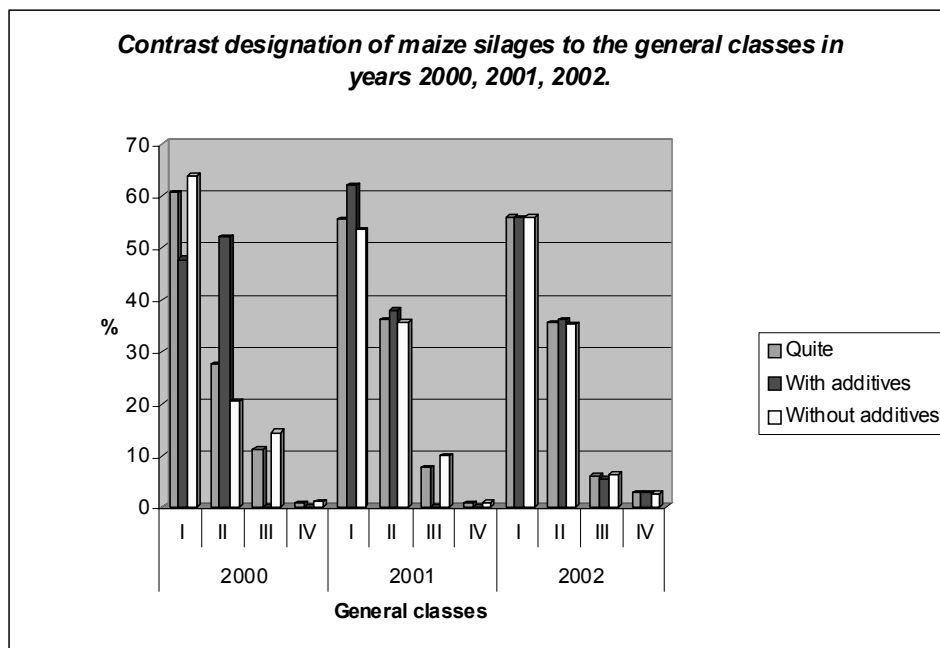


Graph and table 2: Comparison of PDIE between different half-breeds of maize (notes: found fertilization, fundamental fertilization and additional fertilisation)



Graph and table 3: Comparison of NEL between different half-breeds of maize (notes: found fertilization, fundamental fertilization and additional fertilisation)

Graph 3:



Graph 4:

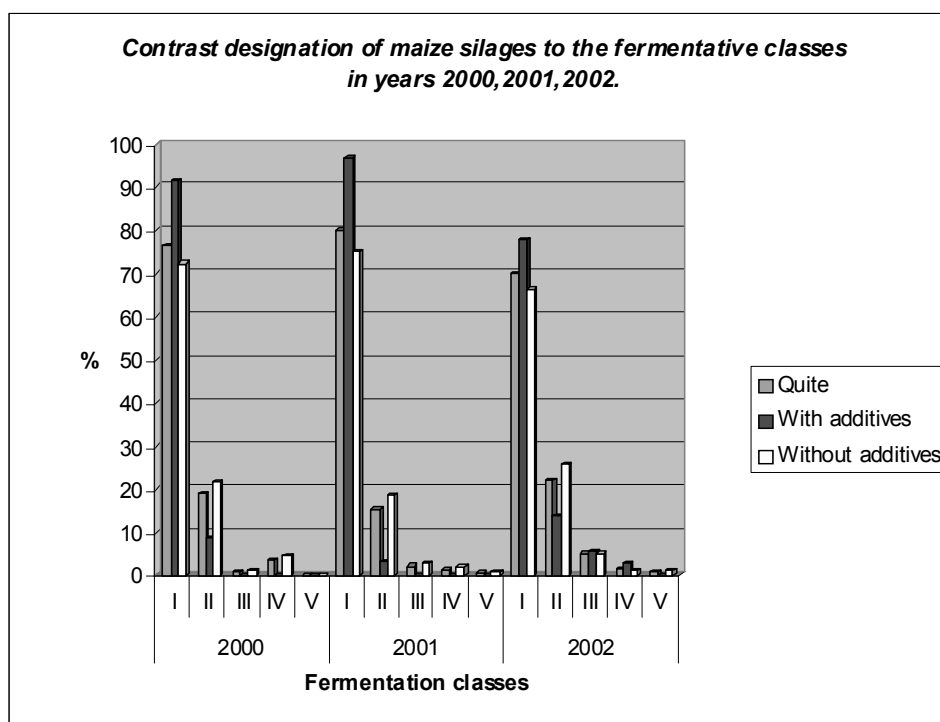


Table 4: Quality index of maize silages on the whole

	$\bar{x}$	s_x	$x_{\min.}$	$x_{\max.}$	n
Dry matter	328,1	42,5	223,84	421,82	55
NEL (MJ . kg ⁻¹)	2,02	0,17	1,38	2,61	55
PDI (g. kg ⁻¹)	15,98	3,21	10,02	21,05	55
Lactic acid (g. kg ⁻¹)	21,79	4,98	7,2	32,99	55
Acetatic acid (g. kg ⁻¹)	6,99	2,63	3,67	16,53	55
Butyric acid (g . kg ⁻¹)	0,05	0,21	0	1,2	55
pH	3,72	0,32	3,19	4,29	55
KVV (mg Na OH . 100 g ⁻¹)	1468	439	585	2185	55

Table 5: Quality index of maize silages after addition of inoculants

	$\bar{x}$	s_x	$x_{\min.}$	$x_{\max.}$	n
Dry matter	359,12	40,98	272,08	421,82	25
NEL (MJ . kg ⁻¹)	2,14	0,25	1,42	2,61	25
PDI (g. kg ⁻¹)	15,63	2,97	12,65	21,05	25
Lactic acid (g. kg ⁻¹)	21,59	5,25	10,75	32,99	25
Acetatic acid (g. kg ⁻¹)	6,48	2,71	3,67	12,9	25
Butyric acid (g . kg ⁻¹)	0	0	0	0	25
pH	3,7	0,28	3,19	3,9	25
KVV (mg Na OH . 100 g ⁻¹)	1472	248	998	1870	25

Acknowledgement

Research work was supported for the project MSM J 98/200002/5

References

- Cermak, B., Lad, F., Podkowka, Z. 2001: Posouzení kvality konzervovaných krmiv v provozních podmínkách. In: proc. of Int. Conf. AGROREGION section animal production Ceske Budejovice, pp 92 - 96.
- Cermak, B., Lad, F., Kadlec, J., Koukolova, V., Forejtova, J., Cesky, P. 2002: The influence regarding to ensiled feeds. In: J.of res. Faculty of Agriculture of South Bohemian University Ceske Budejovice Animal production N.2, pp 26 - 30.
- Dukic, D., Cupina, B., Markov, M. 1995: uticaj ekoloskih uslova na prinos i hranljivu vrednost silokorne hybrida kukuruze. In: J of. Naucni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 24, pp 131 - 139
- Gardini, A., Gaspari, F., Vecchietini, M., Scheoni, P 1976: Effect of maize silage harvest stage on yield, plant composition and fermentation on losses. In: Anim. Feed Sci. and Techno., 1, pp 313 - 326
- Jarrige, R. 1993: Zywienie przezuwavcy. The ruminant feeding. Inst. Fyz. i Ziw. Jablonna 275, p.
- Milenkovic, J., Stanisljevic, R., Jovin, P., Stojovic, J. 2003: Forage yield and quality of digfferent hybrids in the ecological conditions of Timocka Krajina. In: Proc. Grassland Sci. Europe, pp 307 - 310
- Podkowka, W., Podkowka, Z. 1994: Przydatnosc pasz obojetosciwych do opasu buhajkov. In: proc. Of. Conf. WORD Barzkowice 21-22.9.1994, pp 23 - 27
- Podkowka, W. et al. 1998: Zywienie i paszoznawstwo, nowoczesne metody kisenia pasz. Wyd VII PWRIL Warszawa 108 p.
- Vecchietini, M., Cinti, F., Sandini, E. 2003: Effect of harvest silöage on maize production. In: Proc. Grassland Sci. in Europa vol., pp 303 - 306
- Velde, H, A. 1985: Maize for silage Netherlands. In: Proc. of Maize and Sorgho Section Eucarpia book of abstracts p 1
- Zeman, L. et al. 1995: Katalog krmiv, Feedstus cataloque. Res. Inst. Pohorelice, 576 p.

Address of responsible author

Prof. Ing. Bohuslav Čermák, CSs.
Faculty of Agriculture, Department of Animal Breeding
University of South Bohemia České Budějovice
Studentská 13, České Budějovice 270050, Czech Republik
E-mail: cermak@zf.jcu.cz

The effect of selenium supplementation over requirement on glutathione redox system in broiler chicken

K. BALOGH, MÁRIA WEBER, MÁRTA ERDÉLYI and M. MÉZES

Szent István University, Hungary

Introduction

The development of cells and tissues is affected by some compounds, which are continuously produced during physiological oxidative metabolism and are very reactive due to their electron configuration characters.

The so-called oxygen free radicals and also compounds containing them, belong to this group.

Free radicals are initiators of uncontrolled oxidation processes in an organism. These processes primarily affect lipids, causing lipidperoxidation, a chain reaction that generates more and more lipoperoxide free radicals from unsaturated fatty acids.

The damage of lipids can induce further adverse reactions, e.g. protein- and DNA-damages, leading to abnormalities in membranes and cellular functions. Therefore, living organisms have a system, called antioxidant defense system, which maintain the oxidation processes on physiologic level (Mézes and Matkovics, 1986).

During postnatal development the animal is influenced by a lot of effects, which improve the intensity of the lipidperoxidation on one hand, while on the other hand reduce the activity of the antioxidant defence system.

Some of these are intensive growth, inadequate antioxidant quantity in the feed, infections and inflammation processes, and farther the stress (Surai et al., 1999).

According to the above mentioned results, among all production indicating parameters, intensity of lipidperoxidation processes is related to weight gain, feed conversion and feed intake.

Among the antioxidants, there are enzymes reducing highly reactive oxygen species to more stable compounds. Catalase reduces the hydrogen peroxide (H_2O_2), superoxide dismutase reduces superoxide anion ($\text{O}_2^{\bullet-}$) to hydrogen peroxide (Mézes and Matkovics, 1986). The selenium-dependent glutathione peroxidases react with harmful peroxides (hydrogen peroxide or organic peroxides) to form their corresponding alcohols or water (Erdélyi et al., 1999).

There are four known selenium-dependent glutathione peroxidases, which contain selenium as selenocysteine at the active site.

In relation with the physiological effect of selenium, the importance of the concentration has to be emphasized (Pais, 1999).

In case of high concentration, alteration may be found in the function of some enzyme systems (e.g. in glutathione peroxidases as a selenium containing metalloenzyme), and furthermore performance-decrease and abnormal growth can be observed (Leeson et al., 1995).

The pathological changes in the tissues are dependent on animal species and the duration of selenium exposition (Surai, 2002).

There are also small molecules (such as the cytosolic glutathione) playing key role in cell defence against reactive oxygen species and xenobiotics (Saint-Denis et al., 1998).

The aim of this work was to investigate the effect of two inorganic selenium sources, sodium selenite (Na_2SeO_3) and sodium selenate (Na_2SeO_4) on lipidperoxidation processes and on the amount of some components of the antioxidant defence mechanism (reduced glutathione) and on the activity of glutathione peroxidase in Ross 308 hybrid cockerels.

Materials and Methods

Ross 308 cockerels ($n=65$) were set in the experiment at 18 days of age.

One of the two treated groups received sodium selenite (Na_2SeO_3), the other received sodium selenate (Na_2SeO_4) complement in the drinking water in concentration of 1 mg Se/animal/day.

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 ($+4\text{ }^{\circ}\text{C}$) then the plasma was separated from the blood cells with centrifugation.

The red blood cells were lysed 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 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ until further 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 Discussuion

The daily feed intake of the treated groups dropped to 40% of the control group on the 3rd and 4th day of the experiment (Figure 1.).

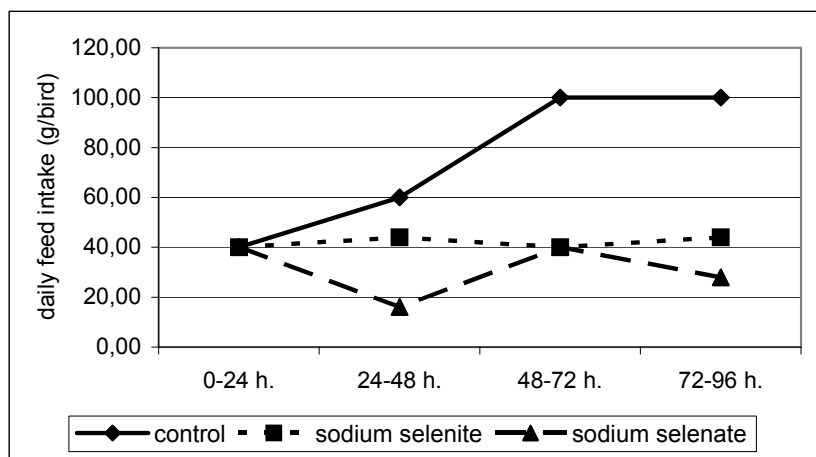


Figure 1. The daily feed intake of the animals during the experimental period

The glutathione concentration of the plasma decreased significantly at the 4th day of the experiment both in the sodium selenite, and sodium selenate - treated groups (Figure 2.).

It is assumed that the significant decrease in glutathione peroxidase activity was the consequence of the substrate deficiency (Figure 3.).

It is an interesting fact that although malonyldialdehyde concentration has slightly changed, no consistent difference was found between either of the groups (Figure 4.).

The glutathione concentration of the red blood cell hemolysate decreased significantly at the 3rd day of the experiment in the sodium selenite - group, and at the 3rd and 4th day in the sodium selenate - group (Figure 5.).

As a result of substrate deficiency decreased the glutathione peroxidase activity, too (Figure 6.).

Due to the decreased activity of the glutathione redox system, it was unable to eliminate the harmful free radicals, as it is indicated by the significantly higher malonyldialdehyde concentration on the 4th day of the experiment compared to the control group (Figure 7.).

In contrast with the blood results, glutathione concentration and glutathione peroxidase activity in the liver was higher in both treated groups than in the control at each sampling day (Figure 8-9.).

In the present experiment the malonyldialdehyde concentration in the liver increased only at the end of the experimental period due to the boosted enzyme activity (Figure 10.).

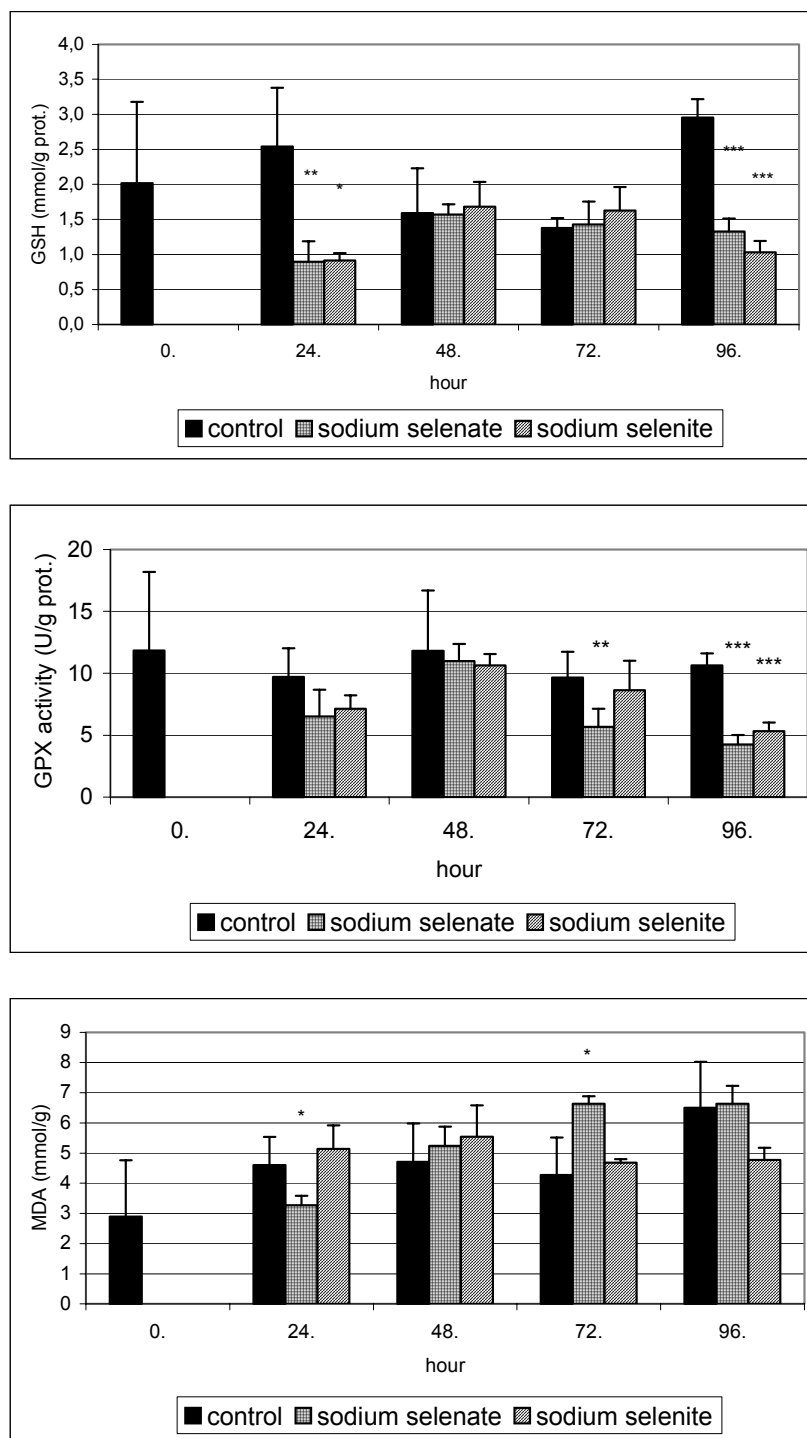


Figure 2-4. The changes in glutathione and malonyldialdehyde concentration and in glutathione peroxidase activity in plasma

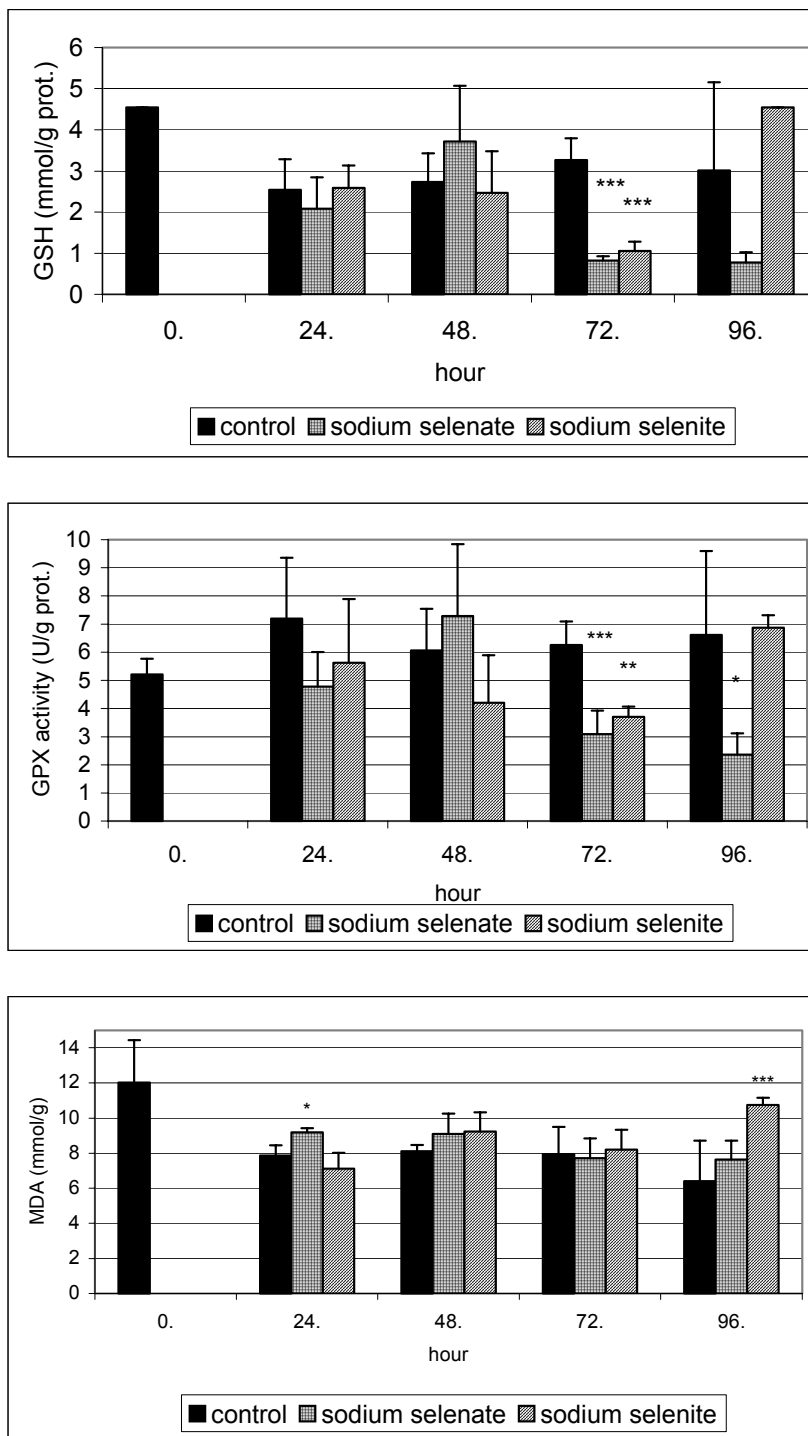


Figure 5-7. The changes in glutathione and malonyldialdehyde concentration and in glutathione peroxidase activity in red blood cell hemolysate

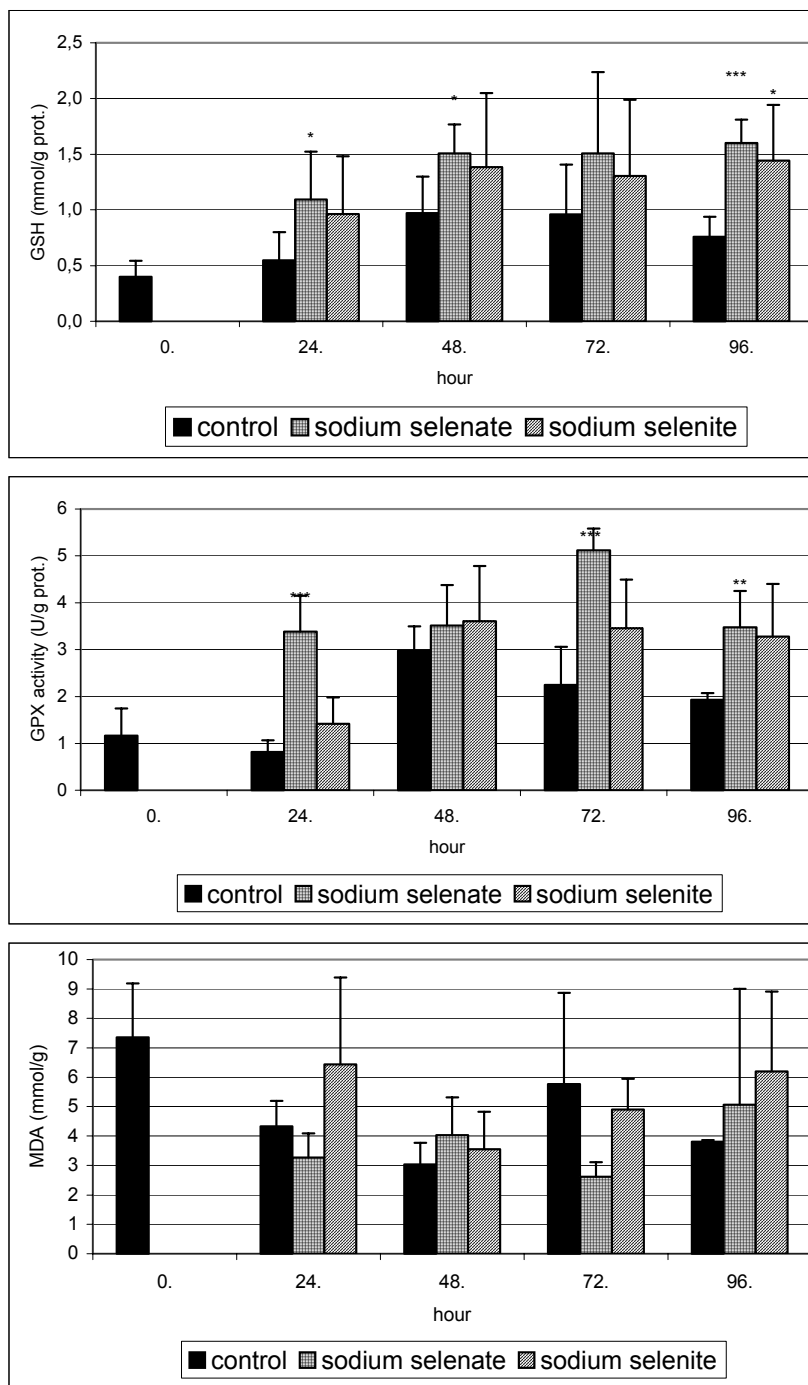


Figure 8-10. The changes in glutathione and malonyldialdehyde concentration and in glutathione peroxidase activity in liver samples

Conclusions

Results of this investigation suggest that higher glutathione concentration is usually associated with higher glutathione peroxidase activity, which is probably owing to the selenium supplementation.

At the same time, due to the reduced glutathione content, which means absence of substrate, the enzyme activity was lower than in the control.

The changes in malonyldialdehyde concentration and in glutathione peroxidase activity show that, when the activity of glutathione peroxidase is decreasing, it is always accompanied by increase in malonyldialdehyde concentration (which shows the intensity of the lipidperoxidation processes).

In the present experiment the malonyldialdehyde concentration in the liver increased only at the end of the experimental period due to the boosted enzyme activity.

Supposedly the reason of the increased lipidperoxidation is the potential toxic effect of selenium supplied over demand.

The remarkable decrease of feed intake occurred at the same period (3rd and 4th day of the experiment) in both treated groups, might also be considered as the unpleasant effect of selenium supplementation over requirement.

It was also observed, that blood plasma and red blood cell hemolysate react more sensitively to selenium supplementation in drinking water than liver does.

According to our results, selenium temporally enhanced the activity of glutathione redox system in the liver, while in the plasma and red blood cell hemolysate adverse effects showed up at the same time.

Abstract

Selenium is an essential microelement for animals. One of its important roles is, that it is a component of the active centre of selenium-dependent glutathione peroxidases.

It is well known, that the selenium from feed origin reacts with the glutathione composing seleno-glutathione, when it is exceeding the actual requirement.

In the recent experiment authors investigated the effect of two inorganic selenium sources (Na_2SeO_3 , Na_2SeO_4) on lipidperoxidation processes and on the concentration and activity of some components of the antioxidant defence mechanism in Ross 308 hybrid cockerels.

The authors found, that high glutathione concentration was usually associated with increased glutathione peroxidase activity, owing to selenium supplementation.

In the tissues investigated the glutathione redox system has been altered in different ways.

In the blood plasma and in the red blood cell hemolysate the amount of glutathione and due to it the glutathione peroxidase activity have declined, while in the liver as a result of the boosted enzyme activity the concentration of the malonyldialdehyde has increased only at the end of the experimental period.

The authors suppose that the reason of increased lipidperoxidation is the potential toxic effect of the selenium accumulation above the actual demand.

References

1. Erdélyi, M., Mézes, M., Virág, Gy. (1999): A szeléndependens glutation-peroxidáz enzimek az állati szervezetben. Szerkezet, funkció, szabályozás. *Biokémia* 23. 82-88.
2. Leeson, S., Diaz, G., Summers, J. D. (1995): *Poultry Metabolic and Mycotoxins*. University Books Guelph, Ontario, Canada
3. 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.
4. Matkovics, B., Szabó, L., Sz. Varga, I. (1988): Lipidperoxidáció és redukált glutation anyagcsere enzimek aktivitás meghatározása biológiai mintákban. *Lab. Diagn.* 15. 248-250.
5. Mézes, M., Matkovics, B. (1986): A lipidperoxidáció molekuláris mechanizmusa és mennyiségi mérése. In: Csaba Gy. szerk. *A biológia aktuális problémái*. Medicina, Bp. 34, 61-105
6. Mihara, M., Uchiyama, M., Fukuzawa, K. (1980): Thiobarbituric acid value of fresh homogenate of rat as parameter of lipid peroxidation in ageing, CCl₄ intoxication and vitamin E deficiency. *Biochem. Med.* 23. 302-311.
7. Pais, I. (1999): *A mikroelemek jelentősége az életben*. Mezőgazda Kiadó Budapest
8. 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.
9. Saint-Denis, M., Labrot, F., Narbonne, J. F., Ribera, D. (1998): Glutathione, glutathione-related enzymes, and catalase activities in the Earthworm *Eisenia fetida* Andrei. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 35. 602-614.
10. 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.
11. Sies, H. (1986): Biochemistry of oxidative stress. *Angew. Chem. Int. Ed.* 25. 1058-1071.
12. Surai, P. F. (2002): Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World's Poultry Science Journal* 58. 333-348.
13. Surai, P. F. – Speake, B. K. – Noble, R. C. – Mézes, M.(1999): 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. 733-6.
14. 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.

Address of authors

Krisztián Balogh, Mária Weber, Márta Erdélyi und Miklós Mézes
Department of Animal Nutrition
Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
Szent István University
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary
Email: krbalogh@freemail.hu

Die Wirkung des gereinigten, mit dem Futter aufgenommenen T-2 Toxins auf das Glutathion-Redoxsystem der Hühner

MÁRIA WEBER, MÁRTA ERDÉLYI, M. MÉZES und K. BALOGH

Szent István University, Hungary

Literaturübersicht

Die Trichothecen-Mykotoxine stehen wegen ihrer Häufigkeit und Vielfältigkeit seit Jahren im Mittelpunkt des Interesses (Leeson et al., 1995). Neben der Feststellung ihrer toxischen Wirkung kennen wir aber ihren genaueren Wirkungsmechanismus noch nicht völlig, außerdem stehen Informationen nur teilweise zur Verfügung darüber, auf welche Art die Symptome der Trichothecen-Mykotoxine, bzw. deren Gewichtigkeit bei den einzigen Tierarten durch weitere Fütterungswirkungen beeinflusst werden.

Das von uns untersuchte T-2 Toxin gehört auch zur Gruppe der Trichothecen-Mykotoxine. Seine immunsuppressive und immundepressive (Taylor et al., 1989; Pestka et al., 1994), sowie auf das Wachstum und Entwicklung ausgeübte Wirkung wurde durch Ergebnisse von zahlreichen früheren Untersuchungen erwiesen (Leeson et al., 1995). Laut der Angaben der Fachliteratur ist es nicht eindeutig (Surai, 2002), ob die Mykotoxine (und daraus z.B. das T-2 Toxin) ihre Wirkung auf die 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 Antioxidanssystems reagieren nämlich auf verschiedene Weise auf das T-2 Toxin, abhängig von der angewendeten Menge bzw. der Zeitraum der Behandlung (Surai, 2002).

Laut der Angaben der Fachliteratur nahmen wir an, daß die Verbesserung des antioxidativen Status der Organisation auf den Lipidperoxid- und Glutathion-Status der Organisation des Geflügels im Falle von T-2 Toxin-Belastung günstig wirkt.

Material und Methoden

In einem subchronischen Versuch prüften wir die Wirkung des gereinigten Fusariotoxins T-2 mit 21-33 Tage alten TETRA H Legehuhn-Hybriden. Die Tiere nahmen 2 mg T-2 Toxin mit jedem Kilogramm Futter auf. Die Antioxidansergänzung wurde in dem Trinkwasser in einer Menge von 10,05 mg Vitamin E/Tier/Tag und 45 µg Selen/Tier/Tag durchgeführt.

Im Rahmen des Versuches maßen wir das Körpergewicht und den Futterverbrauch der Tiere, sowie das relative Gewicht des Lebers und von Bursa Fabricii (g/100g Körpergewicht).

Im Laufe der Probenentnahmen an den 3., 7. und 12. Tagen der Behandlung wurden das den Lipidperoxid-Status zeigende Malondialdehyd- (MDA) (Placer et al., 1966; Mihara et al., 1980) und das reduzierte Glutathion- (GSH) Gehalt (Sedlak and Lindsay, 1968) des Blutplasmas und des Erythrozy-

tenhämolysates, sowie die Glutathion Peroxidase- (GSHPx) Aktivität (Matkovics et al., 1988) bestimmt (Letztere wurde an den Eiweißgehalt der Probe korrigiert (Weichselbaum, 1948)), und außerdem wurde sogar der Vitamin C-Gehalt des Blutplasmas (Omaye et al., 1979) festgelegt.

Ergebnisse

Wir haben festgestellt, daß das Körpergewicht der Tiere (Abbildung 1) in der Kontrollgruppe im höchsten Maße zunahm, überraschend sogar im Vergleich mit der Gruppe, die ausschließlich eine Antioxidansergänzung bekam. Die negative Wirkung des T-2 Toxins wurde dagegen durch die Antioxidansergänzung gemäßigt.

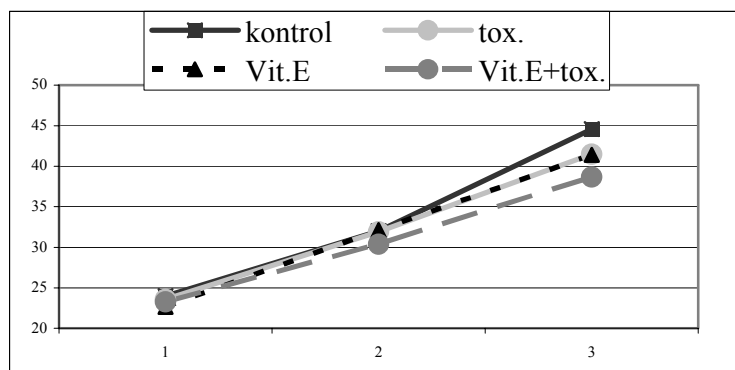


Abbildung 1: Das Körpergewicht der Tiere (g)

Infolge der T-2 Toxin-Belastung verminderte sich die Futterverwertung bis zum 7. Tag des Versuches in unsignifikantem Maße. Die Wirkung der T-2 Toxin-Belastung wurde durch die Antioxidansergänzung verstärkt – vermutlicherweise wegen der etwaigen Überdosierung von Vitamin E.

Das relative Lebergewicht (g/100g Körpergewicht) nahm zufolge der T-2 Toxin-Belastung sowohl mit als auch ohne Antioxidansergänzung ab. Dagegen nahm es in der Gruppe, die nur Antioxidansergänzung erhielt, bis ans Ende der Versuchszeitraum wesentlich zu (Abb. 2).

Das relative Gewicht von Bursa Fabricii (g/100g Körpergewicht) war an dem 7. Tag des Versuches in der mit T-2 Toxin belasteten Gruppe deutlich niedriger, was im Verhältnis zu den Kontrollgruppen durch die Antioxidansergänzung gemäßigt wurde. Diese Tendenz wurde aber bis zum 12. Tag entgegengesetzt (Abb. 3).

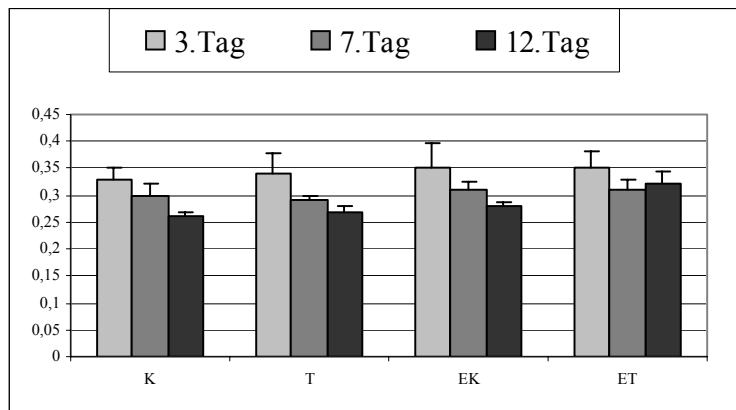


Abbildung 2: Das relative Lebergewicht der Tiere

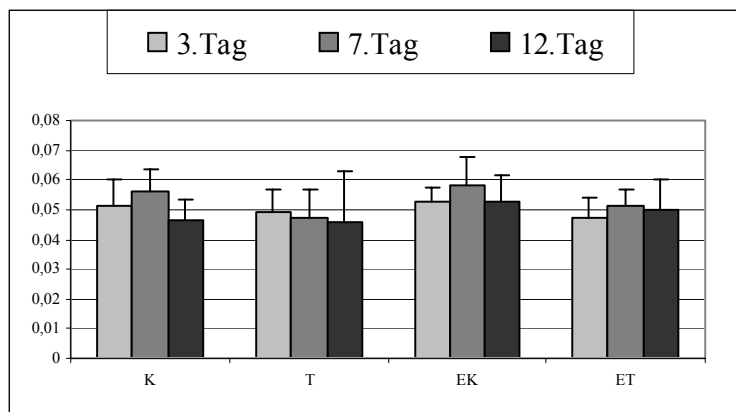


Abbildung 3: Das relative Gewicht von Bursa Fabricii

Der den Lipidperoxid-Status kennzeichnende MDA-Gehalt (nM/ml) nahm in dem Blutplasma infolge der Toxinbelastung sowohl mit als auch ohne Antioxidansergänzung ab, während an dem 7. Tag der Behandlung war er wegen der Antioxidansergänzung höher als die Kontrolle (Abb. 4).

Der MDA-Gehalt wurde dagegen durch die Toxinbelastung in dem Erythrozytenhämolisat bis zum 7. Tag des Versuches erhöht, im Falle der Kontrolle mit der Antioxidansergänzung aber bedeutend vermindert (Abb. 5).

Der GSH-Gehalt des Blutplasmas (Abb. 8) war bei der mit T-2 Toxin belasteten Gruppe, die sogar Antioxidansergänzung bekam, wesentlich höher. Die genaue Erklärung dafür ist unbekannt, in diesen Gruppen maßen wir nämlich gleichzeitig sogar erheblich erhöhte GSHPx-Aktivität (Abb. 6). Der hohe Anfangswert der GSHPx-Aktivität des 3. Tages verringerte sich inzwischen in der bloß mit T-2 Toxin behandelten Gruppe drastisch, das zeigte sich sogar in dem ständig steigenden GSH-Gehalt. Der GSH-Gehalt des Blutplasmas veränderte sich in den anderen Gruppen während der Versuchsdauer nicht im wesentlichen, obwohl die GSHPx-Aktivität am 7. und am 12. Tag gemäßigte Steigerung zeigte. Der GSH-Gehalt des Erythrozytenhämolisates (Abb. 9) übertraf den Kontrollwert in dem mit T-2 Toxin

belasteten Gruppen. Das kann mit der sinkenden Tendenz der GSHPx-Aktivität (Abb. 7) in Zusammenhang gebracht werden. Der GSH-Gehalt des Erythrozytenhämolysates nahm in den sonstigen Gruppen trotz der gemäßigten Steigerung der GSHPx-Aktivität zu.

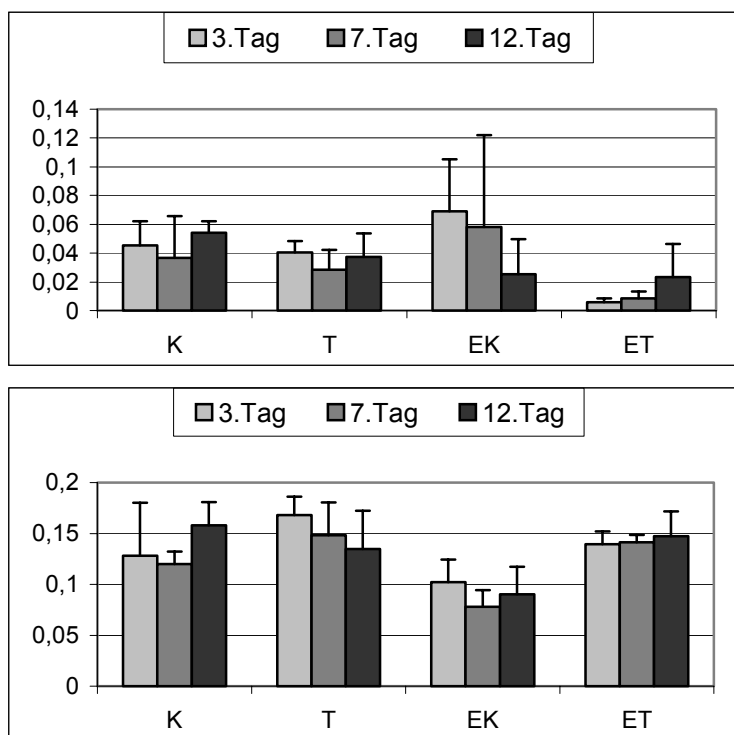


Abb. 4 u.5: Der MDA-Gehalt des Blutplasmas und des Erythrozytenhämolysat

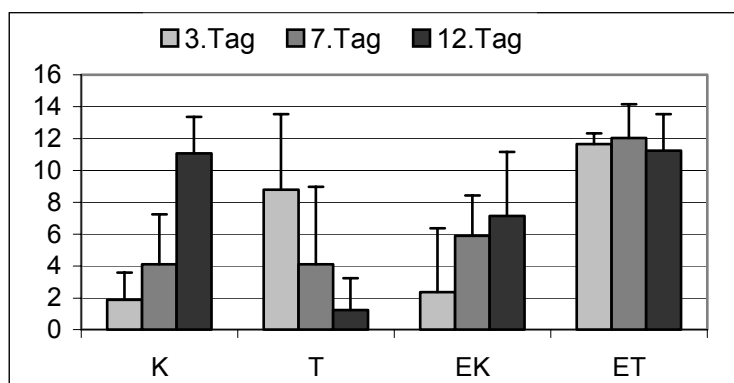


Abbildung 6: Die Glutathion Peroxidase-Aktivität im Blutplasma

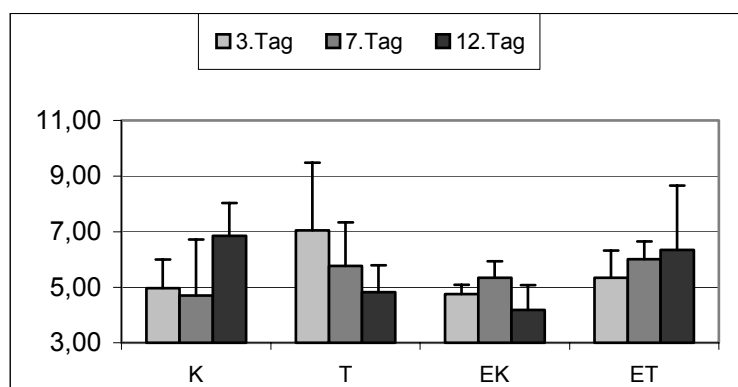


Abbildung 7: Die Glutathion Peroxidase-Aktivität im Erythrozytenhämolisates

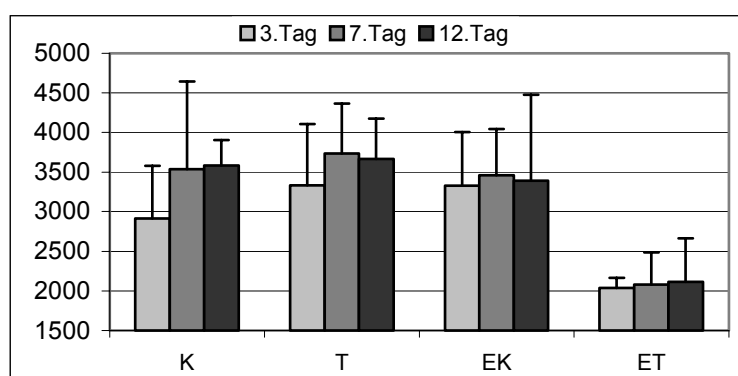


Abbildung 8: Glutathion-Gehalt im Blutplasma

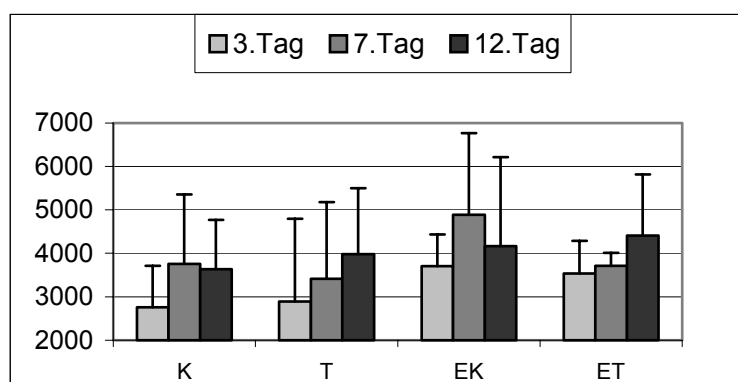


Abbildung 9: Glutathion-Gehalt im Erythrozytenhämolisates

Der Vitamin C-Gehalt (Abb. 10) des Blutplasmas wies während des Versuchszeitraumes in jeder Gruppe im Verhältnis zu dem ersten Probenentnahmezeitpunkt zuerst steigende, dann sinkende Tendenz auf. Unter den Gruppen war keine signifikante Abweichung zu beobachten. Den höchsten Wert konnte man bei der Kontrollgruppe, den niedrigsten bei der mit Vitamin E und T-2 Toxin gleichzeitig behandelten Gruppe bemerken. All das kann mit dem Antagonismus zwischen den Vitaminen E und C, bzw. mit den schädlichen Wirkungen der ungünstig großen Dosis von Vitamin E erklärt werden.

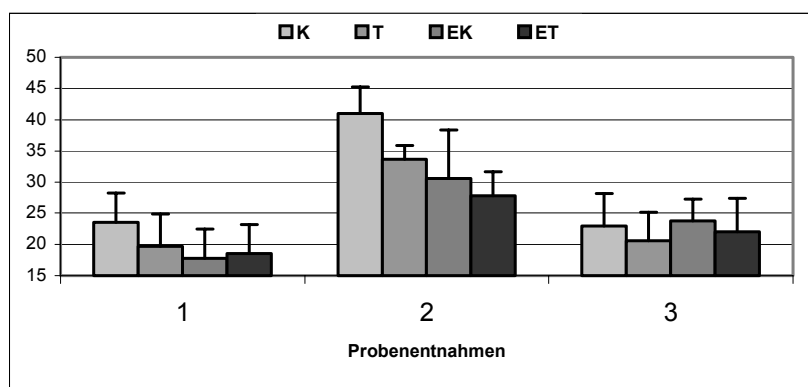


Abbildung 10: Vitamin C-Gehalt

Zusammenfassung

Die beobachteten Veränderungen weisen darauf hin, daß die ungünstigen Wirkungen des T-2 Toxins durch die Antioxidansergänzung (Vitamin E + Selen) gemäßigt werden, können aber völlig nicht verhindert werden. Im Gegensatz zu den vorherigen Angaben konnte die lipidperoxidationssteigernde Wirkung des T-2 Toxins in dem Blutplasma nicht nachgewiesen werden. In der GSHPx-Aktivität konnten wir aber wesentliche Abweichung – und zwar Verminderung – erfahren. Im Hintergrund kann die eiweißsynthesehemmende Wirkung des T-2 Toxins stehen. Diese Wirkung konnte aber durch die Antioxidansergänzung erheblich vermindert werden.

Literatur

- 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;
- Matkovics, B. – Szabó, L. – Sz.Varga, I. (1998): Lipidperoxidáció és redukált glutation anyagcsere enzimek aktivitás meghatározása biológiai mintákban. *Lab.Diagn.*15.248-250;
- Mihara, M. - Uchiyama, M. - Fukuzawa, K. (1980): Thiobarbituric acid value of fresh homogenate of rat as parameter of lipid peroxidation in ageing, CCl₄ intoxication and vitamin E deficiency. *Biochem. Med.* 23. 302-311.
- Omaye, S.T. – Turnbull, J.D. – Sauberlich, H.E. (1979): Selected methods for the determination of ascorbic acid in animal cells, tissues and fluids *Meth. Ensimol.* 62:3-7
- Pestka, J.J. – Bondy, G.S. (1994): Immunotoxic effects of mycotoxins. In: Miller, J.D. – Trenholm, H.L.: *Mycotoxins in grain*. Eagan Press, St.Paul, pp. 339-358
- Placer, Z.A. – Cushman, L.L. – Johnson, B.C. (1996): Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Anal.Biochem.*16.359-364;

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;

Surai, P.F. (2002): Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham Univ. Press, Nottingham;

Taylor, M.J. – Smart, R.A. – Shamara, R.P. (1989): Relationship of hypothalamic-pituitary-adrenal axis with chemically induced immunomodulation I. Stress-like response after exposure to T2 toxin *Toxicology* 56:179-195.

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;

Anschrift des verantwortlichen Autors

Mária Weber
Lehrstuhl für Tierernährung
Fakultät für Agrar- und Umweltwissenschaften
Szent István Universität
H-2103 Gödöllő Páter K. Str. 1.
Email: weby@freemail.hu

**Wir danken den nachfolgenden Unternehmen
für die großzügige Unterstützung des
2. BOKU-Symposiums Tierernährung 2003 in Wien**

(Stand zu Redaktionsschluß am 25.09.2003)

Biomin G.T.I GmbH

Lohmann Animal Health GmbH & Co.KG

Delacon Biotechnik GesmbH