

Zukunft der Tierernährung zwischen Effizienz und Konsumentenansprüchen

Tagungsbericht

8. Mai 2018
ETH-Zürich
Institut für Agrarwissenschaften

ISBN 978-3-906466-41-8

Fettsäurenmuster in Mischbeständen von Tal- und Berglagen – eine explorative Datenanalyse

A. Bracher¹, S. Ineichen² und B. Reidy²

¹Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

²Berner Fachhochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, HAFU, 3052 Zollikofen

Kontakt: Annelies Bracher, annelies.bracher@agroscope.admin.ch

Einleitung

Im Gegensatz zu den triglyceridreichen Speicherfetten in Ackerfrüchten besteht die Fettfraktion in Raufutter aus Glucolipiden, die vorwiegend in den Thylakoidmembranen der Chloroplasten lokalisiert sind. In wachsenden Grünpflanzen ist das Fettsäurenprofil dieser Membranlipide durch einen hohen Anteil an α -Linolensäure (ALA, C18:3n-3) gekennzeichnet. Die ALA sorgt in den Thylakoidmembranen für eine genügende Fluidität, um den Transmembrantransport der Photosynthesemetaboliten sicherzustellen. Variationen im Gehalt an ALA spiegeln sich in Veränderungen im Entwicklungsstadium und damit einhergehend in physiologischen (photosynthetische Aktivität) und morphologischen Veränderungen (z.B. Blatt/Stengelverhältnis) wieder. Mit fortschreitendem Stadium nimmt der Gehalt an ALA ab, was bei diversen Wiesenpflanzen gezeigt wurde (Wyss und Collomb, 2010; Glasser et al. 2013). Daraus leitet sich die Möglichkeit ab, die ALA als Indikator für die Einschätzung der Grünfutterqualität sowohl für einzelne Arten, aber auch für komplexe Wiesenbestände zu verwenden. Diese Annahme wurde in einer breiten Palette von Mischbeständen aus dem Tal- und Berggebiet untersucht.

Material und Methoden

Die Futterproben stammten aus zwei Projekten, die den Futterbau auf Praxisbetrieben des Waadtlandes repräsentieren (Mosimann et al. 2017) und die mit Naturwiesenbeständen aus Langzeitdüngungsversuchen an 3 Bergstandorten (Ineichen 2015) verglichen wurden (Tab. 1). In insgesamt 266 Grasproben wurden neben der Weende Analyse die Fettsäuren nach der verbesserten Methode mit *in situ* Direktveresterung und SPE (Ampuero et al. 2014) analysiert. Bei den Proben aus dem Waadtland ging es darum, durch gestaffelte Schnitzeitpunkte frühe, mittlere und späte Entwicklungsstadien des Frühlingsaufwuchses und damit Proben mit einer zunehmend geringeren Verdaulichkeit zu erfassen. Beim Bergfutter hingegen war der Einfluss von Standort, Düngung und Schnittregime von Interesse. Die Proben stammten von Kunst- und Naturwiesen, die von extensiv bis intensiv genutzt wurden. Sie umfassten sowohl ausgewogene Mischbestände, wie solche reich an Gräsern, Leguminosen oder

Kräutern. In den höheren Lagen fehlten die Raigräser, an ihre Stelle traten *Arrhenatherum*, *Bromus*, *Festuca rubra/pratensis*, *Holcus*, *Dactylus* und *Trisetum flavescens*. Die Entwicklungsstadien variierten von Weidestadium bis Blüte.

Tabelle 1: Angaben zu den Versuchsstandorten, Erhebungszeitraum und Probenumfang

N gesamt	266	Waadtland n = 41	Bremgarten n = 41	Orsière n = 72	Eggenalp n = 112
Höhe ü. M.		450 – 1200 m	930 m	1190 m	1340 m
Region		westl. Mittelland bis Jura	Solothurner Jura	Unterwalliser Alpen	Simmental, Berner Voralpen
Graslandtyp		va. Kunstwiesen	Naturwiesen	Naturwiesen	Naturwiesen
Aufwuchs		1. Schnitt	1. + 2. Schnitt	1. + 2. Schnitt	1. + 2. + 3. Schnitt
Anzahl Parzellen		14 (Betriebe)	12	20	24
Versuchsanordnung		Split-Plot, 4 Wh ¹	Split-Plot, 3 Wh	Split-Plot, 4 Wh	Split-Plot, 4 Wh
Futterprobe		gepoolt aus 4 Wh	Einzelplot	Einzelplot	Einzelplot
Ernte 1. Schnitt		9.4. 10.6.2014	30.6.2015/16	22.6.2015/16	17.6.24.6.2015/16
Ernte 2. Schnitt		–	29.9./10.10.2015/16	27.8./29.8.2015/16	21.7./30.7.2015/16
Ernte 3. Schnitt		–	–	–	19.9./14.9.2015/16
Düngung		praxisüblich	Null, PK, NPK, NNPk	Null, N, NP, PK, NPK	Null, N, NP, PK, NPK, Gülle

¹ Wh: Wiederholung

Der Schwerpunkt dieser Auswertung wurde auf die Variationsbreite der Fettsäuren gelegt. Weiter sollte der Frage von Gruppierungsmöglichkeiten über eine Clusteranalyse (K-means) nachgegangen werden. Der Nachweis von Beziehungen zwischen dem Fettsäurenprofil und Rohnährstoffen, die die Futterqualität charakterisieren, stützt sich auf Korrelationen.

Ergebnisse und Diskussion

Bei einer Nachweisgrenze von 0.07 g/kg konnten 24 verschiedene Fettsäuren mit einer Kettenlänge von C12:0 bis C26:0 mindestens einmal nachgewiesen werden. Rund 8.2% der Fettsäuren konnten nicht identifiziert werden. Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, wird das Fettsäurenprofil durch drei markante Peaks gekennzeichnet, nämlich die Palmitin- (C16:0), die Linolsäure (C18:2) und die ALA (C18:3n-3), welche in der Regel dominiert, aber deren Gehalt zwischen 26.1 und 62.6% variieren kann. Es besteht eine inverse Beziehung zwischen ALA und folgenden Fettsäuren: C16:0, C16:e9, C18:0, C18:1e11, Ölsäure (C18:1e9), C18:2, C20:0, C22:0, C24:0 (Tab. 2). In der Clusteranalyse erweist sich die ALA mit einem F-ratio von 620 als die Variable mit dem höchsten diskriminierenden Einfluss (Tab. 2) gefolgt von der Ölsäure und Linolsäure. Die 5 Cluster sind in absteigender Reihenfolge des Anteils an ALA in Tabelle 2 zusammengefasst. Die sich ergebenden Fettsäurenprofile sind mit den entsprechenden Nährstoffgehalten ergänzt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit sind die Nährstoffe auf g/kg OS bezogen, da die Aschegehalte teilweise stark streuten.

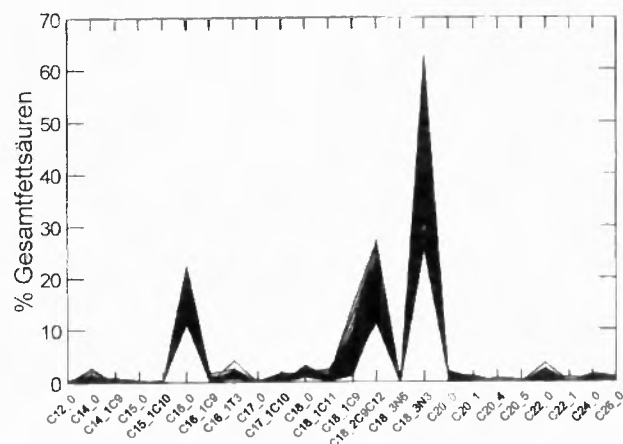


Abb. 1: Fettsäurenprofile in Grünfuttermischbeständen (2014–2016, n = 266)

Die Gruppierung nach AIA verdeutlicht den Gradienten in den Nährstoffgehalten. Ein Anteil an AIA von über 50% geht einher mit hohen Protein- und Reinfettgehalten und tiefen Faserfraktionen (Cluster 4), was eine gute Futterqualität darstellt. In diesem Cluster sind Grasproben der frühen Entwicklungsstadien der Kunstwiesen aus dem Waadtland, der 3. Schnitt 2015 der Eggenalp und der 2. Schnitt 2015 in Bremgarten enthalten. Im Cluster 5 befinden sich Grünfutterproben mit einem AIA-Anteil von unter 35%. Diese weisen einen tiefen Reinfett- und Proteingehalt (< 120 g/kg OS) und einen hohen ADF-Gehalt (> 350 g/kg OS) auf. Diese Kombination charakterisiert die minderwertige Qualität von überständigem Futter, die vor allem von den gedüngten, spät geschnittenen Grasproben von Bremgarten stammen. Die Waadtländer Proben verteilen sich ausschliesslich auf die Cluster 1, 2 und 4 mit der insgesamt besseren Futterqualität. Der Nährstoffgradient zwischen den Clustern findet seine Bestätigung in den Korrelationen (Tab. 2). AIA korreliert positiv mit RP und RLGC und negativ mit den Faserfraktionen. In Übereinstimmung mit Revello-Chion et al. (2011) gilt analoges für die absoluten Gehalte an AIA. Grundsätzlich kann der Gehalt an AIA als zusätzlicher Prädiktor in einer generalisierten Schätzung der vOS einen Beitrag zur besseren Einschätzung der Futterqualität von Mischbeständen in generativen wie vegetativen Stadien leisten.

Tabelle 2: Fettsäurenmuster (%), Nährstoffe (g/kg OS) und r gruppiert nach Cluster (K-means)

	Cluster 4 n 49	Cluster 2 n 107	Cluster 2 n 57	Cluster 3 n 40	Cluster 5 n 13	F-ratio	r mit C18:3n-3
C14:0	0.613	0.695	0.757	0.75	0.743	1.46	
C14:1c9	0.232	0.182	0.034	0.121	0.079	4.67	
C15:0	0.01	0.034	0	0	0	3.43	
C15:1c10	0.064	0.039	0.005	0.009	0	4.17	
C16:0	13.721	15.287	15.839	15.921	17.759	43.36	-0.659
C16:1c9	0.023	0.005	0.041	0.238	0.703	70.36	-0.596
C16:1t3	1.529	1.528	1.632	1.445	1.533	1.27	
C17:0	0	0.024	0.012	0.037	0	1.84	
C17:1c10	0.341	0.380	0.622	0.77	0.309	8.39	
C18:0	1.289	1.559	1.751	1.802	2.233	46.53	-0.673
C18:1c11	0.346	0.394	0.541	0.758	1.096	67.07	-0.711
C18:1c9	2.273	3.001	4.246	5.78	9.723	214.91	-0.879
C18:2c9c12	14.817	16.347	18.618	21.258	23.761	105.26	-0.717
C18:3n-6	0	0.008	0.008	0.023	0	0.96	
C18:3n-3	54.107	49.302	43.827	39.343	31.033	619.81	
C20:0	0.546	0.683	0.858	0.965	1.219	49.06	-0.725
C20:1	0	0.010	0.021	0.129	0.174	6.88	
C20:4	0	0.011	0	0	0	0.71	
C20:5	0	0.003	0	0	0	0.37	
C22:0	0.64	0.739	0.918	1.045	1.662	52.86	-0.713
C22:1	0	0.012	0	0	0	0.58	
C24:0	0.443	0.562	0.693	0.772	0.93	38.3	-0.678
C26:0	0.415	0.446	0.517	0.495	0.445	1.71	
						Waadt	Berg
RP	188.73	163.49	141.58	119.17	102.78	0.784	0.653
RLGC	36.84	30.77	25.95	23.08	18.76	0.787	0.797
NDF	457.78	483.48	527.76	554.44	589.45	-0.646	-0.483
ADF	277.57	300.86	347.56	374.07	401.43	-0.682	-0.648

Literatur

- Ampuero-Kragten, S., Collomb, M., Dubois, S. und Stoll, P. (2014): Zusammensetzung von Fettsäuren in der Tierfütterung – Analysemethoden. *Agrarforschung Schweiz* **5**: 330-337
- Glasser, F., Doreau, M., Maxin, G. and Baumont, R. (2013): Fat and fatty acid content and composition of forages: A meta-analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* **185**: 19-34
- Ineichen, S. (2015): Eignung unterschiedlicher Mischungen von Futterpflanzen zur Verbesserung der Proteinversorgung und Stickstoffnutzungseffizienz von Milchkühen. Forschungsplan Dissertation Simon Ineichen, ETH Zürich, Departement Umweltwissenschaften D-USYS, 22.09.2015
- Mosimann, E., Bossuyt, N. et Frund, D. (2017): Préparation de la production fourragère au changement climatique. *Agroscope Science* **49**: 1-36
- Revello-Chion, A., Tabacco, E., Peiretti, P.G. and Borreani, G. (2011): Variation in the Fatty Acid Composition of Alpine Grassland during Spring and Summer. *Agronomy Journal* **103**: 1072-1082
- Wyss, U. and Collomb, M. (2010): Fatty acid composition of different grassland species. *Grassland Science in Europe* **15**: 631-633.