

Futter- und Gärqualität von resilierten Presskuchen aus der Bioraffinierung von verschiedenen Grassilagen

Forage and fermentation quality of re-ensiled press cakes from biorefining of different grass silages

Reinhard Resch^{1*}, Manuel Winter², Michael Mandl³, Andreas Steinwidder², Joseph. B Sweeney⁴ und Kevin McDonnell⁴

Einleitung

Der Bedarf an nachhaltigerer Futterproduktion und die Protein-Selbstversorgung werden wichtiger (EUROPEAN PARLIAMENT 2011), daher stößt in der Produktion von Proteinfutter auch die Fraktionierung von grüner Biomasse auf großes Interesse. Bioraffinerie ist nach KROMUS et al. (2004) ein nachhaltiges Processing von Biomasse in ein Spektrum von marktfähigen Produkten und Energie.

Im Rahmen des internationalen Forschungsprojektes **Farm4More (LIFE18CCM/IE/001195)** wurden im Arbeitspaket C.5.1 an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein drei verschiedene Arten von vorgewelktem Grünlandfutter (Vorversuch 2020: 1 – grasreich; Hauptversuch 2021: 2 – Gras/Kleegemenge, 3 – Rotklee) in Rundballen einsiliert und nach der Vergärung mit einer praxiskonformen Schneckenpresse bioraffiniert. Dieser Beitrag befasst sich nicht mit dem proteinreichen Presssaft, sondern mit dem faserreichen Presskuchen, der als Rückstand der Bioraffinierung neuerlich siliert wurde und an Wiederkäuer verfüttert werden kann. Nachstehend wird geklärt, wie stark sich der Presskuchen von der ursprünglichen Grassilage unterscheidet, ob eine Resilierung möglich ist und inwieweit eine neuerliche Gärung Inhaltsstoffe und Silagequalität der Presskuchen beeinflussten.

Material und Methoden

Das verwendete Grünlandfutter stammte vom 1. Aufwuchs von Flächen der Bio-Außenstelle Lambach (Oberösterreich) der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Die nach Gumpenstein transportierten Rundballen wogen zwischen 900 bis über 1.000 kg, lagerten zumindest 6 Wochen und wurden vor der Pressung in einem Mischwagen mit Vertikalschneidwerk 30 Minuten gemischt und auf ca. 5 cm theoretische Häcksellänge zerkleinert. Von der Mischung wurde der TM-Gehalt mit der Mikrowellen-Methode nach LOSAND und WALDMANN (2003) bestimmt und die erforderliche Wassermenge zur Verdünnung auf 230 g TM/kg FM berechnet. Die erforderliche Wassermenge wurde während des Mischvorganges in die Silage eingebracht. Nach der Pressung wurden jeweils ca. 45 kg vom frischen Presskuchen in 60 Liter Weithalsfässer aus Kunststoff einsiliert. Die durchschnittliche Lagerungsdichte in den Fässern betrug 275 bis 281 kg TM/m³. Die Behälter wurden mit einem Kunststoffdeckel mit Metallspanner luftdicht abgeschlossen. Die Lagerung der befüllten Fässer erfolgte bei ca. +20 °C bis zur Siloöffnung. Die Lagerungsdauer betrug im Vorversuch (2020) 62 Tage und im Hauptversuch (2021) 52 bis 56 Tage. Die Probeziehung an den Inhalten der geöffneten WHF-Behälter erfolgte vertikal von oben nach unten mittels Edelstahl-Stechzylinder (Durchmesser 5 cm) und 2 Einstichen je Behälter. Die Mischprobe jeder Variante (4 Fässer × 2 Einstiche) wurde sofort gekühlt. Anschließend erfolgte die weitere Probenvorbereitung je nach Analysenmethode. Die chemischen Analysen wurden nach VDLUFA-Methodenbuch III (1976) durchgeführt. Die validierten Daten wurde mit Hilfe des Statistikprogrammes Statgraphics Centurion XVII (Version 17.1) varianzanalytisch verrechnet. Die Mittelwertvergleiche wurden mit der Methode Tukey- HSD auf p-Niveau 95 % angestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Die TM-Gehalte der Grassilagen unterschieden sich vor der Anwässerung signifikant voneinander. Die Pressung der angewässerten Grassilagen führte zu einer einheitlichen Anhebung des TM-Gehaltes in den Presskuchen auf rund 370 g/kg FM. Die chemische Zusammensetzung der Presskuchen war gegenüber der originalen Silage signifikant verändert. Der NDF-Gehalt stieg um etwa 100 g/kg TM, ansonsten waren die Reduktion von Protein (-11 bis -24 %), Mineralstoffen (-25 bis -30 %), Zucker (-50 %) und Gärungsprodukten (-55 bis -57 %) am bedeutungsvollsten (Tabelle 1).

Tabelle 1: **Inhaltsstoffe, Mineralstoffe und Gärqualität von Grassilagen vs. resilierten Presskuchen aus der Bioraffinerie in Abhängigkeit der eingesetzten Futterart**

Parameter	Abkürzung	Einheit	Grassilage absolut (Benchmark)			resiliertes Presskuchen absolut			resiliertes Presskuchen relative Differenz zu Benchmark [%]		
			Gras (Vorversuch)	Gras-/Kleegemenge	Rotklee	Gras (Vorversuch)	Gras-/Kleegemenge	Rotklee	Gras (Vorversuch)	Gras-/Kleegemenge	Rotklee
Trockenmasse	TM	g/kg FM	419,6 ^C	316,3 ^B	249,4 ^A	372,0 ^a	369,2 ^a	372,3 ^a	88,7 ^a	116,9 ^b	149,3 ^c
Nährstoffe											
Rohprotein	XP	g/kg TM	135,1 ^A	145,8 ^A	158,8 ^B	101,7 ^a	116,2 ^b	126,0 ^c	75,4 ^a	79,7 ^a	79,5 ^a
Ammoniak	NH ₄	g/kg TM	1,8 ^A	2,3 ^{AB}	2,7 ^B	1,2 ^a	1,3 ^a	1,2 ^a	67,0 ^b	54,5 ^{ab}	47,1 ^a
NH ₄ von N _{total}		%	8,3 ^A	9,8 ^A	10,3 ^B	7,3 ^b	6,7 ^{ab}	6,0 ^a	87,9 ^b	68,3 ^a	59,8 ^a
Neutrale Detergenzien-Faser	NDF	g/kg TM	496,3 ^C	390,2 ^B	342,8 ^A	634,5 ^c	492,5 ^b	440,0 ^a	127,9 ^a	126,2 ^a	128,5 ^a
Säure Detergenzien-Faser	ADF	g/kg TM	336,3 ^C	294,9 ^A	309,0 ^{AB}	433,7 ^a	402,8 ^a	411,8 ^a	129,2 ^a	136,8 ^a	133,4 ^a
Lignin	ADL	g/kg TM	41,0 ^A	32,9 ^A	39,3 ^A	49,3 ^b	40,5 ^a	47,6 ^b	122,5 ^a	123,3 ^a	121,5 ^a
Nichtfaser-Kohlenhydrate	NFC	g/kg TM	198,8 ^A	280,6 ^B	279,6 ^B	102,3 ^a	184,0 ^b	228,8 ^b	51,4 ^a	65,7 ^b	82,0 ^c
Zucker	XZ	g/kg TM		86,7 ^B	40,4 ^A		6,5 ^a	5,5 ^a		7,6 ^a	13,7 ^b
Rohfaser	XF	g/kg TM	292,3 ^B	236,1 ^A	229,8 ^A	374,2 ^b	300,4 ^a	288,6 ^a	128,4 ^a	127,3 ^a	125,9 ^a
Rohfett	XL	g/kg TM	21,6 ^B	17,5 ^A	22,3 ^B	22,0 ^a	28,1 ^b	27,1 ^b	101,7 ^a	160,5 ^c	121,6 ^b
Rohasche	XA	g/kg TM	87,1 ^A	106,7 ^B	110,7 ^C	63,0 ^a	81,2 ^b	884,4 ^b	72,4 ^a	76,2 ^a	76,2 ^a
Mineralstoffe											
Calcium	Ca	g/kg TM	8,4 ^A	12,3 ^B	14,5 ^C	6,3 ^a	10,2 ^b	12,3 ^c	75,1 ^a	82,9 ^b	84,8 ^b
Phosphor	P	g/kg TM	3,08 ^A	3,02 ^A	3,03 ^A	1,8 ^a	1,5 ^a	1,5 ^a	58,6 ^a	50,5 ^a	50,0 ^a
Kalium	K	g/kg TM	28,1 ^A	30,2 ^{AB}	31,7 ^B	13,4 ^a	17,2 ^b	18,1 ^b	48,6 ^a	58,2 ^a	58,8 ^a
Eisen	Fe	mg/kg TM	900 ^B	447 ^A	519 ^A	1087 ^a	676 ^a	743 ^a	121,7 ^a	152,1 ^a	143,4 ^a
Gärqualität											
pH-Wert			4,68 ^A	4,75 ^A	4,58 ^A	4,16 ^b	4,10 ^a	4,22 ^c	88,9 ^{ab}	86,2 ^a	92,1 ^b
Milchsäure	Ms	g/kg TM	35,8 ^A	36,5 ^A	56,9 ^B	57,1 ^a	75,3 ^b	71,3 ^{ab}	170,1 ^a	210,0 ^a	126,2 ^a
Essigsäure	Es	g/kg TM	11,0 ^A	11,4 ^A	14,2 ^B	11,9 ^a	14,0 ^b	13,4 ^b	108,8 ^{ab}	123,3 ^b	94,5 ^a
Propionsäure	Ps	g/kg TM	1,5 ^{AB}	1,5 ^A	2,1 ^B	0,84 ^a	0,95 ^a	0,96 ^a	56,7 ^a	61,8 ^a	46,0 ^a
Buttersäure	Bs	g/kg TM	2,2 ^A	3,5 ^A	6,0 ^B	1,6 ^a	2,9 ^b	3,9 ^b	70,9 ^a	81,6 ^a	65,4 ^a
Ethanol	Eth	g/kg TM	10,7 ^A	6,1 ^A	6,7 ^A	5,1 ^a	4,9 ^a	4,2 ^a	58,3 ^a	80,1 ^a	63,0 ^a
Volatile organische Komponenten	VOC	g/kg TM	61,2 ^A	59,1 ^B	85,9 ^C	76,5 ^a	93,7 ^b	98,0 ^b	134,4 ^a	167,5 ^a	109,4 ^a
Statistik:	Test Tukey-HSD (95%)										
Indizes:	Großbuchstaben zeigen absolute Differenzen in Grassilagen										
	Kleinbuchstaben zeigen absolute Differenzen der verschiedenen resilierten Presskuchen										
	Kleinbuchstaben zeigen relative Differenzen zwischen Grassilagen und resilierten Presskuchen										

Die Gärungsprodukte erhöhten sich durch die neuerliche Silierung signifikant gegenüber dem frischen Presskuchen. Die Re-Silierung bewirkte eine ausgeprägte Milch- und Essigsäuregärung (Abbildung 1), welche die pH-Werte signifikant unter den kritischen pH-Wert senkte und für eine sehr gute Gärqualität sorgte. Durch die zweite Gärung wurde praktisch fast der gesamte Zucker und auch ein Teil der NFC der Presskuchen verbraucht.

Zusammenfassung

Im Rahmen des internationalen Forschungsprojektes **Farm4More (LIFE18CCM/IE/001195)** konnte nachgewiesen werden, dass die Resilierung von bioraffinierten Presskuchen aus Grassilagen mit unterschiedlichen Futterbeständen erfolgreich funktionierte, indem eine neuerliche Milchsäuregärung ausgelöst wurde, sogar wenn der frische Presskuchen mehrere Stunden der Außenluft ausgesetzt war. Der Futterwert der strukturangereicherten Presskuchen war deutlich geringer als jener von Grassilage, weil durch die Pressung viel Protein, Mineralstoffe, Zucker und Gärprodukte in den Presssaft gelangten. Die Presskuchen enthielten etwa 100 g mehr NDF/kg TM als die Grassilagen.

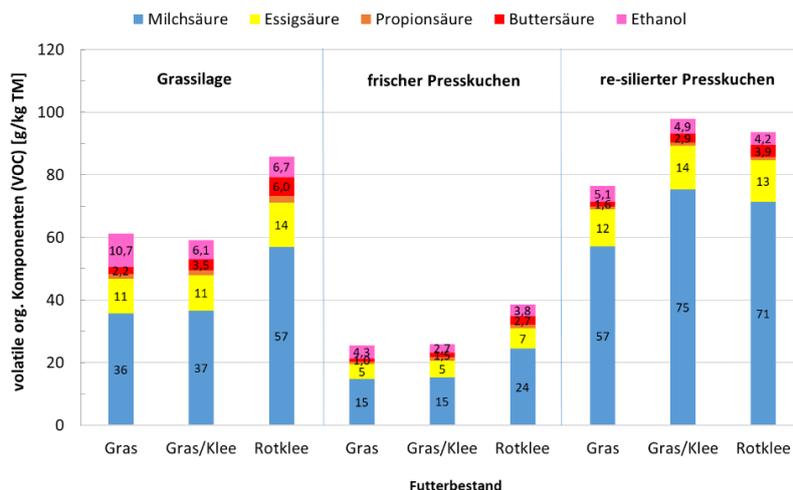


Abbildung 1: Gärungsprodukt-Muster von Grassilagen sowie von frischem und re-siliiertem Presskuchen aus der Bioraffinerie in Abhängigkeit verschiedener Futterbestände

Abstract

In the international research project Farm4More (LIFE18CCM/IE/001195) we observed that the re-ensilation of biorefined press cakes, from grass silage of different forages, worked successfully by triggering a new lactic acid fermentation, even if the fresh press cake was exposed to air for several hours. The feed value of the press cakes was significantly lower than that of grass silage, because much protein, minerals, sugars and fermentation products were added to the press juice by the pressing process. The press cakes contained about 100 g more NDF/kg DM than the origin grass silage.



Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Beteiligung der Europäischen Union zum Life-Projekt „LIFE Farm4More - Future Agricultural Management for multiple outputs on climate and rural development“ mit der Projekt-nummer LIFE 18 CCM /IE/001195 Farm4More.



Weitere Infos zum Projekt über www.farm4more.eu

Literatur

- EUROPEAN PARLIAMENT, 2011: Report A7-0026/2011 4.2.2011. The EU protein deficit: What solution for a long-standing problem? (2010/2011(INI)) Committee on Agriculture and Rural Development, Rapporteur: Marin Häusling.
- KROMUS S., WACHTER B., KOSCHUH W., MANDL M., KROTSCHKEK C., NARADOSLAWSKY M., 2004. The green biorefinery Austria-development of an integrated system for green biomass utilization. Chemical and biochemical engineering quarterly, 18(1), 7-12.
- LOSAND B., WALDMANN, B., 2003: Mit der Mikrowelle auf der richtigen Spur. Dlz, Tierhaltung (3) 2003, 126-128.
- VDLUFA, 1976: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Adressen der Autoren

- ¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Tel.: +43 (0)3682 22451-320
- ² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bioinstitut, Trautenfels, Tel.: +43 (0)3682 22451-400
- ³ tbw research GesmbH, Grünbergstraße 15/ Stiege 1, 5.Stock, 1120 Wien, +43 (0) 699 14445211 (Research Fellow)
- ⁴ LIFE farm4more, School of Biosystems Engineering, University College Dublin, Dublin 4

*Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at
76. ALVA-Tagung, Steiermarkhof, Graz, 2022