

Futter- und Gärqualität re-silierter Presskuchen aus der Bioraffinierung von verschiedenen Grassilagen

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

Reinhard Resch¹, Manuel Winter², Michael Mandl³, Andreas Steinwidder², Joseph B. Sweeney⁴, Kevin McDonnell⁴

¹ Institut Pflanzenbau & Kulturlandschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, AT

² Bioinstitut, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Stainach-Pürgg, AT

³ tbw research GesmbH, Wien, AT

⁴ LIFE farm4more, School of Biosystems Engineering, University College Dublin, Dublin, IE

Abstract

In the international demonstration 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 the original grass silage, because in the pressing process much protein, minerals, sugars and fermentation products were transferred into the press juice. Therefore the press cakes contained about 100 g more NDF/kg DM than the origin grass silage.

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. Gemäß der Definition des *IEA Bioenergy Task 42-Biorefining* werden in Bioraffinerien verschiedenste Biomassen mittels nachhaltige Prozesstechnologien in ein Spektrum marktfähiger Produkte (z.B. Lebensmittel, Futtermittel, Chemikalien, Treibstoffen, Materialien und Energie verarbeitet. In Grünen Bioraffinerien werden blattreiche Biomassen wie Gräser, Klee, Luzerne etc. als Rohstoffe eingesetzt. In einem ersten Prozessschritt erfolgt meist eine mechanische Fraktionierung zur Gewinnung eines Saftes und Presskuchens (Kromus et al. 2004).

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 marktüblichen Schneckenpresse fraktioniert. Dieser Beitrag befasst sich nicht mit dem proteinreichen Presssaft, sondern mit dem in der Pressung anfallenden faserreichen Presskuchen. Dieser Stoffstrom, wäre als Futter für Wiederkäuer geeignet, sofern eine praxistaugliche längere Bevorratung z.B. mittels Silierung möglich ist. Nachstehend wird geklärt, wie stark sich der Presskuchen von der ursprünglichen Grassilage unterscheidet, ob eine Re-Silierung möglich ist und inwieweit eine neuerliche Gärung Inhaltsstoffe und Silagequalität der Presskuchen beeinflussten.

Material und Methoden

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

Parameter	Einheit	Grassilage			re-silierter Presskuchen		
		Gras	Gras/Klee	Rotklee	Gras	Gras/Klee	Rotklee
Trockenmasse	g/kg FM	419,6 ^C	316,3 ^B	249,4 ^A	372,0 ^a	369,2 ^a	372,3 ^a
Nährstoffe, Gerüstsubstanzen und Ammoniak							
Rohprotein	g/kg TM	135,1 ^A	145,8 ^A	158,8 ^B	101,7 ^a	116,2 ^b	126,0 ^c
Ammoniak	g/kg TM	1,8 ^A	2,3 ^{AB}	2,7 ^B	1,2 ^a	1,3 ^a	1,2 ^a
NH ₄ von N _{total}	%	8,3 ^A	9,8 ^A	10,3 ^B	7,3 ^b	6,7 ^{ab}	6,0 ^a
NDF	g/kg TM	496 ^C	390 ^B	343 ^A	635 ^c	493 ^b	440 ^a
ADF	g/kg TM	336 ^C	295 ^A	309 ^{AB}	434 ^a	403 ^a	412 ^a
ADL	g/kg TM	41,0 ^A	32,9 ^A	39,3 ^A	49,3 ^b	40,5 ^a	47,6 ^b
Zucker	g/kg TM		86,7 ^B	40,4 ^A		6,5 ^a	5,5 ^a
Rohfett	g/kg TM	21,6 ^B	17,5 ^A	22,3 ^B	22,0 ^a	28,1 ^b	27,1 ^b
Rohasche	g/kg TM	87,1 ^A	106,7 ^B	110,7 ^C	63,0 ^a	81,2 ^b	88,4 ^b
Mineralstoffe							
Calcium (Ca)	g/kg TM	8,4 ^A	12,3 ^B	14,5 ^C	6,3 ^a	10,2 ^b	12,3 ^c
Phosphor (P)	g/kg TM	3,1 ^A	3,0 ^A	3,0 ^A	1,8 ^a	1,5 ^a	1,5 ^a
Kalium (K)	g/kg TM	28,1 ^A	30,2 ^{AB}	31,7 ^B	13,4 ^a	17,2 ^b	18,1 ^b
Eisen (Fe)	mg/kg TM	900 ^B	447 ^A	519 ^A	1087 ^a	676 ^a	743 ^a
Gärqualität							
pH-Wert		4,68 ^A	4,75 ^A	4,58 ^A	4,16 ^b	4,10 ^a	4,22 ^c
Milchsäure	g/kg TM	35,8 ^A	36,5 ^A	56,9 ^B	57,1 ^a	75,3 ^b	71,3 ^{ab}
Essigsäure	g/kg TM	11,0 ^A	11,4 ^A	14,2 ^B	11,9 ^a	14,0 ^b	13,4 ^b
Propionsäure	g/kg TM	1,5 ^{AB}	1,5 ^A	2,1 ^B	0,8 ^a	1,0 ^a	1,0 ^a
Buttersäure	g/kg TM	2,2 ^A	3,5 ^A	6,0 ^B	1,6 ^a	2,9 ^b	3,9 ^b
Ethanol	g/kg TM	10,7 ^A	6,1 ^A	6,7 ^A	5,1 ^a	4,9 ^a	4,2 ^a
VOC gesamt	g/kg TM	61,2 ^A	59,1 ^B	85,9 ^C	76,5 ^a	93,7 ^b	98,0 ^b

Statistik: Test Tukey-HSD (95%)

Indizes: Großbuchstaben zeigen signifikante Differenzen zwischen Grassilagen-Varianten

Kleinbuchstaben zeigen signifikante Differenzen zwischen resilierten Presskuchen-Varianten

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 um daraus eine erforderliche Wassermenge für die Einstellung eines einheitlichen TM-Gehalt von 230 g TM/kg FM zu berechnen. Die erforderliche Wassermenge zur Einstellung von 23 % TM wurde während des Mischvorganges möglichst homogen in die Silage

eingebraucht. Nach der Pressung mit der Schneckenpresse (Bellmer-Kufferath, Akupress) wurden jeweils ca. 45 kg vom frischen Presskuchen in 60 Liter Weithalsfässer (WHF) 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 wurden 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 aufgrund der Pressung um etwa 100 g/kg TM auf Gehalte, die nach Resch (2016) einem Pflanzenbestand in Samenreife entsprechen. Im Vergleich zur Ausgangssilage konnte bei den Presskuchen eine Reduktion des Proteins (-11 bis -24 %), der Mineralstoffe (-25 bis -30 %), des Zuckers (-50 %) und der Gärungsprodukte (-55 bis -57 %) festgestellt werden (Tabelle 1).

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.

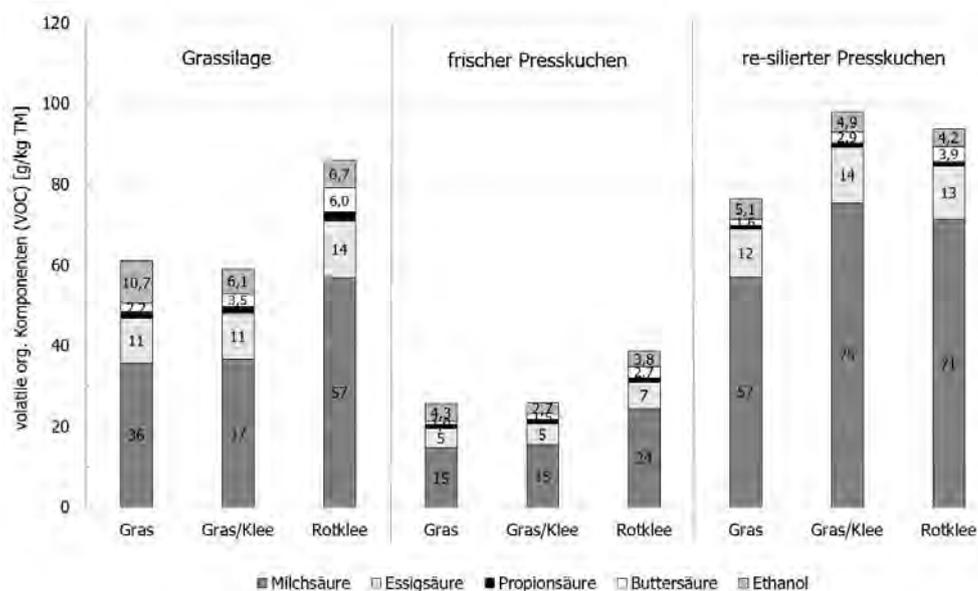


Abbildung 1: Gärungsprodukt-Muster von Grassilagen sowie von frischem und re-silierter Presskuchen aus der Bioaffinierung in Abhängigkeit verschiedener Futterbestände

Schlussfolgerung

Im Rahmen des internationalen Demonstrationsprojektes Farm4More (LIFE18CCM/IE/001195) konnte nachgewiesen werden, dass die Re-Silierung von Presskuchen, welche zuvor mittels Pressung von Grassilagen unterschiedlicher Futterbeständen hergestellt wurde, erfolgreich funktionierte. Es wurde eine neuerliche Milchsäuregärung ausgelöst, auch 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 an Protein, Mineralstoffe, Zucker und Gärprodukte in den Presssaft überführt wurden. Die Presskuchen enthielten etwa 100 g mehr NDF/kg TM als die Grassilagen.

Danksagung

Die Autor*innen 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 Projektnummer 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., Krottschek 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.

Resch R., 2016. Einfluss des Vegetationsstadiums von Grundfutter auf den Gehalt an Strukturkohlenhydraten. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal: 11-19.

VDLUFA, 1976: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Kontakt

Ing. Reinhard Resch,
Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
E-Mail: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at