

Silagequalität: Zuckerrübenschnitzel mit Melassezusatz

Ueli Wyss¹, Catherine Metthez² und Yves Arrigo¹

¹Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften INT, 1725 Posieux, Schweiz

²Schweizer Zucker AG, 3270 Aarberg, Schweiz

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch



Abb. 1 | Aus Pressschnitzeln mit und ohne Melasse wurden Rundballen hergestellt. (Foto: Ueli Wyss, Agroscope)

Einleitung

Den Zuckerrübenpressschnitzeln werden in der Zuckerfabrik rund 4 % Melasse zugesetzt. Durch die Beimischung von Melasse wird der Trockensubstanz (TS)-Gehalt und Zuckergehalt erhöht. Nach Untersuchungen von Jänicke (2008) und Weber (2006), wo zwischen 0 und 30 % Melasse eingesetzt wurde, wirkte sich die Melassierung günstig auf die Inhaltsstoffe, die Gärqualität und die

aerobe Stabilität aus. Aus den bisherigen Untersuchungen ist jedoch nicht klar, ob durch einen Melassezusatz der Energiegehalt der Silagen erhöht werden kann.

In einem Versuch wurde der Einfluss des Melassierungsgrades auf die Silagequalität und die aerobe Stabilität bei der Entnahme untersucht. Mit dem gleichen Material wurde auch der Einfluss auf den Nährwert untersucht (Arrigo *et al.*, 2015)

Tab. 1 | Versuchsvarianten

Variante	Beschreibung
0 % Melasse	Pressschnitzel allein
7 % Melasse	Pressschnitzel + 7 % Melasse (in der Frischsubstanz)
14 % Melasse	Pressschnitzel + 13,7 % Melasse (in der Frischsubstanz)

Material und Methoden

Im November 2013 wurden bei der Firma Remund und Berger (Rizenbach, Schweiz) Siloballen mit unterschiedlichen Anteilen an Melasse hergestellt (Tab. 1, Abb. 2). Dabei wurden bewusst höhere Melassezugaben als den üblichen 4 % gewählt, um zu überprüfen, ob höhere Melassezugaben auch zu höheren Energiegehalten führen oder nicht.

Pro Variante wurden insgesamt 15 Ballen hergestellt. Bei der Herstellung der Ballen wurden vorgängig jeweils zwei Proben pro Variante gezogen und anschliessend im Labor die TS, die Inhaltsstoffe, die Pufferkapazität und die Nitratgehalte bestimmt. Nach der Formel von Weissbach (1998) wurden anhand dem TS-Gehalt, dem Zuckergehalt und der Pufferkapazität die Vergärbarkeitskoeffizienten berechnet. Fünf Ballen pro Verfahren wurden zu Agroscope nach Posieux transportiert. Im März 2014 wurden nach einer durchschnittlichen Lagerdauer von >

Zusammenfassung

Während der Verarbeitung der Zuckerrüben wurden 2014 den Zuckerrübenpressschnitzeln in den beiden Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld rund 4 % Melasse zugesetzt. In der vorliegenden Erhebung wurde untersucht, welchen Einfluss höhere Melassezugaben auf die Silagequalität und die aerobe Stabilität haben. Dabei wurden den Pressschnitzeln 0, 7 oder 14 % Melasse beigemischt und das Futter in Rundballen einsiliert. Beim Einsilieren sowie nach einer Lagerdauer von 120 und 377 Tagen wurden Proben gezogen und die Inhaltsstoffe sowie in den Silagen zusätzlich die Gärparameter und die mikrobiologische Qualität untersucht. Mit steigendem Melasseanteil wies das Ausgangsmaterial höhere TS- und insbesondere höhere Zuckergehalte auf. Durch den Gärprozess wurde ein grosser Teil des Zuckers wiederum abgebaut. Die Silagen mit einer Lagerdauer von vier Monaten zeichneten sich durch eine gute Gärqualität und mikrobiologische Qualität aus. Bei den Ballen, die über ein Jahr gelagert wurden, stiegen die Essigsäuregehalte an. Dadurch verbesserte sich die aerobe Stabilität der Silagen insbesondere bei den beiden Varianten mit 7 und 14 % Melasse.



Abb. 2 | Die Melasse wurde den frischen Pressschnitzel zugesetzt. (Foto: Ueli Wyss, Agroscope)



Abb. 3 | Jeweils an drei Stellen wurden die Ballen beprobt und daraus eine Mischprobe hergestellt.
(Foto: Ueli Wyss, Agroscope)

120 Tagen drei Ballen pro Variante beprobt und Proben zur Bestimmung der Inhaltsstoffe, der Gärqualität, der mikrobiologischen Qualität (aerobe mesophile Bakterien, Hefen und Schimmel) und der aeroben Stabilität gezogen (Abb. 3). Nach einer Lagerdauer von 377 Tagen wurde noch eine weitere Balle pro Variante beprobt.

Die aerobe Stabilität wurde durch Temperaturmessungen, die alle 30 Minuten über einen Zeitraum von rund zehn beziehungsweise 20 Tagen bei der Lagerdauer von vier beziehungsweise zwölf Monaten durchgeführt worden sind, ermittelt. Als aerob stabil wurden die Sila-

gen angesehen, solange die Temperatur in der Silage die Umgebungstemperatur nicht um mehr als 1° übertraf.

Die statistische Auswertung erfolgte mit einer Varianzanalyse und dem Bonferroni-Test (Programm SYSTAT 13).

Resultate und Diskussion

Ausgangsmaterial

Aus der Tabelle 2 sind die Masse und Gewichte der Ballen getrennt nach den drei Varianten aufgeführt. Die Ballen der drei Varianten waren praktisch gleich gross.

Tab. 2 | Masse und Gewichte der Ballen (n = 5)

		0 % Melasse	7 % Melasse	14 % Melasse	SE	P-Wert
Höhe	cm	119 ^a	118 ^{ab}	117 ^b	0,4	0,026
Durchmesser	cm	125	126	125	0,7	0,438
Volumen	m ³	1,4	1,5	1,4	0,02	0,616
Gewicht	kg	1088 ^a	1163 ^b	1196 ^b	12,8	< 0,001
TS-Menge	kg	352 ^a	405 ^b	448 ^c	4,4	< 0,001
Dichte	kg FS/m ³	752 ^a	794 ^b	827 ^c	6,0	< 0,001
Dichte	kg TS/m ³	244 ^a	277 ^b	310 ^c	2,0	< 0,001

SE: Standardfehler; FS: Frischsubstanz; TS: Trockensubstanz

Die mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichneten Werte in einer Zeile sind statistisch verschieden.

Tab. 3 | Inhaltsstoffe im Ausgangsmaterial (n = 2)

		0 % Melasse	7 % Melasse	14 % Melasse	SE	P-Wert
Trockensubstanz	%	32,4 ^a	34,8 ^b	37,4 ^c	0,17	< 0,001
Rohasche	g/kg TS	83 ^a	93 ^b	96 ^b	1,0	0,006
Rohprotein	g/kg TS	81 ^a	89 ^b	95 ^c	0,9	0,004
Rohfaser	g/kg TS	201 ^a	174 ^b	154 ^c	1,9	< 0,001
ADF	g/kg TS	239 ^a	204 ^b	180 ^c	2,1	< 0,001
NDF	g/kg TS	484 ^a	382 ^b	329 ^c	5,1	< 0,001
Rohfett	g/kg TS	12	11	13	0,8	0,385
Wasserlös. Zucker	g/kg TS	18 ^a	107 ^b	171 ^c	7,7	0,002
Nitrat	g/kg TS	0,0 ^a	0,4 ^b	0,7 ^c	0,02	< 0,001
Pufferkapazität	g/kg TS	17 ^a	38 ^b	51 ^c	0,8	< 0,001
VK		40 ^a	58 ^b	64 ^b	1,7	0,005

SE: Standardfehler; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; VK: Vergärbarkeitskoeffizient

Die mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichneten Werte in einer Zeile sind statistisch verschieden.

Hingegen waren die Ballen mit zunehmendem Melasseanteil schwerer und auch stärker verdichtet.

Durch den Melassezusatz erhöhten sich der TS-Gehalt sowie die Rohasche-, Rohprotein- und die Zuckergehalte signifikant (Tab. 3). Hingegen nahmen die Fasergehalte (Rohfaser, ADF und NDF) signifikant ab. Auch der Nitratgehalt sowie die Pufferkapazität nahmen durch den Melassezusatz signifikant zu. Der Nitratgehalt ist insgesamt sehr tief und nach Kaiser *et al.* (1999) gilt Futter mit weniger als 1 g Nitrat pro kg TS als nitratfrei. Aufgrund der höheren TS- und Zuckergehalte sowie der höheren Pufferkapazität nahm auch der Vergärbarkeitskoeffizient signifikant zu. Das bedeutet, dass mit steigendem Melasseanteil die Silagen leichter silierbar wurden. Futter mit Vergärbarkeitskoeffizienten über 45 gilt als leicht silierbar.

Inhaltsstoffe der Silagen

Wie bereits beim Ausgangsmaterial gab es auch signifikante Unterschiede bei den Silagen (Tab. 4). Die stärkste Veränderung gab es beim Zucker. In beiden Varianten mit Melassezusatz wurden rund drei Viertel des Zuckers abgebaut.

Gärparameter der Silagen

Mit zunehmendem Melasseanteil fand eine intensivere Milchsäuregärung statt (Tab. 5). Neben der Milchsäure nahmen auch die anderen Säuren und auch Ethanol zu. Hingegen sank der pH-Wert nicht stärker ab und die Unterschiede zwischen den drei Varianten waren nicht signifikant verschieden. Dass der pH-Wert mit zunehmendem Melasseanteil trotz höherem Milchsäuregehalt sogar ansteigen kann, zeigen die Ergebnisse von ➤

Tab. 4 | Rohnährstoffgehalte der Silagen nach 120 Tagen Lagerdauer (n = 3)

		0 % Melasse	7 % Melasse	14 % Melasse	SE	P-Wert
Trockensubstanz	%	32,7 ^a	35,3 ^b	37,9 ^c	0,12	< 0,001
Rohasche	g/kg TS	78 ^a	91 ^{ab}	98 ^b	4,1	0,041
Rohprotein	g/kg TS	82 ^a	91 ^b	99 ^c	1,0	< 0,001
Rohfaser	g/kg TS	201 ^a	178 ^b	156 ^c	1,1	< 0,001
ADF	g/kg TS	247 ^a	222 ^b	197 ^c	3,7	< 0,001
NDF	g/kg TS	482 ^a	412 ^b	370 ^b	10,1	< 0,001
Rohfett	g/kg TS	14	16	13	0,8	0,181
Wasserlös. Zucker	g/kg TS	13 ^a	28 ^b	49 ^c	3,1	< 0,001

SE: Standardfehler; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände

Die mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichneten Werte in einer Zeile sind statistisch verschieden.

Tab. 5 | Gärparameter der Silagen nach 120 Tagen Lagerdauer (n = 3)

		0 % Melasse	7 % Melasse	14 % Melasse	SE	P-Wert
pH		4,3	4,4	4,4	0,02	0,22
Essigsäure	g/kg TS	5 ^a	14 ^b	18 ^c	0,2	< 0,001
Propionsäure	g/kg TS	0	0	0		
Milchsäure	g/kg TS	22 ^a	37 ^b	51 ^c	0,4	< 0,001
Buttersäure	g/kg TS	0,1 ^a	0,4 ^b	0,8 ^c	0,01	< 0,001
Ethanol	g/kg TS	8 ^a	21 ^b	26 ^c	0,9	< 0,001
NH ₃ -N/N tot	%	1,6	1,6	1,8	0,33	0,96
DLG Punkte		100	100	100		

SE: Standardfehler; NH₃-N/N tot: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

Die mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichneten Werte in einer Zeile sind statistisch verschieden.

Jänicke (2008). Dies deutet darauf hin, dass die Milchsäurebakterien bei einem hohen Zuckerangebot Luxuskonsum betreiben.

Der Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff war insgesamt sehr tief. Silagen mit Werten unter 10 % zeichnen sich durch eine sehr gute Qualität aus.

Beurteilt nach dem DLG-Schlüssel wiesen alle Silagen die Maximalnote von 100 Punkten auf, was eine sehr gute Silagequalität bedeutet.

Mikrobiologische Qualität und Nacherwärmungen

Die Pressschnitzel aller drei Varianten zeichneten sich durch eine sehr gute mikrobiologische Qualität aus (Tab. 6). Bei den aeroben mesophilen Bakterien und den

Schimmelpilzen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Varianten. Der Hefekeimbesatz war bei der Variante 7 % Melassezusatz signifikant tiefer im Vergleich zu den beiden anderen Varianten. Gemäss den VDLUFA Orientierungswerten für Maissilagen, da es für Pressschnitzel keine entsprechenden Werte gibt, lagen alle Werte im normalen Bereich.

Bei jeweils zwei von drei Proben pro Variante wurden nach dem Test zur Bestimmung der aeroben Stabilität nochmals die Keimgehalte untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass sich bei der Variante mit 14 % Melasse die aeroben mesophilen Bakterien weniger stark und vor allem der Schimmel praktisch nicht vermehrten. Es ist bekannt, dass Zucker eine starke Wasserbindungskraft

Tab. 6 | Keimgehalte und aerobe Stabilität der Silagen nach 120 Tagen Lagerdauer (n = 3)

		Zielwert ¹	0 % Melasse	7 % Melasse	14 % Melasse	SE	p-Wert
Aerobe mesophile Bakterien ²	log KBE/g	< 5,3	5,2	5,0	4,6	0,26	0,26
Schimmel ³	log KBE/g	< 3,7	3,1	2,2	2,2	0,44	0,31
Hefen	log KBE/g	< 6,0	4,9 ^a	3,4 ^b	5,2 ^a	0,22	0,002
Aerobe Stabilität	Stunden		66	78	110	16,1	0,21
Max. Temp. Differenz ⁴	°C		6,3	6,3	6,2	0,81	0,99

SE: Standardfehler; KBE: Kolonie bildende Einheiten

¹Orientierungswerte gemäss VDLUFA für Verderb anzeigende Keimgruppen für Maissilagen

²Aerobe mesophile Bakterien: in erster Linie Verderb anzeigende Arten

³Schimmel: in erster Linie Verderb anzeigende Arten

⁴Max. Temp. Differenz: Maximale Temperaturdifferenz zur Raumtemperatur (20 °C)

Die mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichneten Werte in einer Zeile sind statistisch verschieden.

Tab. 7 | Roh Nährstoffgehalte, Gärparameter, Keimgehalte und aerobe Stabilität der Silagen nach 377 Tagen Lagerdauer (n = 1)

		0 % Melasse	7 % Melasse	14 % Melasse
Trockensubstanz	%	32,5	35,1	37,8
Rohasche	g/kg TS	86	92	95
Rohprotein	g/kg TS	84	98	105
Rohfaser	g/kg TS	220	187	160
Wasserlös. Zucker	g/kg TS	16	18	29
pH		4,5	4,2	4,2
Essigsäure	g/kg TS	23	31	28
Propionsäure	g/kg TS	5	6	1
Milchsäure	g/kg TS	5	44	60
Buttersäure	g/kg TS	0	1	1
Ethanol	g/kg TS	9	24	30
DLG Punkte		100	86	100
Aerobe mesophile Bakterien	log KBE/g	5,5	5,2	4,7
Schimmel	log KBE/g	3,3	3,7	2,6
Hefen	log KBE/g	4,2	4,7	2,0
Aerobe Stabilität ¹	Stunden	174	480	480
Max. Temp. Differenz ²	°C	5,4	0,4	0,5

¹Test zur Bestimmung der aeroben Stabilität nach 480 Stunden abgebrochen

²Max. Temp. Differenz: Maximale Temperaturdifferenz zur Raumtemperatur (20 °C)
KBE: Kolonie bildende Einheiten.

hat und dadurch einen hohen osmotischen Druck erzeugt, dadurch sterben die Bakterien und Schimmelpilze ab.

Bei der aeroben Stabilität zeigte sich ein Trend, der jedoch nicht signifikant war, dass mit zunehmendem Melasseanteil die Silagen aerob stabiler waren (Tab. 6). Den gleichen Effekt zeigten auch die Untersuchungen von Jänicke (2008).

Einfluss einer verlängerten Lagerdauer

Durch die verlängerte Lagerdauer wurde insbesondere bei den beiden Varianten mit Melassezusatz der Zucker noch stärker abgebaut. Auffallend sind auch die höheren Essig- und Propionsäuregehalte. Diese führten dazu, dass sich die aerobe Stabilität der Silagen stark erhöht beziehungsweise verbessert hatte. Auch bei den Untersuchungen von Jänicke (2008) und Wyss (2001) nahmen die Essig- und Propionsäuregehalte mit zunehmender Lagerdauer zu. Die höheren Essigsäuregehalte können dazu führen, dass diese Pressschnitzel von den Tieren weniger gerne gefressen werden und daher eine zu lange Lagerdauer möglichst vermieden werden sollte.

Bei den drei untersuchten Keimgruppen (aerobe mesophile Bakterien, Hefen und Schimmel) veränderten sich die Werte durch die verlängerte Lagerdauer nur wenig.

Strategie der Schweizer Zucker AG (SZU)

Aufgrund der Resultate welche die vorliegende Studie liefert wird die SZU das Projekt der hochmelassierten Schnitzelballen weiterverfolgen und eine Einführung im Standardsortiment prüfen. Der grösste Vorteil der höheren Melassierung liegt in der Erhöhung der Trockensubstanz. Durch diese Erhöhung können die Transportkosten im Verhältnis zum Nährwert verringert werden. Die Endkunden befinden sich oftmals nicht in unmittelbarer Nähe der Fabriken, weshalb die Logistikkosten einen markanten Teil am Preis der Schnitzel betragen.

Für eine Einführung im Standardsortiment müssen jedoch noch technische Anpassungen vorgenommen werden. In welchem Zeithorizont die SZU ein Angebot mit hochmelassierten Schnitzeln auf den Markt bringen wird, kann aufgrund der heutigen Erkenntnisse noch nicht definiert werden. Für die Kampagne 2015 bleibt

somit der Melassierungsgrad unverändert. Die SZU wird jedoch kleinere Mengen von hochmelassierten Pressschnitzelballen produzieren und auf ausgewählten Betrieben Versuche durchführen. Damit sollen weitere Rückmeldungen aus der Praxis und von Kundenseite in das Projekt einfließen.

Schlussfolgerungen

- Durch den Melassezusatz steigen der TS-Gehalt und insbesondere der Zuckergehalt im Ausgangsmaterial.
- Während der Gärung wurde ein grosser Teil des Zuckers wieder abgebaut. Die stärkste Milchsäuregärung fand bei der Variante mit 14 % Melasse statt, doch der pH sank nicht stärker ab als in den anderen Varianten.
- Die Silagen mit einer Lagerdauer von vier Monaten wiesen eine sehr gute Gärqualität auf. Alle erreichten die DLG Maximalpunktzahl von 100.
- Bei der Entnahme wiesen die Silagen aller Varianten mit einer Lagerdauer von vier Monaten einen tiefen Keimbefall an aeroben mesophilen Bakterien und Schimmelpilzen auf. Es bestand ein Trend, dass die Keimzahlen mit zunehmendem Melasseanteil leicht tiefer waren. Während des Nachgärtestes vermehrten sich die Schimmelpilze bei der Variante 14 % Melasse praktisch nicht.
- Mit zunehmendem Melasseanteil erwärmten sich die Silagen weniger schnell, doch diese Unterschiede sind nicht signifikant.
- Durch die verlängerte Lagerdauer wiesen die Ballen höhere Essigsäuregehalte und dadurch eine verbesserte aerobe Stabilität auf. ■

Riassunto

Influsso sulla qualità dell'aggiunta di melassa alla polpa di barbabietole da zucchero

Durante la campagna delle barbabietole del 2014, nelle due fabbriche di zucchero di Aarberg e Frauenfeld è stato aggiunto circa il 4 % di melassa alla polpa delle barbabietole da zucchero. Nel presente studio è stato analizzato l'influsso dell'aumento di aggiunta di melassa sulla qualità degli insilati e sulla stabilità aerobica. Alla polpa di barbabietole da zucchero è stato aggiunto lo 0 %, il 7 % o il 14 % di melassa e il prodotto è stato insilato sotto forma di alimento per animali in balle rotonde. Dall'insilaggio e dopo una durata di stoccaggio di 120 e 377 giorni, sono stati prelevati dei campioni in cui sono state analizzate le sostanze. Negli insilati sono inoltre stati valutati i parametri di fermentazione, la qualità microbiologica e la stabilità aerobica.

Con l'aumento della percentuale di melassa, nella materia prima sono stati individuati tenori più elevati di materia secca e in particolare di zuccheri. Tuttavia, tramite il processo di fermentazione una grande parte dello zucchero è stato di nuovo metabolizzato. Gli insilati con una durata di stoccaggio di 4 mesi hanno attestato una buona qualità di fermentazione e una buona qualità microbiologica. Nelle balle rotonde che sono state stoccate per un anno, aumentano i tenori di acido acetico. Pertanto, la stabilità aerobica degli insilati è migliorata in particolare nelle varietà con il 7 e il 14 % di melassa.

Literatur

- Arrigo Y., Metthez C. & Wyss U., 2015. In Vorbereitung.
- Jänicke H., 2008. Konservierung von Pressschnitzeln – Beeinflussung der Silagequalität. Abschlussbericht Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion, 30 S.
- Kaiser E., Weiss K. & Milimonka A., 1999. Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfütter. *Arch. Anim. Nutr.* **52**, 75–93.
- VDLUFA, 2012. Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen. Methodenbuch III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 8. Ergänzungslieferung 2012.

Summary

Silage quality: pressed sugar-beet pulp with added molasses

During the sugar production in 2014, around 4 % molasses was added to the pressed sugar-beet pulp in both the Aarberg and Frauenfeld sugar refineries. In the present survey, we investigated the influence of higher additions of molasses on silage quality and aerobic stability. Zero, 7 or 14 % molasses was added to the pressed sugar-beet pulp and the feed was ensiled in round bales. Samples were taken at the time of ensiling as well as after a storage period of 120 and 377 days. In the fresh material and the silages the dry matter and nutrient content were analyzed. Furthermore, the fermentation parameters, the microbiological quality and the aerobic stability of the silages were investigated.

The higher the percentage of molasses, the higher the DM content, and in particular the sugar content, of the basic raw material. For its part, the fermentation process broke down a large proportion of the sugar. Silages that had been stored for four months were characterized by good fermentation quality and microbiological quality. Acetic acid content rose in bales stored for over a year. This brought about an improvement in the aerobic stability of the silages, especially in the two variants with 7 and 14 % molasses respectively.

Key words: sugar-beet pulp silage, molasses, silage quality, aerobic stability.

- Weber U., 2006. Untersuchungen zur Silierung von Zuckerrübenschnitzeln in Folienschläuchen. Berlin Humboldt-Universität, Dissertation, 153 S.
- Weissbach F., 1998. Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärungsverlaufes bei der Bereitung von Silage durch Wiesenkräuter verschiedener Spezies im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen. *Landbauforschung Völkenrode* **185**, 1–103.
- Wyss U., 2001. Pressschnitzel: Qualität der Ballensilagen. *Agrarforschung* **8** (4), 163–167.