

Stärker abgepresste Zuckerrübenschnitzel weisen eine gute Silagequalität auf

Ueli Wyss¹ und Catherine Metthez²

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

²Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld AG, 3270 Aarberg, Schweiz

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



Abb. 1 | Beim Flachsilo konnten die trockenen Schnitzel gut befahren beziehungsweise verdichtet werden.

(Foto: Ueli Wyss, Agroscope)

Einleitung

Vor einigen Jahren betrug der Trockensubstanz (TS)-Gehalt der Pressschnitzel knapp 20 %. Im Jahr 2009 wurde der TS-Gehalt erhöht. Nun werden die Pressschnitzel mit TS-Gehalten von rund 25 % ausgeliefert. Durch das stärkere Abpressen weisen die Schnitzel einen geringeren Zuckergehalt auf. Dadurch findet eine weniger intensive Milchsäuregärung und eine geringere pH-Wert-Absenkung statt. Wie Untersuchungen von Wyss (2002) gezeigt haben, wird die aerobe Stabilität der Silagen durch den höheren TS-Gehalt nicht beeinflusst.

Auch nach Weber (2006) führt ein TS-Gehalt der Pressschnitzel von knapp 30 % weder zu Nachteilen für die Gärqualität, noch zu erhöhten Hefekeimzahlen oder zu einer verringerten aeroben Stabilität. Zur Reduzierung der Transportmengen möchten die Zuckerfabriken in Zukunft die Pressschnitzel noch stärker abpressen. Trockensubstanz-Gehalte von über 30 % sollen angestrebt werden.

Welchen Einfluss die höheren TS-Gehalte bei verschiedenen Silierverfahren (Flachsilo, Schlauchsilo und Ballen) auf die Silagequalität und die aerobe Stabilität haben, wurde auf Praxisbetrieben untersucht.

Material und Methoden

Siliverfahren

In einem Flachsilo wurden 93 t Pressschnitzel mit einem TS-Gehalt von 35 % einsiliert. Die Höhe der Schnitzelschicht variierte zwischen 40 bis 65 cm, darunter befanden sich Mais und Gras.

In ein Schlauchsilos (Durchmesser 1,95 m) wurden im hinteren Teil 49 t mit einem TS-Gehalt von 34 % und im vorderen Teil 48 t mit einem TS-Gehalt von 24 % einsiliert. In der Zuckerfabrik Frauenfeld wurden acht Siloballen mit zwei unterschiedlichen TS-Gehalten hergestellt (Abb. 2). Die Standardballen hatten einen TS-Gehalt von 25 % und ein durchschnittliches Gewicht von 1200 kg; die stärker abgepressten Pressschnitzel hatten einen TS-Gehalt von 31 % und wiesen im Durchschnitt 1180 kg auf.

Erhebungen

Beim Einsilieren und an verschiedenen Zeitpunkten beim Aussilieren wurden Proben zur Bestimmung der Gehalte an TS und Rohrnährstoffen gezogen. Im Flachsilo und im Siloschlauch wurden bei jeder Entnahme mit dem Probenbohrer sechs Proben gezogen und jeweils die Dichte der Silagen bestimmt (Abb. 3). Die Proben 1 bis 3 (oben) und die Proben 4 bis 6 (unten) vom Flach- beziehungsweise Schlauchsilos wurden für die Analysen >

Zusammenfassung ■ Zurzeit werden die Pressschnitzel mit Trockensubstanz (TS)-Gehalten von rund 25 % ausgeliefert. In Zukunft wollen die Zuckerfabriken die Pressschnitzel noch stärker abpressen, um die Transportmengen zu reduzieren.

In der vorliegenden Erhebung wurde untersucht, welchen Einfluss höhere TS-Gehalte bei verschiedenen Siliverfahren auf die Silagequalität und die aerobe Stabilität haben. Dabei wurden Pressschnitzel mit 25 und 34 % TS in Ballen, Schlauchsilos und Flachsilo einsiliert und während der Entnahme mehrere Proben gezogen. Die Rohrnährstoffe der Standard- und der Pressschnitzel mit dem hohen TS-Gehalt waren im Ausgangsmaterial sowie in den Silagen praktisch identisch. Kleinere Unterschiede gab es zwischen dem Material der beiden Zuckerfabriken.

Die stärker abgepressten Schnitzel wiesen eine höhere TS-Dichte und eine bessere aerobe Stabilität im Vergleich zu den Standard-Schnitzeln auf. Alle Silagen zeichneten sich durch eine gute Gär- und eine gute mikrobiologische Qualität aus.



Abb. 2 | In der Zuckerfabrik Frauenfeld wurden Siloballen mit zwei unterschiedlichen TS-Gehalten hergestellt. (Foto: Ueli Wyss, Agroscope)



Abb. 3 | Im Siloschlauch wurden bei jeder Entnahme mit dem Probenbohrer sechs Proben gezogen, die Dichte der Silagen bestimmt sowie die Silagequalität bestimmt. (Foto : Ueli Wyss, Agroscope)

gepoolt. Bei den Ballen wurden jeweils drei Proben pro Balle mit dem Probenbohrer gezogen und eine Poolprobe gemacht. Zusätzlich wurden im Flach- und Schlauchsilos Temperaturmessungen im Silo durchgeführt. Dabei wurde die Temperatur mit einer Temperatursonde rund 30 und 70 cm hinter der Anschnittfläche gemessen.

Bei den Silagen wurde auch die mikrobiologische Qualität (Hefen, Schimmelpilze und aerobe mesophile Bakterien), die Gärparameter (pH, Ammoniak, Gär säuren und Ethanol) und die aerobe Stabilität in den Silagen erhoben. Zur Bestimmung der aeroben Stabilität wurden Silageproben bei Raumtemperatur unter aeroben Bedingungen gelagert. Die aerobe Stabilität wurde anhand von Temperaturmessungen ermittelt: Alle 30 Minuten wurde die Temperatur gemessen und registriert. Als aerob stabil wurden die Silagen angesehen, solange die Temperatur in der Silage die Umgebungstemperatur nicht um mehr als 3 °C übertraf.

Resultate und Diskussion

Ausgangsmaterial

Bei den Ballen waren die Unterschiede zwischen den zwei TS-Stufen kleiner als beim Siloschlauch (Tab. 1). Das Material für die Ballen stammte aus der Zuckerfabrik Frauenfeld; das Material für den Schlauch beziehungsweise das Flachsilosilo von der Zuckerfabrik Aarberg.

Dass es gewisse Unterschiede beim Ausgangsmaterial gab, zeigen die unterschiedlichen Rohaschegehalte beim Material für die Ballen beziehungsweise für das Material, welches in den Siloschlauch und das Flachsilosilo einsiliert wurde.

Das stärker abgepresste Material für die Ballen aus Frauenfeld wies tiefere Zuckergehalte (wasser- und ethanollösliche Kohlenhydrate) auf. Dies deckt sich mit den Untersuchungen von Wyss (2002). Hingegen waren die Zuckergehalte zwischen den beiden TS-Stufen beim Material von Aarberg praktisch identisch. Die wasserlös-

Tab. 1 | Gehaltswerte des Ausgangsmaterials beim Einsilieren

Silierverfahren		Balle		Schlauchsilo		Flachsilo
TS-Stufe		Standard	Hoch	Standard	Hoch	Hoch
Anzahl Proben		2	2	2	2	2
TS	%	25,1	31,2	23,9	34,2	35,4
Rohasche	g/kg TS	93	85	71	70	66
Rohprotein	g/kg TS	79	79	89	92	93
Rohfaser	g/kg TS	180	190	176	177	184
ADF	g/kg TS	210	223	219	215	210
NDF	g/kg TS	358	373	391	361	367
Rohfett	g/kg TS	11	13	11	12	11
WSC	g/kg TS	125	77	121	128	115
ESC	g/kg TS	102	59	107	106	115
NEL	MJ/kg TS	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2
APDE	g/kg TS	102	103	108	109	110
APDN	g/kg TS	55	56	63	65	65

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; WSC: wasserlösliche Kohlenhydrate; ESC: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch; APDE: Absorbierbares Protein im Darm, welches auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann; APDN: Absorbierbares Protein im Darm, welches auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

lichen Kohlenhydrate waren gleich oder höher als die ethanollöslichen Kohlenhydrate. Nach Hollaus *et al.* (1983) sind 15 g Zucker pro kg Frischsubstanz oder 60 bis 70 g pro kg TS erforderlich, damit eine gute Milchsäuregärung und dementsprechend eine ausreichende pH-Wert-Absenkung stattfinden kann. Diese Werte wurden in der vorliegenden Untersuchung in den meisten Fällen deutlich überschritten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass den Pressschnitzeln Melasse beigemischt wurde.

Dichte

Bezogen auf die Frischsubstanz wiesen die Pressschnitzel mit den höheren TS-Gehalten eine tiefere Verdichtung auf. Doch bezogen auf die TS wiesen die Proben mit den höheren TS-Gehalten eine höhere Verdichtung auf (Tab. 2). Dabei waren die Ballen um 11 % und die Pressschnitzel im Schlauchsilo um 26 % stärker verdichtet. Unterschiede gab es jedoch je nach Position der Pressschnitzel im Schlauch beziehungsweise Flachsilo. Bei den Standardschnitzeln variierte die Dichte im Siloschlauch zwischen 163 und 194 kg TS pro m³. Bei den

höher abgepressten Schnitzeln konnten im Siloschlauch Dichten zwischen 203 und 263 kg TS pro m³ und im Flachsilo zwischen 173 und 283 kg TS pro m³ festgestellt werden. Dies deckt sich mit den Untersuchungen im Folienschlauch von Weber (2006), wo die Lagerungsdichte vom TS-Gehalt und von der Position der Probe abhängig war.

Temperaturmessungen

Beim Siloschlauch beziehungsweise Flachsilo wurden die ersten Proben 40 beziehungsweise 66 Tage nach dem Einsilieren genommen. Trotz Minustemperaturen waren die Schnitzel im Schlauchsilo zwischen 11 und 20 °C und im Flachsilo zwischen 2 und 15 °C warm. Da die Schnitzelschicht im Flachsilo bedeutend kleiner war als im Schlauch, kühlten sich die Schnitzel oben schneller ab. Mit zunehmender Lagerdauer kühlten sich die Schnitzel kontinuierlich ab. Im Frühling stiegen die Temperaturen in den Schnitzeln – bedingt durch die höheren Aussentemperaturen – wieder an. Dabei waren die Temperaturen oben höher als unten im Silo. >

Tab. 2 | Frischsubstanz- und Trockensubstanzdichte der Pressschnitzelsilagen

Silierverfahren		Balle		Schlauchsilo		Flachsilo
TS-Stufe		Standard	Hoch	Standard	Hoch	Hoch
Frischsubstanz	kg/m ³	849	837	744	674	659
Trockensubstanz	kg/m ³	231	256	181	228	227

Tab. 3 | Gehaltswerte der Silagen

Silierverfahren		Balle		Schlauchsilo		Flachsilo
TS-Stufe		Standard	Hoch	Standard	Hoch	Hoch
Anzahl Proben		4	4	4	6	4
TS	%	27,4	30,7	25,0	34,4	35,3
Rohasche	g/kg TS	99	94	74	78	81
Rohprotein	g/kg TS	82	81	91	93	93
Rohfaser	g/kg TS	185	188	180	181	182
ADF	g/kg TS	222	224	222	217	214
NDF	g/kg TS	389	392	417	411	393
Rohfett	g/kg TS	15	15	12	13	12
WSC	g/kg TS	25	36	28	51	31
ESC	g/kg TS	22	34	16	42	26
NEL	MJ/kg TS	6,9	7,0	7,1	7,1	7,1
APDE	g/kg TS	97	97	102	102	102
APDN	g/kg TS	54	54	60	62	62

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; WSC: wasserlösliche Kohlenhydrate; ESC: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch; APDE: Absorbierbares Protein im Darm, welches auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann; APDN: Absorbierbares Protein im Darm, welches auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

Entnahmemengen

Das Futter aus dem Schlauchsilo wurde mit einem Fräsmischwagen entnommen. Der durchschnittliche Vorschub im Schlauchsilo betrug 16 cm pro Tag.

Aus dem Flachsilo wurden wöchentlich mit einem Blockschneider Blöcke herausgeschnitten und anschliessend im Futtertenn gelagert. Der berechnete Vorschub betrug 15 cm pro Tag.

Gehaltswerte und Gärparameter der Silagen

Durch den Gärprozess wurde in erster Linie der Zucker (wasser- und ethanollösliche Kohlenhydrate) abgebaut (Tab. 3). In den Standardschnitzeln war nur noch rund 20 % des Zuckers vorhanden. Dies deckt sich mit Angaben von Weber (2006) bei Silagen mit TS-Gehalten zwischen 19 und 32 % TS. Bei den Silagen mit höherem TS-Gehalt wurde etwas weniger Zucker abgebaut; hier wurden noch rund 40 % des Zuckers in den Silagen gefunden.

Die übrigen Nährstoffe waren in den Silagen leicht höher als im Ausgangsmaterial, was auf den Zuckerabbau zurückzuführen ist. Der NEL-Gehalt lag im Durchschnitt 0,1 MJ/kg TS tiefer als im Ausgangsmaterial.

Wie bereits in früheren Versuchen (Wyss 2002) festgestellt, war auch in dieser Untersuchung die Milchsäurebildung in den Pressschnitzeln mit den höheren TS-Gehalten im Vergleich zu den tieferen TS-Gehalten weniger stark, und dementsprechend wiesen diese Silagen leicht höhere pH-Werte auf (Tab. 4). Die Essigsäure war in allen Silagen recht tief. Buttersäure konnte nur in Spuren nachgewiesen werden. Der Ammoniakanteil am Gesamtstickstoff war gering. Alle Silage wiesen die maximale Punktzahl – bewertet nach dem Schlüssel der DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) – auf. Dementsprechend waren alle Silagen von sehr guter Gärqualität.

Mikrobiologische Qualität der Silagen

Bezüglich der mikrobiologischen Qualität wiesen alle Silagen eine sehr gute Qualität auf. Alle untersuchten Keimgruppen lagen nach der VDLUFA-Beurteilung (2012) im Bereich der guten Qualität (Tab. 4). Die hohe Verdichtung, die täglichen beziehungsweise wöchentlichen Entnahmemengen sowie die Tatsache, dass die Pressschnitzel im Winter und Frühling bei tieferen Aussentemperaturen verfüttert wurden, haben sicher zu diesem Ergebnis beigetragen.

Tab. 4 | Gärparameter, mikrobiologische Qualität und aerobe Stabilität der Silagen

Silierverfahren	TS-Stufe	Balle		Schlauchsilo		Flachsilo
		Standard	Hoch	Standard	Hoch	Hoch
Proben	n	4	4	4	6	4
TS	%	27,4	30,7	25,0	34,4	35,3
pH		3,9	4,1	3,8	4,0	4,1
Milchsäure	g/kg TS	60	38	80	59	45
Essigsäure	g/kg TS	9	5	15	13	15
Propionsäure	g/kg TS	0	0	0	0	0
Buttersäure	g/kg TS	1	1	0	0	0
Ethanol	g/kg TS	4	2	4	2	8
NH ₃ -N/N tot	%	3,4	3,2	3,6	3,1	2,6
DLG-Punkte		100	100	100	100	100
Bakterien ¹⁾	log KBE/g	2,7	2,7	3,4	2,7	2,8
Bakterien ²⁾	log KBE/g	4,8	4,5	4,3	2,8	4,0
Bakterien ³⁾	log KBE/g	2,7	2,7	3,2	3,2	3,2
Schimmelpilze ⁴⁾	log KBE/g	2,2	2,2	1,1	1,5	2,3
Schimmelpilze ⁵⁾	log KBE/g	2,4	2,2	1,1	2,1	2,3
Schimmelpilze ⁶⁾	log KBE/g	2,2	2,2	1,1	1,5	2,3
Hefen ⁷⁾	log KBE/g	4,4	4,5	2,9	1,9	4,8
Aerobe Stabilität	Tage	4,4	6,9	4,8	6,5	7,8

TS: Trockensubstanz; NH₃-N/N tot.: Ammoniakstickstoff-Anteil am Gesamtstickstoff

KBE: koloniebildende Einheiten

¹⁾produkttypische Arten, gute Qualität < 5,6 log KBE/g

²⁾Verderbniserreger, gute Qualität < 5,3 log KBE/g

³⁾Streptomyceten, gute Qualität < 4,5 log KBE/g

⁴⁾produkttypische Arten, gute Qualität < 3,7 log KBE/g

⁵⁾Verderbniserreger, gute Qualität < 3,7 log KBE/g

⁶⁾Mucoraceen, gute Qualität < 3,7 log KBE/g

⁷⁾Hefen, gute Qualität < 6,0 log KBE/g

Aerobe Stabilität der Silagen

Ein direkter Vergleich bezüglich der aeroben Stabilität ist nur bei den Ballen möglich, da hier die Ballen gleichzeitig geöffnet wurden. Dabei zeigte sich, dass die Silagen mit dem höheren TS-Gehalt im Vergleich zu den Standard-Pressschnitzeln (Tab. 4) sogar stabiler waren.

Auch bei den Pressschnitzeln aus dem Schlauchsilo beziehungsweise Flachsilo waren diejenigen mit dem höheren TS-Gehalt stabiler als jene mit dem tieferen TS-Gehalt. Bei den einzelnen Entnahmetermen zeigte sich, dass die Stabilität etwas variierte. Zwischen den Proben oben und unten gab es praktisch keine Unterschiede. Die Ergebnisse bestätigen die Untersuchungen von Wyss (2002) und Weber (2006), dass ein höherer TS-Gehalt nicht zu einer verringerten aeroben Stabilität der Silagen führt.

Strategie der Zuckerfabriken

Aufgrund der positiven Ergebnisse der Studie planen die Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld (ZAF) für die Kampagne 2014, in einem ersten Schritt den TS-Gehalt auf 28 % zu erhöhen. Die angestrebten 30 % TS sollen erst in einem späteren Schritt umgesetzt werden. Dies gibt den Fabriken einerseits Zeit, das Gewollte umzusetzen; andererseits können auch die Kunden schrittweise Erfahrungen sammeln. Wann eine weitere Erhöhung der TS erfolgen wird und in welcher Höhe, hängt deshalb massgeblich von der Resonanz der Kunden und dem technisch Machbaren in den Fabriken ab.

Die höhere Abpressung der Schnitzel ist für die ZAF essentiell, da die Transportkosten in den letzten Jahren angestiegen sind. Vor allem bei Pressschnitzeln, welche

franko Bahn angeboten werden, kann durch diese Massnahme eine Preiserhöhung pro kg TS vermieden werden. Die Kosteneinsparungen werden von den Zuckerfabriken möglichst weitergegeben. Die meisten Produkte werden dadurch – bezogen auf die TS – sogar etwas günstiger.

Schlussfolgerungen

- Die Rohnährstoffgehalte der Standard- und der Pressschnitzel mit dem hohen TS-Gehalt waren im Ausgangsmaterial sowie in den Silagen praktisch identisch.
- Die Pressschnitzel der Zuckerfabrik Frauenfeld wiesen einen leicht höheren Rohaschegehalt und einen dementsprechend leicht tieferen NEL-Gehalt im Ausgangsmaterial und den Silagen auf als jene der Zuckerfabrik Aarberg.
- Beim Flachsilo konnten die trockenen Schnitzel gut befahren beziehungsweise verdichtet werden. Auch beim Schlauchsilo konnten die trockeneren Schnitzel problemlos mit der Maschine eingefüllt werden.
- Bezogen auf die TS wiesen die Schnitzel mit dem höheren TS-Gehalt in den Ballen eine um 11 % und im Schlauchsilo um 26 % höhere Verdichtung auf als die Standard-Schnitzel.
- Alle Silagen erreichten einen tiefen pH-Wert. Dieser war bei den trockeneren Schnitzel leicht höher. Dass bei höherem TS-Gehalt der pH-Wert weniger stark absinkt, ist normal.
- Nach der Entnahme und Lagerung bei Raumtemperatur (20 °C) erwärmten sich die Schnitzel nur langsam. Die aerobe Stabilität war bei den trockeneren Schnitzeln sogar leicht besser als bei den Standard-Schnitzeln.
- Bezüglich der mikrobiologischen Qualität (Bakterien, Schimmelpilze und Hefen) wiesen alle Proben einen geringen Keimbesatz und eine dementsprechend gute Qualität auf. ■

Riassunto**Influsso del tenore di SS della polpa pressata sulla qualità e sulla stabilità aerobica degli insilati**

Al momento la polpa pressata è distribuita con tenori di SS di circa il 25 per cento. In futuro gli zuccherifici intendono pressare maggiormente la polpa per ridurre i volumi di trasporto. Nelle presenti rilevazioni è stato analizzato quale influsso hanno maggiori tenori di SS dei diversi sistemi d'insilamento sulla qualità e sulla stabilità aerobica degli insilati. La polpa pressata è stata insilata con il 25 e il 34 per cento di SS in balle, silo con pompa e silo a fondo piatto e durante il rilevamento sono stati prelevati regolarmente dei campioni. Le sostanze nutritive grezze della polpa standard e di quella pressata con un elevato tenore di SS erano praticamente identiche nel materiale di base e negli insilati. Vi erano lievi differenze nel materiale di entrambi gli zuccherifici. La polpa maggiormente pressata presentava una densità di SS maggiore e una migliore stabilità aerobica rispetto alla polpa standard. Tutti gli insilati sono caratterizzati da una buona qualità fermentativa e da una buona qualità microbiologica.

Summary**Sugar beet pulp with higher DM-contents shows a good silage quality**

Currently, pressed sugar-beet pulp is delivered with a DM content of around 25 %. In future, sugar refineries hope to press the pulp even harder, with a view to reducing transported quantities. In the present study, we investigated the influence of higher DM content on silage quality and aerobic stability in various silage methods. To this end, pressed pulp with 25 % and 34 % DM was ensiled in large bales, in a large plastic bag, and in a bunker silo. Several samples were taken during feed-out. The crude nutrients of the standard pulp and of the pressed pulp with the higher DM content were practically identical in both the basic raw material and in the silages. Small differences were observed in the raw material of the two sugar refineries. The pulp that was pressed harder exhibited higher DM density and better aerobic stability than the standard pulp. All silages were characterised by both good fermentation quality and good microbiological quality.

Keywords: sugar beet pulp, silage, DM-content, fermentation quality, aerobic stability.

Literatur

- Hollaus F., Braunsteiner W. & Kubadinow N., 1983. Beiträge zur Aufklärung mikrobiologischer und chemischer Zusammenhänge bei der Pressschnittsilierung. 1. Mitteilung: Untersuchungen über Mikroorganismen in Pressschnitteln. *Zuckerindustrie* **108** (11), 1049–1058.
- VDLUFA, 2012. Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen. Methodenbuch III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 8. Ergänzungslieferung 2012.
- Weber U., 2006. Untersuchungen zur Silierung von Zuckerrübenpressschnitteln in Folienschläuchen. Dissertation der landwirtschaftlich-gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität Berlin, 153 Seiten.
- Wyss U., 2002. Pressschnittel und Silagequalität. *Agrarforschung* **9** (11+12), 512–517.