



Gärsaftverluste bei Mais-silagen möglichst vermeiden

Ueli WYSS, Eidgenössische Forschungsanstalt für veterinärmedizinische Produktion (FAG), CH-1725 Posieux

Sorte und Reifegrad haben einen grossen Einfluss auf die Gärsaftbildung. Dies zeigte sich in einer Untersuchung an den zwei Silomaisarten Eclat und Senator, die in unterschiedlichen Reifestadien (25 und 30 % TS) einsiliert wurden. Beim feuchteren Mais flossen mehr als doppelt so viel Gärsaft ab als beim später geernteten Mais. Bei der Sorte Eclat entstand jeweils rund 20 % mehr Gärsaft. Der TS-Gehalt und der Kolbenanteil waren zwar sehr ähnlich, doch beim Rohfasergehalt und bei der Verdichtung des Siliergutes konnten Unterschiede festgestellt werden.

Rohasche- und Rohproteingehalt waren bei beiden Sorten gleich. Eclat wies jedoch bei beiden Terminen rund 10 % tiefere Rohfasergehalte und zudem eine höhere verdauliche organische Substanz auf. Letzteres ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal bei Silomais (Tab. 2). Unterschiede

Gärsaft entsteht beim Silieren von wasserreichen Futterpflanzen. Dabei hängt die Menge des gebildeten Gärsaftes in erster Linie vom TS-Gehalt des Futters beim Einsilieren ab. Bei Silomais entstehen bei 30 % TS nach Köbrich (1988), Küntzel (1991) und Zscheischler *et al.* (1990) keine oder nur noch unbedeutende Mengen an Gärsaft. Noch relativ hohe Mengen an Gärsaft konnten hingegen Jakob und van Caenegem (1993) bei Maissilage mit 30 % TS, einsiliert in ein Flachsilo, feststellen. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit die Sortenwahl beziehungsweise der TS-Gehalt und die Inhaltsstoffe die Gärsaftbildung beeinflussen. Das Ziel unseres Versuches bestand darin, die Gärsaftbildung und die Gärqualität von zwei verschiedenen Maissorten zu untersuchen, die jeweils bei zwei unterschiedlichen TS-Gehalten in 9 m³ Silos einsiliert wurden.

Mais mit 25 und 30 % Trockensubstanz einsiliert

Die beiden Silomaisarten Eclat und Senator wurden am 29. April ausgesät. Am 26. August 1994 wurden sie mit einem TS-Gehalt von rund 25 % (Reifegrad milch- bis teigreif) und am 6. September mit 30 % TS (Reifegrad teig- bis gelbreif) geerntet und in Silos zu 9 m³ einsiliert.

Der Kolbenanteil bezogen auf die Trockensubstanz betrug bei beiden Sorten beim ersten Erntetermin rund 48 % und beim zweiten Termin 56 % (Tab. 1). Der TS-Gehalt in den Kolben (inklusive Lieschblätter) stieg bei beiden Sorten stark an, hingegen veränderte sich der TS-Gehalt in der Restpflanze (Stengel und Blätter) nicht wesentlich wie anhand der Werte aus Tabelle 1 ersichtlich ist.



Abb. 1. Bei Silomais entsteht im Stadium Teigreife Gärsaft, da der Kolbenanteil noch niedrig ist und die Stengel und Blätter einen relativ tiefen TS-Gehalt aufweisen. (Foto: M. Duperrex, Posieux)

Tab. 1. Kolbenanteil und TS-Gehalt in Restpflanze und Kolben

		25 % TS		30 % TS	
		Eclat	Senator	Eclat	Senator
Kolbenanteil (bez. auf TS)	%	48,5	47,2	56,3	55,7
TS-Gehalt Restpflanze	%	19,0	19,6	20,6	19,9
TS-Gehalt Kolben (inkl. Lieschen)	%	38,7	36,4	50,2	49,0

Tab. 2. Rohrnährstoffgehalte des Ausgangsmaterials

		25 % TS		30 % TS	
		Eclat	Senator	Eclat	Senator
TS-Gehalt	%	25,9	24,4	30,4	28,6
Rohasche	g/kg TS	47	47	43	43
Rohprotein	g/kg TS	82	83	77	81
Rohfaser	g/kg TS	206	228	182	205
Stärke	g/kg TS	257	214	306	293
Zucker	g/kg TS	130	130	123	100
VOS	g/kg TS	740	716	724	712

VOS: verdauliche organische Substanz (enzymatische Bestimmungsmethode)

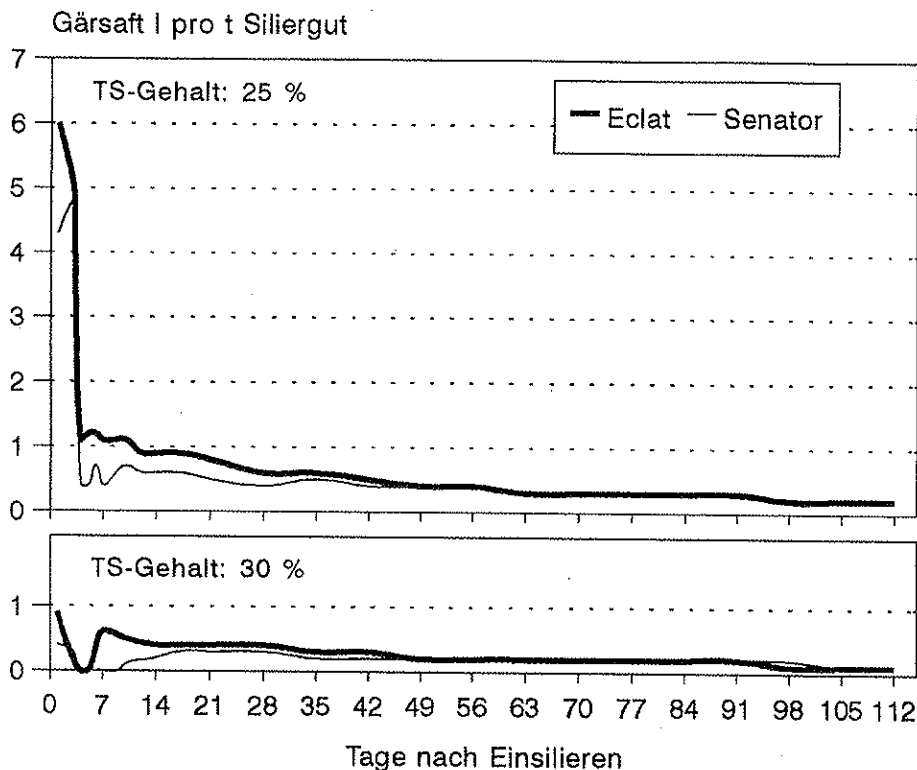


Abb. 2. Der Verlauf der Gärtsaftproduktion bei den beiden Sorten Eclat und Senator, einsilirt bei 25 und 30 % TS.

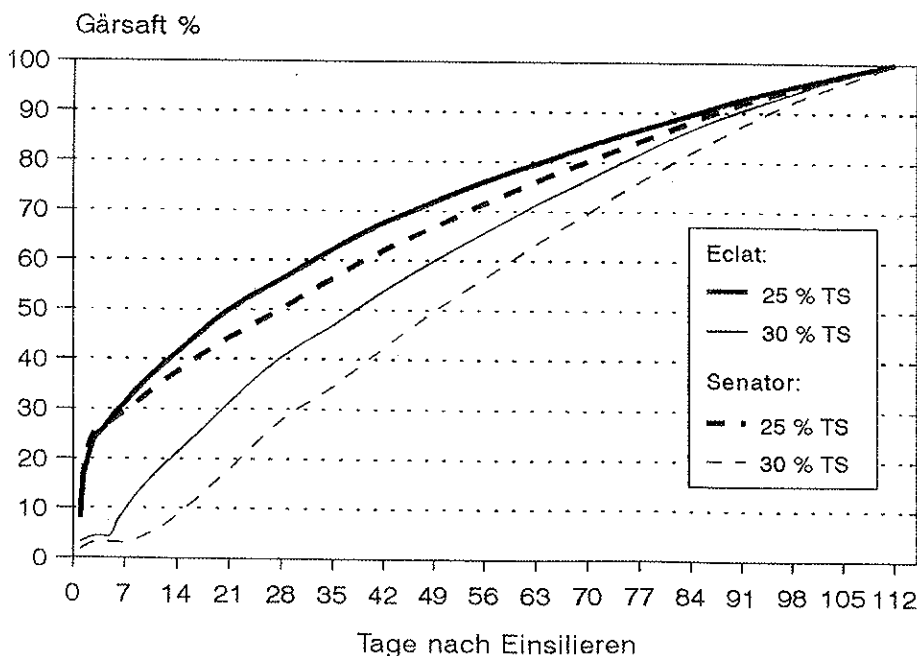


Abb. 3. Der Gärtsaftanfall prozentual dargestellt zur Menge, die insgesamt während vier Monaten produziert wurde.

gab's beim ersten Termin auch beim Stärkegehalt und beim zweiten Termin beim Zuckergehalt.

Gärtsaft von TS-Gehalt und Sorte abhängig

Der Gärtsaftanfall wurde zuerst täglich und nach einer Woche nur noch wöchentlich kontrolliert und die Mengen bestimmt. In Abbildung 2 ist die Gärtsaftbildung in Litern pro einsilirt Tonne Siliergut für die vier Silagen dargestellt. Bei den beiden Silagen mit 25 % TS wurden in den ersten drei Tagen nach dem Einsilieren die höchsten Mengen festgestellt. Bei den beiden anderen Silagen floss zuerst nur an den beiden ersten Tagen etwas Saft ab und erst am 6. beziehungsweise 10. Tag setzte die Gärtsaftbildung wieder ein. Der Saftablauf hörte bei keiner Variante ganz auf, so dass auch vier Monate nach dem Einsilieren noch Gärtsaft aus dem Siphon austrat. Dass die Gärtsaftbildung beim feuchteren Mais rascher einsetzte, ist aus Abbildung 3 ersichtlich, wo die abgeflossene Gärtsaftmenge in Prozent der gesamten Menge dargestellt ist. So fiel bei den beiden Silagen mit 25 % TS innerhalb der ersten zehn Tage rund ein Drittel der gesamten Menge an. Bei 30 % TS dauerte es bei der Sorte Eclat gut drei Wochen und bei der Sorte Senator sogar fünf Wochen bis rund ein Drittel der gesamten Menge erreicht wurde.

Insgesamt fielen während vier Monaten bei Eclat 66 beziehungsweise 28 und bei Senator 54 beziehungsweise 22 Liter Gärtsaft pro Tonne Siliergut an. Bei der Sorte Senator wurde bei beiden Ernteterminen jeweils rund 20 % weniger Gärtsaft gebildet, obwohl der durchschnittliche TS-Gehalt der ganzen Pflanzen sogar leicht tiefer als bei der Sorte Eclat war. Eine weitere Erklärung für die unterschiedliche Gärtsaftbildung der beiden Sorten liefert der Rohfasergehalt. Die um rund 10 % tieferen Rohfasergehalte bei der Sorte Eclat führten zu einer stärkeren Verdichtung des Siliergutes, wie die Werte aus Tabelle 3 zeigen. Durch das höhere Eigengewicht des Futters wurde der Gärtsaft dementsprechend stärker ausgepresst.

Gärtsaft zu Beginn zuckerreich

Dass mit dem Gärtsaft nicht nur Wasser, sondern auch leichtlösliche und somit hochverdauliche Nährstoffe verloren gehen, ist aus Abbildung 4 ersichtlich. Bei



Tab. 3. Einfüllmengen und Verdichtung des Futters

		25 % TS		30 % TS	
		Eclat	Senator	Eclat	Senator
Einfüllhöhe	cm	133	149	174	209
Einfüllmenge	kg FS	3320	3510	4110	4640
TS-Dichte	kg TS pro m ³	164	151	190	165
FS-Dichte	kg FS pro m ³	657	620	622	584

TS: Trockensubstanz; FS: Frischsubstanz

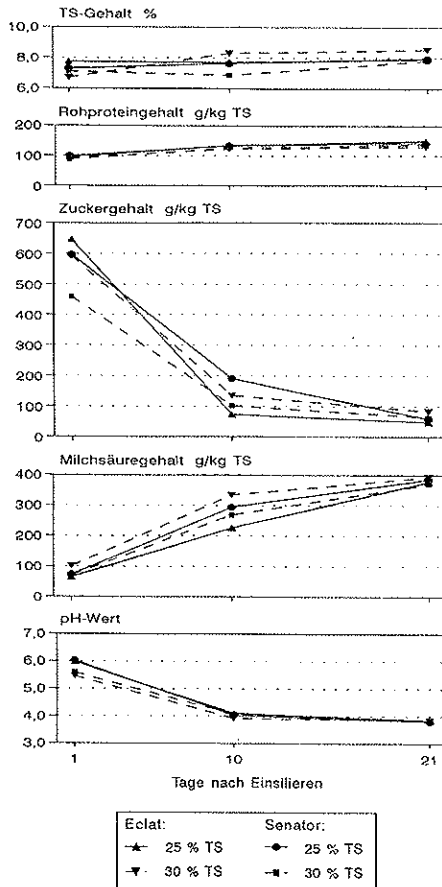


Abb. 4. Einige Gehaltswerte der verschiedenen Gäräfte.

den Gäräften, welche jeweils zu den gleichen Zeitpunkten nach dem Einsilieren entnommen wurden, konnten zwischen den vier Silagen praktisch keine Unterschiede festgestellt werden. Hingegen veränderte sich der Gäräfte sehr stark im Laufe der Zeit. So stiegen der TS-Gehalt, der mit den flüchtigen Gärparametern korrigiert wurde, und auch der Rohproteingehalt leicht an. Sehr große Unterschiede ergaben sich beim Zuckergehalt. Der Gäräfte wies kurz nach dem Einsilieren wesentlich höhere Zuckergehalte auf als der Gäräfte, der später gebildet wurde. Gerade das Gegenteil konnte beim Milchsäuregehalt festgestellt werden. Die gebildete Milchsäure ist zudem verantwortlich, dass der pH-Wert relativ rasch absank.

Alle Silagen wiesen gute Gärqualität auf

Die Silagen wiesen mit Ausnahme des Zuckergehaltes ähnliche Rohnährstoffgehalte wie im Ausgangsmaterial auf (Tab. 4 und Tab. 2). Der Zucker hingegen, der den Milchsäurebakterien als Nährsubstrat diente, wurde stark abgebaut. Die Milchsäuregärung führte bei allen Silagen zu einer pH-Wert-Absenkung unter 4. Dass

beim feuchteren Mais eine intensivere Milchsäuregärung stattfand und demzufolge mehr Milchsäure gebildet wurde ist aus Tabelle 4 ersichtlich. Der Proteinabbau, dargestellt als Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff, war bei den vier Silagen mit Werten um 5 % recht gering. Gesamthaft beurteilt wiesen alle Silagen eine sehr gute Gärqualität auf und erreichten bei der Bewertung nach dem DLG-Beurteilungsschlüssel die Maximalpunktzahl.

TS-Verluste über Saft relativ gering

Während des Gärprozesses entstehen verschiedene Verluste. Eine der Verlustquellen ist der ablaufende Gäräfte. Daneben entstehen auch Verluste durch die Restatmung der Pflanzen und die Vergärung. Einerseits haben wir in diesem Versuch den Gäräfteanfall bestimmt und andererseits mit Hilfe von Bilanzsäcken auch die Gesamtverluste. Dabei wurden pro Silo jeweils in zwei verschiedenen Schichten drei Bilanzsäcke eingelegt. Die ermittelten Verluste sind in Abbildung 5 dargestellt. Bezüglich den Gesamtverlusten konnten jeweils bei allen Silagen in der oberen Schicht im Silo höhere Verluste als in der unteren Schicht beobachtet werden. Ob diese Unterschiede durch den Gäräfteabfluss zustandekamen oder ob andere Faktoren dafür verantwortlich sind, konnte nicht geklärt werden.

Die TS-Verluste, die durch den Gäräfte entstanden sind, fielen mit rund 2 % beim feuchteren Mais und weniger als 1 % beim trockeneren Mais recht gering aus. Dabei ist jedoch zu erwähnen, dass diese Verluste durch die Wahl eines späteren Erntetermins beziehungsweise durch einen höheren TS-Gehalt ganz vermieden werden können.

Folgerungen für die Praxis

Der vorliegende Versuch hat gezeigt, dass bei Silomais auch mit rund 30 % TS je nach Sorte unterschiedliche Mengen Gäräfte auftreten. Dabei ist zu beachten, dass der TS-Gehalt in den Stengeln und Blättern von der Milchreife bis zur Gelbreife nur sehr schwach ansteigt, hingegen der zunehmende TS-Gehalt in erster Linie auf die TS-Zunahme in den Kolben zurückzuführen ist. Somit besteht Maissilage aus einem Gemisch aus feuchten und trockenen Futterpartien. Die Versuche wurden in relativ kleinen Silos durchgeführt, so

Tab. 4. Rohnährstoffgehalte und Gärparameter der Silagen

		25 % TS		30 % TS	
		Eclat	Senator	Eclat	Senator
TS-Gehalt	%	26,5	26,0	30,7	29,3
Rohasche	g/kg TS	45	44	43	42
Rohprotein	g/kg TS	82	83	80	84
Rohfaser	g/kg TS	212	236	194	209
Stärke	g/kg TS	264	219	316	305
Zucker	g/kg TS	14	23	32	17
VOS	g/kg TS	730	704	757	741
pH-Wert		3,7	3,8	3,9	3,9
NH ₃ -N/Ges. N	%	5,1	5,1	4,8	5,6
Milchsäure	g/kg TS	102	85	65	74
Essigsäure	g/kg TS	23	17	13	14
Propionsäure	g/kg TS	0	0	0	0
Buttersäure	g/kg TS	0	0	0	0
fl. S./Ges. S.	%	19	17	17	16
DLG-Punkte		100	100	100	100

VOS: verdauliche organische Substanz (enzymatische Bestimmungsmethode)

NH₃-N/Ges. N: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

fl. S./Ges. S.: Anteil der flüchtigen Säuren an der Gesamtsäure

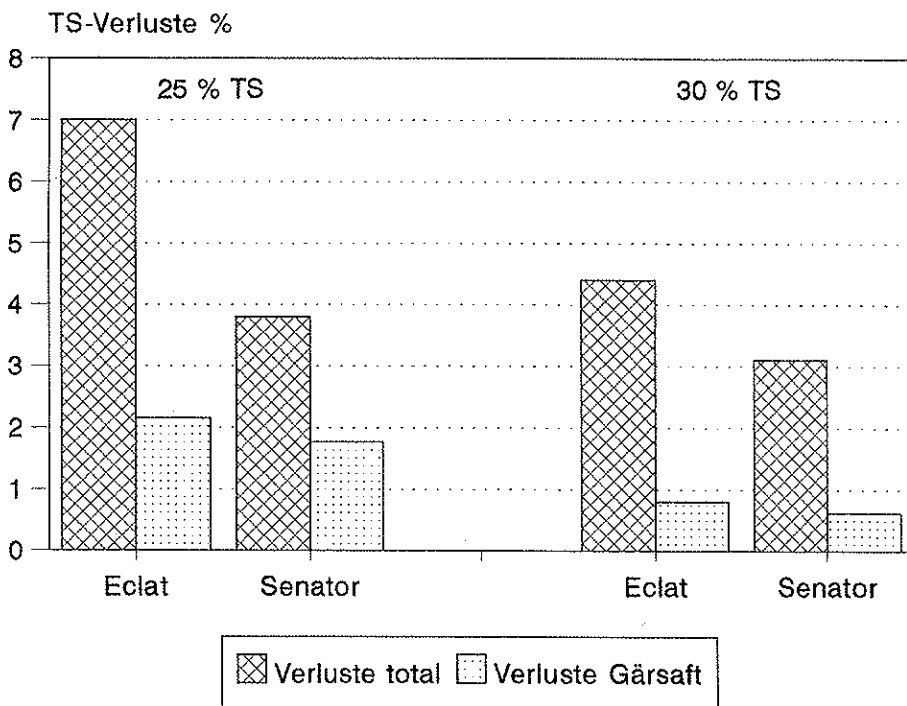


Abb. 5. Konservierungsverluste bei Maissilagen.

dass in grossen Hochsilos, wo die Verdichtung unten 250 bis 300 kg TS pro m³ betragen kann, bei gleichem Siliergut mit einer stärkeren Auspressung und einem grösseren Gärssaftanfall zu rechnen ist. Zur Verhinderung von Gärssaft ist der Silomais erst mit einem TS-Gehalt von über 32 % zu ernten. Falls der Mais jedoch mit einem zu hohen TS-Gehalt (über 36 % TS) einsiliert wird, ergeben sich vermehrt Probleme mit Nachgärungen.

LITERATUR

Jakob R. und Van Caenegem L., 1993. Flachsilo - Bau und Technik. FAT-Bericht Nr. 438, 13 S.

Köbrich D., 1988. Umweltgerechte Entsorgung von Silagesickersäften. KTBL-Arbeitspapier 117, 73 S.

Küntzel U., 1991. Silage effluent - an environmental problem. Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 123, 364-367.

Zscheischler J., Estler M.C., Staudacher W., Gross F., Burgstaller G., Strey H. und Rechmann T., 1990. Handbuch Mais. DLG-Verlag Frankfurt, 320 S.

Abb. 6. Beim Silomais ist der Gehalt an verdaulicher organischer Substanz ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Die Sorte Eclat wies zwar höhere Werte auf, doch bei TS-Gehalten unter rund 30 % führte dies auch zu einer stärkeren Gärssaftbildung. (Foto: M. Duperrex, Posieux)



RÉSUMÉ

Écoulement de jus lors de l'ensilage de maïs plante entière

Du maïs des variétés Eclat et Senator a été ensilé dans des silos de 9 m³, à des stades de maturité correspondant à des teneurs en MS d'approximativement 25 et 30 %. Dans le cas de la récolte effectuée à la teneur en MS la plus faible, l'écoulement de jus, pendant une période de 4 mois, a atteint 66 l par tonne de fourrage frais pour la variété Eclat, et 54 l dans le cas de la variété Senator, soit plus du double des quantités enregistrées avec le maïs ensilé à un stade de maturité plus avancé (respectivement 28 et 22 l/t). Dans le premier cas, un tiers du jus s'est écoulé dans les dix jours qui ont suivi le remplissage des silos, alors que dans le deuxième cas, cette même proportion n'a été atteinte qu'après 4 semaines de stockage. Pour toutes les variantes de l'essai, le jus produit durant les premières 24 heures qui ont suivi la mise en silo s'est caractérisé par des concentrations en sucres très élevées (de 480 à 680 g par kg de MS). Bien que les teneurs en MS et la proportion d'épis des deux variétés aient été très semblables, les quantités de jus qui se sont écoulées des silos ont donc été approximativement de 20 % supérieures pour la variété Eclat. Les différences peuvent être expliquées par les teneurs en cellulose brute et le degré de tassement du maïs. La variété Eclat affichait effectivement, aux deux stades de maturité, une teneur en cellulose brute de 10 % inférieure à celle de la variété Senator, ainsi qu'une plus forte densité au m³.

SUMMARY

Maize silage and effluent

Eclat and Senator, two maize varieties were harvested at two different maturity stages (25 and 30 % dry matter content) and ensiled in 9 m³ silos. During the first 4 months the silage with lower DM content produced more than twice as much effluent (66 and 54 l/t) as those silages with higher DM contents (28 and 22 l/t). In the early cut silage one third of the effluent was produced within 10 days. In late cut silages it took about 4 weeks to produce one third of the effluent. In all silages the effluent produced on the first day after filling the silos was very rich in sugar (480 to 680 g per kg DM). Although DM-content and ear proportion of the two varieties were similar at ensiling, the effluent production of Eclat was 20 % higher. These differences can be explained by the crude fibre content and the density. In comparison to Senator Eclat showed - at the two stages of maturity - a 10 % lower crude fibre content and a higher density per m³.

KEY WORDS: maize silage, effluent production, maize varieties, DM-content, density