

# Pflanzen

## Einfluss verschiedener Maissorten auf aerobe Stabilität

Ueli Wyss, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

Auskünfte: Ueli Wyss, e-mail: ueli.wyss@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 14

### Zusammenfassung

**S**ilomais gilt als leicht silierbar, doch bei der Entnahme gibt es in der Praxis oft Probleme mit warmer Silage und Schimmelbildung. Hinsichtlich Einfluss auf die aerobe Stabilität haben wir in den Jahren 2000 und 2001 untersucht, inwieweit auch Unterschiede zwischen verschiedenen Sorten bestehen. Dazu wurden vier Maissorten mit unterschiedlichem Abreifeverhalten (konventionelle und stay green Typen) an drei Orten angebaut und zwischen August und Oktober in Laborsilos einsiliert.

Die Untersuchungen zeigten, dass die Silagen der ersten Erntetermine bei allen drei Standorten anfälliger für Nachgärungen waren als die später einsilienten. Entgegen der allgemeinen Annahme wirkte sich der hohe Zuckergehalt stärker negativ auf die aerobe Stabilität aus als der hohe Trockensubstanz(TS)-Gehalt. Zwischen den Sorten konnten auch einige Unterschiede festgestellt werden. So erwärmte sich die Sorte Goldmeru im Vergleich zu den übrigen Sorten im Jahr 2000 an allen drei Standorten in den meisten Fällen später. Im Weiteren war die stay green Sorte Monopol nicht weniger anfällig für Nachgärungen.

Beim Einsilieren nahmen die Hefen mit zunehmendem Erntetermin in der Regel zu. Während der Lagerung ging der Hefekeimbefall zum Teil zurück. Durch die verzögerte Entnahme nahmen die Hefen und Schimmelpilze stark zu und führten zu einer raschen Erwärmung.

Wenn Silomais mit TS-Gehalten unter 30 % einsiliert wird, enthalten die Silagen viel Restzucker und sind dadurch anfälliger für Nachgärungen (Foto U. Wyss, RAP).

Silomais gehört wegen des hohen Zuckergehaltes zu den leicht silierbaren Futterpflanzen. Doch bei der Entnahme gibt es in vielen Betrieben oft Probleme mit warmer Silage und Schimmelbildung. Dafür sind in erster Linie zu geringe Verdichtungen beim Einsilieren und/oder zu geringe tägliche

Entnahmemengen bei der Verfütterung verantwortlich. Nach Pahlow (2000) kann die Luft je nach Verdichtung bei Flachsilos 2 bis 3 m horizontal hinter die Anschnittfläche des geöffneten Silos eindringen und so zu einer Schimmelbildung führen. Zudem ist das Zentrum oft häufiger betroffen als

die Randschichten, weil dort die Temperaturansprüche der Schimmelpilze besser erfüllt werden als in den Randschichten, die stärker auskühlen.

In der Praxis stellt sich immer wieder die Frage, inwieweit auch die Sorten die aerobe Stabilität beeinflussen. Im Speziellen sind die stay green Typen von Interesse, da hier die Restpflanze (Stängel und Blätter) im Vergleich zum Kolben weniger schnell abreift. Dadurch bleiben die Pflanzen länger grün im Vergleich zu den konventionellen Maissorten mit paralleler Abreife von Restpflanze und Kolben. Nach Oldenburg *et al.* (1996) weisen stay green Typen deutlich tiefere Gehalte an Fusariumtoxinen auf, da diese Pflanzen länger intakt bleiben und vorwiegend die vegetativen, abgestorbenen Pflanzenteile betroffen sind. Zudem soll sich dieses Material besser verdichten lassen.

Zur Abklärung, ob die Sorte einen Einfluss auf die aerobe Stabilität hat, haben wir vier verschiedene Maissorten an drei Orten angebaut sowie zu verschiedenen Terminen in Laborsilos einsiliert und nach der Entnahme die aerobe Stabilität der Silagen untersucht.

### Versuchsablauf

In den Jahren 2000 und 2001 wurden an den drei Standorten Changins, Posieux und Reckenholz die vier Maissorten Attribut, Goldmeru (beide konventionelle Sorten), Banguy (leichter stay green Typ) und Monopol (starker stay green Typ) angebaut.



Zwischen August und Oktober haben wir die Maispflanzen zu unterschiedlichen Terminen und mit unterschiedlichen TS-Gehalten (Ziel: 25 bis 40 % TS) geerntet, mit einem Probenhäcksler zerkleinert (theoretische Häcksellänge 7 mm) und in Laborsilos (1,5-Liter Inhalt; 2 Silos pro Variante) einsiliert. Nach einer zweimonatigen Lagerdauer wurden die Silos geöffnet und die Gärqualität sowie die aerobe Stabilität der Silagen untersucht. Die aerobe Stabilität haben wir anhand von Temperaturmessungen während einer Periode von 10 Tagen nach der Entnahme ermittelt. Als aerob stabil wurden die Silagen angesehen, solange die Temperatur in der Silage die Lokaltemperatur nicht mehr als 1 °C übertraf.

Im Jahr 2001 haben wir sowohl beim Einsilieren als auch bei der Entnahme Keimzahlbestimmungen (Hefen, Schimmelpilze, aerobe mesophile Bakterien und Laktobakterien) durchgeführt. Im Weiteren wurden mit den in Posieux angebauten Maissorten zusätzlich Laborsilos gefüllt. Diese wurden nach zweimonatiger Lagerdauer geöffnet und vor dem Entnehmen während einer Woche offen stehen gelassen. Dadurch wollten wir die Entnahme in den Praxissilos simulieren, bei denen die Luft in die Silage eindringen kann.

2001 konnte in Reckenholz, bedingt durch eine Pflanzenkrankheit (*Helminthosporium turcicum*), nur an einem Termin mit tiefen TS-Gehalten geerntet werden. Deshalb werden diese Ergebnisse hier nicht aufgeführt.

### Unterschiedliche Abreife an den verschiedenen Standorten

Im Jahr 2000 reiften die Maispflanzen in Changins sehr schnell ab. Bereits um den 20. August war dort der optimale TS-Gehalt zum Silieren mit Werten über 35

% überschritten. Anschliessend stiegen die TS-Gehalte mit durchschnittlich 0,6 %-Punkten pro Tag rasch an. Zudem waren auch die TS-Gehalte im Kolben (zwischen 49 und 61 %) und in der Restpflanze (zwischen 25 und 33 %) hoch. Dies dürfte auf die Witterungsbedingungen, besonders die geringeren Niederschlagsmengen, zurückzuführen sein. In Posieux und Reckenholz waren die TS-Gehalte in der Ganzpflanze Ende August tiefer als in Changins und sie stiegen bis anfangs Oktober durchschnittlich um 0,3 %-Punkte pro Tag von 25 auf rund 35 % an. Im Kolben variierten die TS-Gehalte zwischen 38 und 59 %. In der Restpflanze blieb der TS-Gehalt relativ lange um etwa 20 % und stieg erst bei den letzten Ernteterminen auf durchschnittlich 25 % an.

In Posieux und Reckenholz verzeichnete die Sorte Monopol in den meisten Fällen die tiefsten TS-Gehalte in der Ganzpflanze sowie in der Restpflanze.

Im Jahr 2001 entwickelten sich die Maissorten in Changins etwas weniger schnell als im Jahr 2000. Die TS-Gehalte stiegen von Ende August von durchschnittlich 32 % auf 41 % am 20. September. Die TS-Gehalte im Kolben stiegen von 46 auf 60 % und diejenigen in der Restpflanze von durchschnittlich 21 auf 27 %. In Posieux waren die TS-Gehalte in der Gesamtpflanze, im Kolben sowie in der Restpflanze im September ähnlich wie im Vorjahr. Anschliessend stiegen sie weniger stark an, was auf die schlechteren Witterungsbedingungen zurückzuführen ist. Wiederum die tiefsten TS-Gehalte in der Ganzpflanze sowie in der Restpflanze wies die Sorte Monopol auf.

Die Dichte nach dem Einsilieren, berechnet pro Kubikmeter, bezogen auf die Trockensubstanz variierte zwischen 145 und 241 kg. Mit zunehmendem TS-

Gehalt nahm die TS-Dichte zu. Bei gleichen TS-Gehalten wiesen alle Sorten ähnliche Dichten auf. Die von Muck und Holmes (1999) empfohlene TS-Dichte von 225 kg pro m<sup>3</sup> in Flachsilos wurde in den meisten Fällen nicht erreicht. Eine hohe negative Korrelation ( $r=-0,75$ ) konnte zwischen der TS-Dichte und dem Rohfasergehalt in der Silage festgestellt werden.

### TS-Gehalte und Rohnährstoffe

Die durchschnittlichen TS-Gehalte der Silagen pro Erntetermin und Standort sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Durch das verzögerte Aussilieren trockneten die Silagen an der Oberfläche leicht aus und dadurch waren die TS-Gehalte im Vergleich zu den direkt entnommenen Silagen etwas höher. Die Rohproteingehalte in den Silagen variierten zwischen 56 und 77 g pro kg TS. Die Werte sind in der Regel tiefer als die Angaben in den Nährwerttabellen (RAP 1999).

Die Rohfasergehalte schwankten zwischen 126 und 248 g pro kg TS. Sie nahmen in beiden Jahren von Erntetermin zu Erntetermin ab. Die Sorte *Attribut* wies bei allen drei Standorten in den meisten Fällen jeweils die höchsten Werte auf. Auch bei den Zuckergehalten in den Silagen konnten von Erntetermin zu Erntetermin in der Regel tiefere Werte festgestellt werden. Im Vergleich zum Ausgangsmaterial war im Durchschnitt noch 20 % des Zuckers vorhanden. Dabei konnten grosse Unterschiede zwischen den drei Standorten festgestellt werden, was zum Teil auf die unterschiedlichen TS-Gehalte zurückzuführen sein dürfte. Die Maissilagen von Changins wiesen die tiefsten Zuckergehalte im Ausgangsmaterial, jedoch hohe Restzuckergehalte in den Silagen auf. Der Anteil des Restzuckers betrug 32 %. Mit 14 %

**Tab. 1. TS-Gehalte, Rohnährstoffe, Essig- und Milchsäure der Maissilagen** (Durchschnittswerte der vier Maissorten)

Standort	Erntetermin	TS-Gehalt %	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	Zucker g/kg TS	Essigsäure g/kg TS	Milchsäure g/kg TS
Changins	21/8/00	38,4	69	175	30	7	19
	28/8/00	41,1	70	181	35	5	5
	4/9/00	44,3	73	151	12	4	19
Posieux	30/8/00	25,0	62	229	30	13	63
	11/9/00	29,1	62	186	17	8	61
	20/9/00	33,1	61	172	11	12	49
	2/10/00	34,8	63	163	12	11	37
Reckenholz	30/8/00	25,7	67	221	25	9	40
	11/9/00	30,3	63	189	16	9	71
	20/9/00	33,8	62	179	9	15	80
	3/10/00	36,2	64	173	8	9	69
Changins	29/8/01	32,2	72	182	32	6	25
	10/9/01	35,8	67	156	35	5	22
	20/9/01	40,5	65	144	22	4	8
Posieux	10/9/01	29,9	64	178	32	6	16
	20/9/01	31,2	62	173	12	10	18
	1/10/01	33,0	63	165	11	9	23
	15/10/01	37,2	66	161	13	7	89
Posieux (verzögerte Entnahme)	10/9/01	31,0	63	184	28	5	24
	20/9/01	31,4	62	184	11	13	21
	1/10/01	34,0	62	175	11	10	25
	15/10/01	38,0	65	159	12	7	77

TS: Trockensubstanz

war dieser Anteil in den Silagen von Posieux und Reckenholz wesentlich tiefer.

Das verzögerte Aussilieren führte zu leicht höheren Rohfasergehalten, was auf einen Abbau an leicht löslichen Stoffen zurückzuführen sein dürfte. Doch bei den Zuckergehalten konnten praktisch keine Unterschiede zwischen den direkt und den verzögert entnommenen Silagen festgestellt werden.

#### Gute Gärqualität der Silagen

Die pH-Werte variierten zwischen 3,7 und 4,3. Die Korrelation zwischen dem TS-Gehalt und dem pH-Wert betrug 0,55. Dass die feuchteren Silagen tiefere pH-Werte als die trockeneren Silagen aufwiesen, war nicht immer der Fall. Ausnahmen bildeten die

sehr trockenen Silagen von 2000 von Changins sowie die Silagen von 2001 von Posieux.

In den Silagen von Changins wurden im Jahr 2000 tiefere Essig- und Milchsäuregehalte gefunden als in den Silagen von Posieux und Reckenholz (Tab. 1). Dabei beeinflusste der TS-Gehalt die Intensität der Gärung, wie auch Untersuchungen von Auerbach und Weissbach (1999) zeigen. Dass die Essig- und Milchsäurebildung mit zunehmendem TS-Gehalt abnimmt, war jedoch bei den Silagen von Posieux und Reckenholz nicht immer der Fall. Die Korrelationen zwischen dem TS-Gehalt und dem Essig- beziehungsweise Milchsäuregehalt betragen -0,49 beziehungsweise -0,32. Das verzögerte Aussilieren wirkte sich nicht negativ auf die Essig- und Milchsäuregehalte aus.

Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel (Weissbach und Honig 1997) wiesen die Silagen zwischen 81 und 100 Punkte auf, was eine gute bis sehr gute Qualität bedeutet. Praktisch die gleichen DLG-Punktezahlen wie die direkt entnommenen Silagen wiesen auch die Silagen auf, die erst nach einer Woche unter Luft-einfluss entnommen wurden.

#### Silagen unterschiedlich anfällig für Nachgärungen

Bei der aeroben Stabilität der Silagen konnten Unterschiede zwischen den Ernteterminen und zum Teil zwischen den Sorten festgestellt werden. Auffallend war, dass sich die Silagen, die zuerst einsiliert wurden und die tiefsten TS-Gehalte aufwiesen, schneller erwärmten als die übrigen Silagen (Tab. 2). Besonders die Silagen von Changins des Jahres 2000 mit den hohen TS-Gehalten waren nicht anfälliger für Nachgärungen. Dabei dürften auch die trockenen und warmen Witterungsbedingungen eine Rolle gespielt haben. Im Weiteren hat der höhere Restzuckergehalt in den Silagen mit den tieferen TS-Gehalten die aerobe Stabilität negativ beeinflusst. So beträgt die Korrelation zwischen der aeroben Stabilität und dem Zuckergehalt -0,63. Zwischen der aeroben Stabilität und dem TS-Gehalt beim Aussilieren konnte eine geringere, jedoch entgegen den Erwartungen eine positive Korrelation festgestellt werden ( $r=0,31$ ). Die Korrelationen zwischen der aeroben Stabilität und dem Rohfasergehalt beziehungsweise der TS-Dichte betragen -0,37 und 0,31. Praktisch keine Zusammenhänge wurden hingegen bei der Essig- und Milchsäure gefunden (Korrelationen kleiner -0,02). Nach Wolthusen *et al.* (1989) hat die Essigsäure einen hemmenden Einfluss auf das Wachstum der Hefen und kann sich dadurch auf die aerobe Stabilität auswirken.

**Tab. 2. Aerobe Stabilität der Maissilagen**

Standort	Erntetermin	Aerobe Stabilität, Anzahl Stunden				
		Attribut	Banguy	Goldmeru	Monopol	$\bar{x}$
Changins	21/8/00	95	86	89	89	<b>90</b>
	28/8/00	56	91	120	67	<b>84</b>
	4/9/00	174	147	177	170	<b>167</b>
	$\bar{x}$	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>128</b>	<b>109</b>	
Posieux	30/8/00	56	48	57	47	<b>52</b>
	11/9/00	134	123	173	139	<b>142</b>
	20/9/00	62	119	140	99	<b>105</b>
	2/10/00	81	124	147	89	<b>110</b>
	$\bar{x}$	<b>83</b>	<b>103</b>	<b>129</b>	<b>94</b>	
Reckenholz	30/8/00	56	97	50	64	<b>67</b>
	11/9/00	150	31	151	39	<b>93</b>
	20/9/00	70	143	168	136	<b>129</b>
	3/10/00	124	124	139	109	<b>124</b>
	$\bar{x}$	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>127</b>	<b>87</b>	
Changins	29/8/01	70	177	46	44	<b>84</b>
	10/9/01	50	68	132	43	<b>73</b>
	20/9/01	145	52	164	108	<b>117</b>
	$\bar{x}$	<b>88</b>	<b>99</b>	<b>114</b>	<b>65</b>	
Posieux	10/9/01	45	98	47	41	<b>58</b>
	20/9/01	192	201	160	207	<b>190</b>
	1/10/01	208	167	146	143	<b>166</b>
	15/10/01	163	121	168	158	<b>153</b>
	$\bar{x}$	<b>152</b>	<b>147</b>	<b>130</b>	<b>137</b>	
Posieux (verzögerte Entnahme)	10/9/01	2	22	1	3	<b>7</b>
	20/9/01	131	97	80	169	<b>119</b>
	1/10/01	39	63	81	40	<b>56</b>
	15/10/01	81	77	69	49	<b>69</b>
	$\bar{x}$	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	

Dass sich die Silagen mit zunehmendem TS-Gehalt nicht schneller erwärmten, steht im Widerspruch zu den Untersuchungen von Rouel und Wyss (1994). Sie decken sich aber mit den Angaben von Johnson *et al.* (2002), die auch keinen eindeutigen Trend des Reifegrades auf die aerobe Stabilität feststellen konnten.

Was die Unterschiede zwischen den vier Sorten betrifft, so erwärmten sich die Silagen der Sorte Goldmeru im Jahr 2000 in 9 von 11 Fällen später im Vergleich zu den anderen Sorten. Im Jahr 2001 traf dies jedoch nur noch in 3 von 7 Fällen zu. Im Weiteren war die stay green Sorte Monopol nicht weniger anfällig für Nachgärungen, wie dies von diesem Sortentyp erhofft

wird. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Sorten des gleichen Standortes und Erntetermins waren in drei von fünf Fällen kleiner als zwischen den verschiedenen Ernteterminen.

Stark ausgewirkt auf die aerobe Stabilität hat sich das verzögerte Aussilieren, wie die zusätzlichen Untersuchungen der Maissilagen von Posieux zeigen (Tab. 2). Dabei haben sich wiederum die Silagen mit den tiefsten TS-Gehalten und den höchsten Restzuckergehalten am schnellsten erwärmt.

### Hefen beeinflussen aerobe Stabilität

Am Standort Changins nahmen die Hefen, Schimmelpilze und aeroben mesophilen Bakterien beim Einsilieren von Ernteter-

min zu Erntetermin zu (Tab. 3). Am Standort Posieux nahmen die Hefen und Laktobakterien während der ersten drei Erntetermine im Durchschnitt zu und dann wieder ab (Tab. 4). Kein Trend ist bei den Schimmelpilzen und den aeroben mesophilen Bakterien erkennbar. Die Sorte Monopol wies im Vergleich zu den übrigen Sorten keinen tieferen Hefe- und Schimmelpilzkeimbesatz auf.

Während der zweimonatigen Lagerung unter Luftabschluss nahm der Hefekeimbesatz zum Teil stark ab. Dies war vor allem bei den Silagen des Standortes Posieux vom zweiten bis vierten Erntetermin der Fall. Bei den Silagen von Changins waren die Unterschiede viel geringer, was auf unterschiedliche Hefearten zurückzuführen sein könnte. Nach Pahlow (2000) gibt es drei Gruppen von Hefen, die die Fähigkeit haben, entweder nur Zucker oder auch Gärsäuren mit beziehungsweise ohne Sauerstoff zu verwerten. So nehmen zum Beispiel die Feldhefen nach dem Verbrauch der Restluft im Silo rasch ab.

Stark abgenommen haben die Schimmelpilze während der Lagerung, da diese für die Entwicklung auf Sauerstoff angewiesen sind. Eine Abnahme konnten wir auch bei den aeroben mesophilen Bakterien feststellen. Hingegen nahmen die Laktobakterien stark zu.

Starke Auswirkungen auf verschiedene Mikroorganismen hatte das verzögerte Aussilieren. Besonders die Hefen und Schimmelpilze entwickelten sich unter Lufteinfluss (Tab. 4). Dass sich der Hefekeimbesatz stark auf die aerobe Stabilität auswirkt, ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Praktisch keinen Einfluss hatte das verzögerte Aussilieren auf die aeroben mesophilen Bakterien und die Laktobakterien.

**Tab. 3. Hefen, Schimmelpilze, aerobe mesophile Bakterien und Laktobakterien beim Einsilieren der Maispflanzen und Aussilieren der Maissilagen vom Standort Changins**

Ernte-termin	Mais-sorte	Hefen log KBE/g		Schimmelpilze log KBE/g		aerobe mesophile Bakterien, log KBE/g		Laktobakterien log KBE/g	
		Ein-silieren	Aus-silieren	Ein-silieren	Aus-silieren	Ein-silieren	Aus-silieren	Ein-silieren	Aus-silieren
29/08/01	Attribut	3,0	3,6	6,0	< 1,0	7,4	4,7	4,3	7,8
	Banguy	3,0	0,0	4,9	< 1,0	7,2	4,0	4,0	7,7
	Goldmeru	3,2	4,1	5,4	< 1,0	7,8	4,0	4,0	7,8
	Monopol	3,2	4,0	6,4	< 1,0	7,3	4,0	4,3	7,8
	<b>x̄</b>	<b>3,1</b>	<b>2,9</b>	<b>5,7</b>	<b>&lt; 1,0</b>	<b>7,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>7,8</b>
10/09/01	Attribut	4,0	4,1	5,4	< 1,0	7,2	3,7	3,3	7,4
	Banguy	4,6	4,4	5,8	3,0	7,5	4,1	3,5	7,4
	Goldmeru	6,1	4,2	6,1	< 1,0	7,7	4,5	4,3	7,2
	Monopol	3,0	4,1	6,0	< 1,0	7,5	3,8	5,4	7,5
	<b>x̄</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>5,8</b>	<b>(&lt; 1,0)</b>	<b>7,5</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>	<b>7,4</b>
20/09/01	Attribut	5,6	3,4	6,0	< 1,0	7,7	4,4	4,5	6,9
	Banguy	5,1	5,0	5,9	< 1,0	8,1	4,8	4,2	6,4
	Goldmeru	5,7	3,6	6,0	< 1,0	8,0	4,2	4,9	6,8
	Monopol	5,8	2,8	6,0	< 1,0	7,7	3,9	4,8	7,3
	<b>x̄</b>	<b>5,6</b>	<b>3,7</b>	<b>6,0</b>	<b>&lt; 1,0</b>	<b>7,9</b>	<b>4,3</b>	<b>4,6</b>	<b>6,8</b>

KBE: koloniebildende Einheit

### Folgerungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Maissilagen, bei denen der Mais früh geerntet wurde, schnell erwärmen. Dabei wirkte sich ein hoher Restzuckergehalt stärker negativ auf die aerobe Stabilität aus als ein hoher TS-Gehalt.

Unterschiede bei der aeroben Stabilität konnten zum Teil auch zwischen den Standorten festgestellt werden. Dies ist auf die unterschiedlichen Witterungsbedingungen zurückzuführen.

Zwischen den Sorten gab es auch gewisse Unterschiede, diese variierten zum Teil in den beiden Jahren. Mit der stay green Sorte konnte die aerobe Stabilität nicht verbessert werden.

Unter Luftinfluss entwickeln sich die Hefen und Schimmelpilze

**Tab. 4. Hefen, Schimmelpilze, aerobe mesophile Bakterien und Laktobakterien beim Einsilieren der Maispflanzen und Aussilieren der Maissilagen vom Standort Posieux**

Ernte-termin	Mais-sorte	Hefen log KBE/g			Schimmelpilze log KBE/g			aerobe mesophile Bakterien, log KBE/g			Laktobakterien log KBE/g		
		Ein-silieren	Aus-silieren	verzög. Aussilieren	Ein-silieren	Aus-silieren	verzög. Aussilieren	Ein-silieren	Aus-silieren	verzög. Aussilieren	Ein-silieren	Aus-silieren	verzög. Aussilieren
10/09/01	Attribut	3,8	5,2	8,0	5,5	< 1,0	4,6	7,3	3,4	3,5	4,0	6,3	6,3
	Banguy	4,2	3,5	6,5	5,7	< 1,0	5,8	7,6	3,7	3,9	4,0	6,7	6,0
	Goldmeru	4,1	4,3	8,1	5,8	< 1,0	4,0	7,7	4,0	3,5	4,6	7,0	7,4
	Monopol	4,0	4,0	7,8	5,6	< 1,0	4,8	7,5	3,7	4,0	4,3	6,0	6,5
	<b>x̄</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>7,6</b>	<b>5,7</b>	<b>&lt; 1,0</b>	<b>4,8</b>	<b>7,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>4,2</b>	<b>6,5</b>	<b>6,6</b>
20/09/01	Attribut	4,7	2,1	4,3	5,7	< 1,0	2,0	7,3	3,4	3,5	4,5	6,5	8,3
	Banguy	4,5	2,4	4,4	6,4	< 1,0	3,4	7,8	4,0	3,6	4,4	6,2	7,3
	Goldmeru	5,2	3,5	5,8	6,7	< 1,0	2,3	8,5	4,9	5,1	5,4	6,2	8,1
	Monopol	4,9	0,0	0,0	5,9	< 1,0	2,0	7,6	3,7	3,9	5,3	6,7	7,4
	<b>x̄</b>	<b>4,8</b>	<b>2,0</b>	<b>3,6</b>	<b>6,2</b>	<b>&lt; 1,0</b>	<b>2,4</b>	<b>7,8</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,9</b>	<b>6,4</b>	<b>7,8</b>
1/10/01	Attribut	5,0	2,5	5,3	5,6	< 1,0	3,1	7,5	3,4	3,5	5,0	8,4	7,7
	Banguy	5,1	0,0	3,2	6,3	< 1,0	5,2	7,8	3,0	3,6	5,2	8,6	8,0
	Goldmeru	5,0	2,1	3,8	5,8	< 1,0	3,1	7,8	3,6	3,7	5,2	8,4	3,7
	Monopol	5,3	2,6	5,6	6,2	< 1,0	5,7	7,8	3,9	4,0	5,1	8,4	8,0
	<b>x̄</b>	<b>5,1</b>	<b>1,8</b>	<b>4,5</b>	<b>6,0</b>	<b>&lt; 1,0</b>	<b>4,3</b>	<b>7,7</b>	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	<b>5,1</b>	<b>8,4</b>	<b>6,8</b>
15/10/01	Attribut	4,4	3,1	5,6	6,1	1,7	2,6	7,8	4,5	4,7	4,9	8,6	8,4
	Banguy	4,4	0,0	5,9	6,0	2,7	4,7	7,7	3,8	4,1	5,1	8,4	7,8
	Goldmeru	4,4	2,9	5,9	6,2	1,5	2,6	8,0	4,2	4,6	4,7	8,4	8,6
	Monopol	4,4	2,2	5,8	5,9	1,5	4,5	7,7	3,7	4,2	4,5	8,3	8,4
	<b>x̄</b>	<b>4,4</b>	<b>2,1</b>	<b>5,8</b>	<b>6,1</b>	<b>1,8</b>	<b>3,6</b>	<b>7,8</b>	<b>4,0</b>	<b>4,4</b>	<b>4,8</b>	<b>8,4</b>	<b>8,3</b>

KBE: koloniebildende Einheit

sehr stark. Eine gute Verdichtung, luftdichte Silos und ein genügend grosser Vorschub bei der Entnahme sind die wichtigsten Voraussetzungen, um das Risiko für Nachgärungen gering zu halten.

## Literatur

- Auerbach H. and Weissbach F., 1999. Quality of forage maize silage – Effects of growth stage on feeding value, fermentability, fermentation characteristics and effluent production potential. *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 206*, 159-178.
- Johnson L.M, Harrison J.H., Davidson D., Mahanna W.C., Shimmers K. and Linder D., 2002. Corn Silage management: Effects of Maturity, Inoculation and Mechanical Processing on Pack Density and Aerobic Stability. *J. Dairy Sci.* **85**, 434-444.
- Muck R.E. and Holmes B.J., 1999. Factors affecting bunker silo densities. Proceedings of the XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, 278-279.

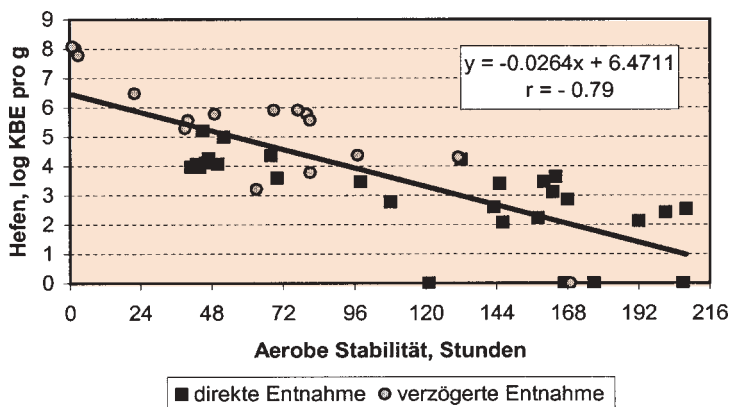


Abb. 1. Zusammenhang zwischen Hefekeimbesatz und aerober Stabilität der Maissilagen von 2001.

- Oldenburg E., Lepschy J., Valenta H. und Weissbach F., 1996. Fusarientoxine in Silomais. Abhängigkeit von Sorte und Standort. Proceedings 18. Mykotoxin Workshop, Kulmbach, 174-179.
- Pahlow G., 2000. Silierringmittel zur Verhinderung der Nacherwärmung bei Maissilage. *Landbauforschung Völknerode. Sonderheft 217*, 145-154.
- RAP 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. Auflage, LmZ Zollikofen, 327 S.
- Rouel M. und Wyss U., 1994. Aerobe Stabilität von Maissilagen. *Agrarforschung 1* (9), 393-396.
- Weissbach F. und Honig H., 1997. DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung. Tagung des DLG-Ausschusses für Futtermittelkonservierung vom 2. Juli 1997 in Gumpenstein.
- Wolthausen E., Weissbach F. and Derno M., 1989. Fermentation acid content and aerobic stability of silages. Proceedings of the International Symposium on production, evaluation and feeding of silages. Rostock, 123-130.

## RÉSUMÉ

### Influence de différentes variétés de maïs sur la stabilité aérobie

Si le maïs fait partie des plantes faciles à ensiler, des problèmes peuvent cependant se poser à la reprise lorsque les ensilages chauffent et/ou présentent des moisissures. Dans cet essai, nous avons étudié l'influence de la variété sur la stabilité aérobie. Quatre variétés de maïs (variétés traditionnelles et stay green) ont été cultivées en trois lieux en 2000 et 2001. Le maïs a été récolté entre août et octobre et ensilé dans des silos de laboratoire.

Les mesures ont montré que les ensilages réalisés avec le matériel de la première récolte s'échauffaient plus vite que ceux réalisés avec le matériel des récoltes suivantes. De manière inattendue, les teneurs en sucre ont plus fortement influencé négativement la stabilité aérobie que les teneurs en matière sèche. Nous avons également relevé quelques différences entre les variétés. En 2000, dans les trois lieux, le génotype Goldmeru s'est presque toujours échauffé moins vite que les autres variétés. Par ailleurs, il est apparu que le cultivar Monopol, de type stay green, n'était pas moins sensible aux post-fermentations que les autres génotypes.

Les analyses microbiologiques effectuées en 2001 ont montré que la charge en levures lors de l'ensilage augmentait au fil des récoltes. Les valeurs obtenues au désilage étaient cependant partiellement plus faibles que celles obtenues lors de l'ensilage. Dans les cas où le silo a été ouvert une semaine avant le désilage, nous avons constaté une nette augmentation du nombre de levures et de moisissures, ce qui a conduit à un échauffement rapide.

## SUMMARY

### Influence of different maize varieties on aerobic stability

Maize is a forage crop which is easy to ensile. However, aerobic instability, characterised by heating and spoilage processes, remains a major problem on many farms. A question is, whether the variety has an influence on the aerobic stability. Therefore, we cultivated four maize varieties with different ripening character (dry down and stay green) at three different places in 2000 and 2001. Between August and October, maize plants were harvested and ensiled in laboratory silos.

The investigations showed that particularly the maize silages from the three places which were harvested early had a reduced aerobic stability. The high sugar content and not the high DM-content, as is expected in general, had a highly negative effect on aerobic stability. Concerning the aerobic stability, some differences were found between the four varieties. In 2000, the variety Goldmeru from all three places was generally more stable in comparison to the other varieties. Moreover, the stay green variety Monopol was not less susceptible to aerobic instability than the other varieties.

The determination of yeasts at the ensiling date showed that the later the maize was harvested the higher was its yeast content. But during feedout lower yeast contents were partially found in comparison to those at the ensiling date. With a delayed feedout, the number of yeasts and moulds increased strongly and the silages heated up very rapidly.

**Key words:** maize silage, maize varieties, aerobic stability, yeasts, moulds