

Silierung von Mais mit Stangen- und Feuerbohne

Höppner F¹, Fischer J² & Böhm H²

Keywords: intercropping, maize, Phaseolus vulgaris, Phaseolus coccineus, ensilage.

Abstract

An intercropping system with maize and climbing beans has the potential to improve the protein- and energy supply from regional grown roughage. Up to now there is only limited knowledge to the ensilage and to silage quality. Therefore maize with six bean cultivars in mixed cultivation as well as maize with a controlled proportion of beans were tested on fermentability and silage quality. Additionally the use of chemical and biological silage additives were evaluated. With the mixed cultivation of maize and beans a good silage quality could be achieved when the harvest material showed good ensiling characteristics and the ensiling conditions were optimized. If this should not be the case, the application of silage additives can have a positive effect. Above all a good silage quality could be achieved by the chemical additive Kofasil stabil.

Einleitung und Zielsetzung

Mais mit Bohne im Gemenge bietet sich in Mischkultursystemen als Futtergrundlage für die Protein- und Energieversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere an. Beide Pflanzenarten werden als Gemenge bisher wenig verbreitet angebaut und es gibt kaum Erkenntnisse zur Siliereignung. Zur Prüfung des Silierverlaufes und der Silagequalität wurden einerseits Silagen von Mais mit verschiedenen Bohnensorten als auch Modellsilagen (Kunstgemenge aus Reinsaaten) mit definierten Bohnenanteilen für Fütterungsversuche erzeugt. Durch Zugabe von Siliermitteln kann der Silierprozess positiv unterstützt werden. Deswegen wurden ausgewählte Siliermittel in die Prüfung mit einbezogen.

Methoden

Von Mais-Bohne-Gemengeanbauten als auch Reinsaaten von Mais und Bohne in Braunschweig (Niedersachsen, IS, 619 mm, 8,7 °C, konventionelle Anbaubedingungen) und Trenthorst (Schleswig-Holstein, sL, 706 mm, 8,8 °C, ökologische Anbaubedingungen) wurde Erntematerial in den Jahren 2014 und 2015 siliert.

In einem Sortenversuch (Trenthorst 2014, vgl. Fischer et al. in diesem Tagungsband), wurde Mais (8 u. 11 Körner m⁻²) mit Bohne (6 Körner m⁻²) angebaut. Dabei wurden für den Anbau im Gemenge potentielle Bohnensorten geprüft: Stangenbohnen: Cobra (CO), Grünes Posthörnchen (GP), Tarbais (TA), Terli (TE); Feuerbohnen: Weiße Riesen (WR), Preisgewinner (PG). Zur Ernte, TS von Mais sollte > 30% sein, wurden die jeweiligen Gemengeanbauten siliert. Des Weiteren wurden Modellsilagen mit Mais und den Bohnensorten TA und PG hergestellt. Die Bohnenanteile betragen 15%, 30% und 45%. Zum Vergleich wurden immer reine Maissilagen (Mais-RS) angesetzt. Alle Varianten wurden ohne (Kontrolle) und mit Siliermittel geprüft. Als Siliermittel diente

¹ Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Deutschland, frank.hoepfner@julius-kuehn.de, <https://www.jki.de>

² Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau, Deutschland

das für den ökologischen Landbau zugelassene biologische Mittel „Bon Silage“, welches als Wirkstoffe homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien (MSB) enthält. Anwendungsziele sind ein optimierter Gärverlauf, eine erhöhte Energiedichte und nach Öffnung der Silagen verbesserte aerobe Stabilität. Heterofermentative MSB bilden neben der Milchsäure auch Essigsäure, Alkohole und CO₂. Essigsäurebildner verbessern die aerobe Stabilität. Es entstehen allerdings höhere Gärverluste.

Um den Gärverlauf zu verfolgen sowie die Silierfähigkeit und Silagequalität zu prüfen, erfolgte die Abwicklung im Labormaßstab: 1,5 l Gefäße, verdichtet, Silierprozess von mindestens 90 Tagen sowie Zwischenentnahmen am 5. und 14. Tag. Nur bei den Modellsilagen wurden ergänzend am 49. Tag nicht ganz optimal verdichtete Silagen entnommen, die einem vorhergehenden Luftstress (nach dem 28. u. 42. Tag, jeweils für 24 Stunden) ausgesetzt waren. Möglicherweise in der landwirtschaftlichen Praxis ungünstig auftretende Silierbedingungen sollten damit simuliert werden. Bestimmt wurden pH-Wert, Keimbefall (Hefen, Schimmel, MSB), organische Säuren und aerobe Stabilität (ASTA, Testdauer: mindestens 9 Tage).

Darüber hinaus erfolgte mit Erntegut von 2015 (Braunschweig und Trenthorst) eine Prüfung mit verschiedenen Siliermitteln (Siliermitteltest). Dazu wurden Modellsilagen mit der Bohnensorte Tarbais im Verhältnis 70% Mais und 30% Bohne (Mais-TA 30%) im Vergleich zu Mais-RS erzeugt. Ergänzend zur unbehandelten Kontrolle wurde gleiche Modellsilage jeweils mit einem chemischen (Kofasil stabil) und zwei biologischen Siliermitteln (BioCool u. Bonsilage Twin MF (BS Twin)) angesetzt. Das chemische Siliermittel hat eine hohe Wirksamkeit gegen Hefen und Schimmel. Die biologischen Präparate enthalten als Wirkstoffe homo- und heterofermentative bzw. ausschließlich heterofermentative MSB verschiedener Stammzusammensetzung. Die Abwicklung erfolgte identisch wie zuvor oben beschrieben sowie ebenfalls zusätzlich unter Aussetzen eines Luftstresses.

Ergebnisse

Das Erntegut von Mais und der Gemengevarianten mit Bohne erfüllte nicht immer die Voraussetzungen für eine gute Gärfähigkeit. Die bei der Ernte zunächst angestrebten TS-Gehalte von mehr als 30% wurden insbesondere nicht bei den Modellsilagen mit höheren Bohnenanteilen als auch bei der Modellsilage des Siliermitteltests von Trenthorst erreicht (Tabelle 1), ausgelöst durch eine geringere Abreife der Bohnen. Weitere Bewertungen zur Gäreignung liefern der Quotient aus Zuckergehalt (Z) und Pufferkapazität (PK) sowie der Vergärbarkeitskoeffizient (VK). Beide Zielgrößen lagen ebenfalls vorwiegend bei den Modellsilagen und beim Siliermitteltest von Trenthorst unterhalb der Sollwertgrenze von 2 (PK) und 45 (VK, Tabelle 1). Der Keimbefall war mit Werten höher 1,0E+05 bei Hefen bzw. 1,0E+04 bei Schimmel in beiden Erntejahren leicht über den Sollwerten. Die Anzahl von Milchsäurebakterien (MSB) lag mit mehr als 1,0E+04 bis 1,0E+05 schon auf einem hohen Niveau (Tabelle 1). Durch Zugabe der hier verwendeten biologischen Siliermittel wurde die Anzahl im Mittel noch um 0,5E+04 bis 0,5E+05 gesteigert. Die pH-Werte des Erntematerials waren weitgehend im schwach sauren Bereich angesiedelt (Tabelle 1).

Mit Beginn des Gärprozesses setzte bei allen Silagen eine gewünschte schnelle Ansäuerung ein. Nach 5 Tagen lagen bei allen Versuchsansätzen sowie Prüfgliedern die pH-Werte schon um 4 und verringerten sich anschließend im Verlauf des Silierprozesses noch leicht (vergl. auch Tabelle 2).

Nach Öffnung der Silagen zeigten vorwiegend jene Silagen keine genügende Qualität, welche einem Luftstress ausgesetzt waren. Alle Modellsilagen für Fütterungsversuche hatten sowohl ohne als auch mit Siliemittel einen zu hohen Hefenbesatz ($1,0E+06$ bis $1,0E+06$ KbE g^{-1} FM). Es erfolgte eine schnelle Ausbreitung der Hefen, welches in einem Zeitraum von 2 bis 4 Tagen zu einer Erwärmung der Silagen führte. Eine geforderte aerobe Stabilität von mindestens 7 Tagen war somit nicht gegeben. Die bei Abschluss der ASTA-Messung erfolgte Sichtbonitur der Hefen von 3 bis 4 (0 = keine, 4 = sehr hoch) wies auf deren hohe Ausbreitung hin. Auch waren die pH-Werte mit 6 bis gut 7 wieder auf das Ausgangsniveau angestiegen. Bei den Silagen des Siliemitteltests stellten sich die Ergebnisse differenzierter dar (Tabelle 2). Das chemische Siliemittel konnte die Hefen in den Silagen immer gut unterdrücken, was zu einer ausreichenden ASTA führte. Die beiden biologischen Siliemittel bewirkten zwar meist die gewünscht höheren Essigsäuregehalte, was dann auch in der Regel leicht höhere Gärverluste verursachte. Dennoch war eine ausreichende ASTA nur bei den Modellsilagen, Mais-TA 30 von Braunschweig gegeben.

Tabelle 5: Kennwerte zur Silierfähigkeit des Ernteguts verschiedener Versuchsansätze und deren Prüfglieder in den Jahren 2014 und 2015

Prüfglied	TS [%]	pH	Z/PK	VK	Hefen [KbE g^{-1} FM]	Schimmel [KbE g^{-1} FM]	MSB [KbE g^{-1} FM]
Sortenversuch Trenthorst, Ernte 2014							
Mais-RS	31,4	6,1	2,6	52	9,1E+05	2,0E+04	5,1E+05
Mais-CO	32,5	6,0	2,2	50	6,6E+05	2,3E+04	2,4E+05
Mais-GP	32,3	6,1	2,5	52	1,1E+06	2,3E+04	2,8E+05
Mais-TA	31,1	6,1	1,7	45	1,0E+06	6,7E+03	1,6E+05
Mais-TE	32,4	6,0	2,5	53	8,6E+05	2,7E+04	6,3E+05
Mais-PG	31,0	6,1	2,4	50	1,2E+06	2,3E+04	5,9E+05
Mais-WR	33,2	6,0	2,6	54	6,1E+05	1,7E+04	3,9E+05
Modellsilage Trenthorst, Ernte 2014							
Mais-RS	32,9	6,0	1,6	46	n.e.	n.e.	7,4E+04
Mais-TA 15%	30,7	6,1	1,3	41	n.e.	n.e.	1,5E+05
Mais-TA 30%	27,7	6,2	1,1	36	n.e.	n.e.	3,1E+05
Mais-TA 45%	25,6	6,2	0,6	31	n.e.	n.e.	9,9E+04
Mais-PG 15%	30,2	6,1	1,4	42	n.e.	n.e.	1,4E+06
Mais-PG 30%	28,2	6,2	1,0	37	n.e.	n.e.	1,8E+05
Mais-PG 45%	26,0	6,2	0,8	32	n.e.	n.e.	2,5E+05
Siliemitteltest Braunschweig, Ernte 2015							
Mais-RS	36,7	6,0	2,4	56	1,4E+05	2,3E+03	1,2E+05
Mais-TA 30%	35,5	6,7	2,8	58	4,7E+05	4,3E+04	2,0E+05
Siliemitteltest Trenthorst, Ernte 2015							
Mais-RS	35,3	6,6	1,3	46	2,0E+05	1,1E+04	6,3E+04
Mais-TA 30%	29,6	7,0	1,4	41	1,4E+05	2,2E+04	1,7E+05

KbE = Koloniebildende Einheiten, n.e. = nicht ermittelt

Sollwerte (Jänicke, 2011)

Z/PK Quotient:

mind. 2

Hefen: <1,0E+05

VK = Vergärbarkeitskoeffizient:

mind. 45

Schimmel: <1,0E+04

Die Silagen aller Versuchsansätze, die unter optimalen Silierbedingungen nach 90 Tagen entnommen wurden, wiesen alle bis auf die Kontrollen des Siliemitteltests der Mais-RS und der Modellsilage, Mais-TA 30 von Trenthorst eine gute Qualität auf: pH-Werte um 4 liegend, kein schnell wirksamer Hefen- und Schimmelbesatz, Erfüllung der Anforderungen an die aerobe Stabilität.

Tabelle 2: Messparameter zur Silagequalität nach 49 Tagen Silierdauer mit Luftstress

Prüfglied	pH	Hefen	Schimmel	GV ¹	Gärprodukte				Erwärmung
		[KbE g ⁻¹ FM]	[KbE g ⁻¹ FM]	[% TM]	MS ²	ES ³	EA ⁴	PD ⁵	[Tage n. Öffnung]
Siliermitteltest Braunschweig, Ernte 2015									
Mais-RS									
Kontrolle	3,7	5,5E+06	9,0E+04	4,8	3,8	1,2	0,7	0,0	2
Kofasil	3,8	<1,0E+03	<1,0E+03	4,0	4,6	1,1	0,3	0,0	keine
BioCool	3,9	1,6E+06	<1,0E+03	4,8	3,8	1,3	0,7	0,1	3
BS Twin	3,9	9,7E+05	<1,0E+03	4,7	4,0	1,4	0,7	0,2	4
Modellsilage, Mais-TA 30%									
Kontrolle	3,8	8,8E+05	2,0E+04	4,7	4,5	1,1	0,6	0,0	3
Kofasil	3,8	<1,0E+03	<1,0E+03	4,2	4,6	1,0	0,3	0,0	keine
BioCool	3,8	1,6E+04	<1,0E+03	4,2	5,4	2,0	0,6	0,2	keine
BS Twin	3,8	2,8E+04	<1,0E+03	5,0	5,1	1,9	0,6	0,4	keine
Siliermitteltest Trenthorst, Ernte 2015									
Mais-RS									
Kontrolle	3,8	7,0E+05	<1,0E+03	4,7	n.n.e.				1
Kofasil	3,8	1,2E+04	<1,0E+03	3,8	5,1	1,1	0,2	0,0	keine
BioCool	3,8	1,4E+04	<1,0E+03	4,4	5,1	1,4	0,7	0,2	4
BS Twin	3,8	1,8E+05	<1,0E+03	4,4	4,9	1,3	0,7	0,2	2
Modellsilage, Mais-TA 30%									
Kontrolle	3,9	2,3E+06	<1,0E+03	5,4	9,0	1,6	1,1	0,0	1
Kofasil	3,9	<1,0E+03	<1,0E+03	4,6	9,4	1,7	0,2	0,0	keine
BioCool	4,0	5,5E+07	<1,0E+03	5,9	7,2	2,1	1,1	0,3	1
BS Twin	3,9	7,1E+05	<1,0E+03	5,2	9,6	2,2	0,6	0,4	2

¹ = Gärverluste, ² = Milchsäure, ³ = Essigsäure, ⁴ = Ethanol, ⁵ = 1,2-Propandiol
KbE = Koloniebildende Einheiten, n.n.e. = noch nicht ermittelt

Diskussion

Mit Mais-Bohne-Gemengeanbauten können bei guter Silierfähigkeit des Ernteguts sowie optimalen Silierbedingungen Silagen mit guter Qualität und einer ausreichend gegebenen aeroben Stabilität erzeugt werden. Ein Einsatz von Siliermitteln kann bei nicht optimierten Silierbedingungen und -bedingungen für das Erzielen guter Silagequalitäten hilfreich sein. Insbesondere das chemische Kofasil stabil zeigt immer eine gute Wirkung, hat jedoch keine Verwendungszulassung für den ökologischen Landbau. Eine positive Wirkung der hier eingesetzten biologischen Siliermittel auf die Silagequalität scheint vielmehr nur dann gegeben zu sein, wenn zumindest weitgehend eine gute Gäreignung des Ernteguts vorliegt und es gut verdichtet wurde.

Danksagung

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Literatur

Jänicke H (2011) Grobfutter- und Substraterzeugung. In: DLG e.V. (Hrsg.) Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Aufl., DLG, Frankfurt: 23-50.