

Gärqualität von Hirse-GKS in Abhängigkeit von Sorte, Reifestadium und Lagerungsdauer

Impact of cultivar, maturity stage and storage period on fermentation quality of sorghum corn silage

Reinhard Resch*, Medardus Schweiger, Christian Bachler und Eduard Zentner

Einleitung

Maiskulturen werden in der Steiermark vermehrt durch den Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera* Le Conte) geschädigt. Einschränkungen in der Fruchtfolge (Land Steiermark, 2015) veranlassen Mastschweinebetriebe geeignete Futteralternativen wie Körnerhirse (*Sorghum bicolor*) anzubauen (Wetscherek *et al.*, 2013). Völlig offen war für Mastbetriebe bisher die Frage der Silierbarkeit von ganzen Hirsekörnern im GKS-Hermetiksilo und ob Hirse-GKS genügend CO₂ bilden kann, um die Stabilität der feuchten Hirsekörner über die Sommermonate zu gewährleisten. Die Landwirtschaftskammer Steiermark und die HBLFA Raumberg-Gumpenstein initiierten daher das Projekt „Hirse-GKS“, um Fakten zur Konservierung und Lagerung von Körnerhirse in einem Exaktversuch zu erarbeiten.

Material und Methoden

Im Silierversuch S-63 wurden vom Versuchsstandort Hatzendorf (Steiermark) insgesamt zwei Körnerhirsensorten (1 = Targga, 2 = Baggio) an drei Ernteterminen (1 = 24. Sept. 2014, 2 = 3. Okt. 2014, 3 = 10. Okt. 2014) in hermetisch verschließbare 60-Liter Weithalsfässer gefüllt (3 Behälter je Variante) und anschließend an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bei 24°C Raumtemperatur gelagert. An drei Beprobungsterminen (1 = 4. Feb. 2015, 2 = 4. Mai 2015, 3 = 7. Sept. 2015) wurden die Versuchssilos geöffnet und die gezogenen Proben nach VDLUFA (1976) analysiert. Der TM-Gehalt der Silagen wurde nach Weißbach und Strubelt (2008) korrigiert.

Ergebnisse und Diskussion

Der Erntezeitpunkt und damit die Reife der Körnerhirsensorten waren maßgeblich für den TM-Gehalt und die Intensität der Gärung verantwortlich. Mit späterer Ernte stiegen die TM-Gehalte der Hirsekörner auf bis zu 760 g/kg FM. Die beiden getesteten Sorten unterschieden sich signifikant voneinander. Während der Lagerung nahm der TM-Gehalt der Hirse-GKS signifikant ab. In den Körnerhirsensorten konnte allgemein eine dominierende alkoholische Gärung beobachtet werden, wobei der Ethanolanteil zwischen 55 und 85 % der gesamten Gärprodukte ausmachte (Abbildung 1). Die Milchsäuregärung war minimal ausgeprägt, die Essigsäuregehalte nur geringfügig höher.

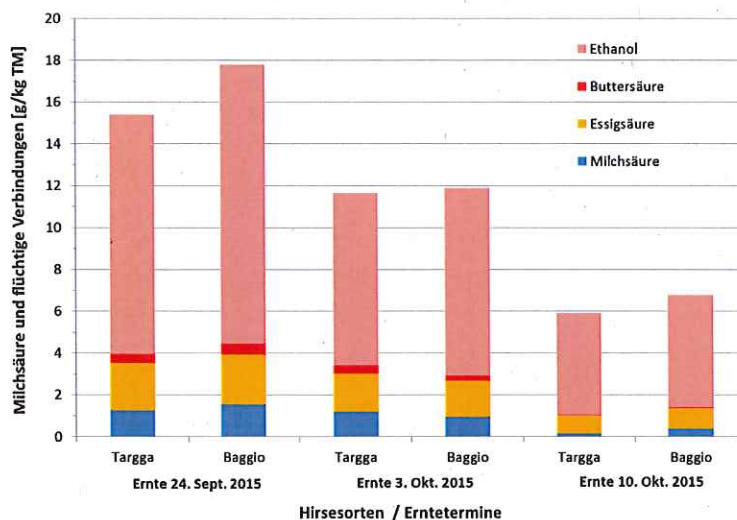


Abbildung 1: Einfluss von Erntetermin und Sorte auf den Gehalt an Gärungsprodukten in Hirse-GKS nach 4 Monaten Lagerung (Beprobung 4. Feb. 2015)

Die hohen Alkoholwerte weisen auf eine relativ starke Hefevermehrung am Beginn der Gärung hin. Der TM-Unterschied zwischen den Sorten sorgte dafür, dass Sorte Baggio etwas stärker fermentierte als Sorte Targga. Der pH-Wert von Hirse-GKS lag zwischen pH 5,1 und 6,1 und damit im Durchschnitt deutlich höher als bei Mais-GKS (Schedle *et al.*, 2015). Während der Lagerung der Hirse-GKS kam es zu geringen bis signifikanten Veränderungen des pH-Wertes bzw. der Gärprodukte, d.h. die Gärung kam nicht zum Stillstand (Tabelle 1).

Tabelle 1: TM- und Gärparameter von Hirse-GKS in Abhängigkeit von Erntedatum, Sorte und Lagerungsdauer

Faktor Parameter	Sorte		Erntedatum			Lagerungsdauer		
	Targga	Baggio	24.Sept.	3. Okt.	10. Okt.	4. Feb.	04.Mai	7. Sept.
Trockenmasse g/kg FM	692,7 ^b	682,3 ^a	648,9 ^a	676,2 ^b	737,5 ^c	700,1 ^c	677,9 ^a	684,5 ^b
pH-Wert	5,43 ^b	5,33 ^a	5,15 ^a	5,35 ^b	5,64 ^c	5,56 ^b	5,26 ^a	5,33 ^a
Milchsäure g/kg TM	1,2 ^a	1,3 ^a	1,7 ^b	1,6 ^b	0,5 ^a	0,9 ^a	1,1 ^a	1,8 ^b
Essigsäure g/kg TM	1,8 ^a	2,0 ^a	2,6 ^c	2,0 ^b	1,2 ^a	1,7 ^a	1,8 ^a	2,2 ^b
Buttersäure g/kg TM	0,3 ^a	0,3 ^a	0,5 ^c	0,3 ^b	0,0 ^a	0,3 ^b	0,2 ^a	0,4 ^c
Ethanol g/kg TM	9,0 ^a	9,8 ^b	12,7 ^c	9,1 ^b	6,4 ^a	8,7 ^a	8,8 ^a	10,7 ^b
Ammoniak (NH ₃) % von N _{tot}	2,4 ^a	2,7 ^b	3,5 ^c	2,8 ^b	1,3 ^a	1,6 ^a	2,6 ^b	3,3 ^c

signifikante Differenz bei ungleichen Buchstaben (p < 0,05) innerhalb eines Faktors

Hinsichtlich der Konservierungseigenschaften von Hirse-GKS wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein auch Untersuchungen der Nährstoffe, Massenverluste und Gärgasatmosphäre durchgeführt (Resch, 2016), um Zusammenhänge mit der Futter- und Gärqualität ableiten zu können.

Korrelationsanalysen

Die Beziehung der TM-Gehalte der Hirse-GKS bzw. die Lagerungsdauer in Tagen zu verschiedenen Parametern wurde mittels multipler Regressionsanalysen untersucht (Tabelle 2) und daraus wurden auch Schätzgleichungen für die entsprechenden Parameter abgeleitet. Es zeigte sich, dass der TM-Gehalt insbesondere zu den Gärparametern sowie zu Stärke- und Zuckergehalt starke bis sehr starke Korrelationen, zu verschiedenen Gärgasen eine schwache und zu den Weender-Inhaltsstoffen eine sehr schwache Beziehung aufwies. Der Faktor Lagerungsdauer wirkte sich bei den Parametern NH₃-N zu Gesamt-N, Kohlendioxid und Methan am deutlichsten mit mittelstarken Korrelationen aus. Die Datenvarianz konnte über die multiple Regression von sehr gering bis sehr gut (R² 1,7 bis 91,7) erklärt werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Korrelationen und Beziehungen von verschiedenen Parametern zum TM-Gehalt und der Lagerungsdauer von Hirse-GKS

Parameter	Einheit	TM-Gehalt korrigiert		Lagerungsdauer		R ²	Schätzformel für Parameter	Beispiel TM 687 g 100 Tage
		p-Wert	Korrelation	p-Wert	Korrelation			
pH		0,000	0,811	0,030	-0,289	68,8	1,57916 + 0,005733*TM - 0,00063084*Lagertage	5,45
Milchsäure	g/kg TM	0,000	-0,746	0,000	0,463	68,5	9,89937 - 0,0136598*TM + 0,00350444*Lagertage	0,87
Essigsäure	g/kg TM	0,000	-0,853	0,001	0,352	78,1	10,9304 - 0,0137616*TM + 0,00193301*Lagertage	1,48
Buttersäure	g/kg TM	0,000	-0,851	0,545	0,166	72,6	3,53742 - 0,00477589*TM + 0,00012529*Lagertage	0,26
Ethanol	g/kg TM	0,000	-0,863	0,014	0,291	77,4	50,7825 - 0,0621897*TM + 0,00620225*Lagertage	8,68
NH ₃ -N von Gesamt-N	%	0,000	-0,841	0,000	0,570	91,3	17,4515 - 0,0239294*TM + 0,00694914*Lagertage	1,71
Kohlendioxid (CO ₂)	Vol. %	0,055	-0,129	0,000	-0,584	38,7	142,228 - 0,0878351*TM - 0,12196*Lagertage	69,7
Sauerstoff (O ₂)	Vol. %	0,000	0,558	0,170	0,077	33,6	-19,5359 + 0,0304546*TM + 0,00412356*Lagertage	1,8
Methan (CH ₄)	Vol. %	0,584	-0,149	0,000	0,618	38,6	1,34456 - 0,00138323*TM + 0,0067604*Lagertage	1,1
Rohprotein	g/kg TM	0,006	-0,356	0,312	-0,080	14,4	116,25 - 0,0381347*TM - 0,00667184*Lagertage	90,0
Rohfaser	g/kg TM	0,508	-0,078	0,447	-0,094	1,7	26,3868 - 0,00384153*TM - 0,00216297*Lagertage	23,5
Rohfett	g/kg TM	0,009	-0,363	0,784	0,088	13,3	45,0826 - 0,0156511*TM + 0,000780351*Lagertage	34,4
Rohasche	g/kg TM	0,061	-0,199	0,010	-0,314	15,9	23,7924 - 0,00579166*TM - 0,00398045*Lagertage	19,4
Stärke	g/kg TM	0,000	0,759	0,008	0,129	65,7	424,214 + 0,434758*TM + 0,0626677*Lagertage	723,0
Zucker	g/kg TM	0,000	-0,952	0,044	0,293	91,7	220,505 - 0,289013*TM + 0,0134615*Lagertage	23,3

Zusammenfassung

Erste österreichische Untersuchungen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zu Konservierungseigenschaften von zwei silierten Körnerhirse-Sorten, geerntet zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten, ergaben einen starken Einfluss des Erntetermins auf den Trockenmassegehalt der Ganzkornsilagen (GKS). Der TM-Gehalt wirkte sich hoch signifikant auf pH-Wert und andere Gärparameter aus. Die Gärung war durch eine sehr geringe Milch- und Essigsäurebildung gekennzeichnet, wodurch der pH-Wert in den meisten Fällen auf ein nicht ausreichend stabiles Maß abgesenkt wurde. Auffallend stark war die verhältnismäßig hohe Ethanolproduktion, mit einem Anteil von 55 bis 85 % an den gesamten flüchtigen Gärungsprodukten. Die alkoholische Gärung deutet auf eine Hefevermehrung zu Beginn der Gärung hin. Während elf Monaten Lagerungsdauer veränderten sich einige Gärparameter in Hirse-GKS unter hermetisch abgeschlossenen Bedingungen signifikant, ein Hinweis für leichte Nachgärung und suboptimale Silagestabilität.

Abstract

Investigations concerning fermentation characteristics of two different sorghum corn cultivars (Targga and Baggio) were carried out at AREC Raumberg-Gumpenstein. Harvest at three maturity stages (early, middle and late corn ripening) caused differences in DM-contents and subsequently a significant impact on fermentation-intensity. Fermentation of sorghum corn showed very low production of lactic and acetic acid, therefore pH-value was in most of all samples above the recommended level. We observed high ethanol-fermentation (55 to 85 % of volatile organic fermentation components). Alcoholic fermentation indicated a development of yeast at the beginning of fermentation. However, after eleven months of storage under hermetic-sealed conditions, sorghum corn silage showed persistent changes of fermentation parameters, maybe a sign of suboptimal silage stability.

Literatur

- Land Steiermark (2015): Steiermärkische Maiswurzelbohrerverordnung. LGBl. Nr. 22/2015, *Landesregierung Steiermark*, Graz, 3.
- Resch, R. (2016): Einfluss von Sorte, Reifestadium und Lagerungsdauer auf Gärgaszusammensetzung und Gärungsverluste von Hirse-Ganzkornsilage, Abschlussbericht des Forschungsprojektes "Hirse-GKS", Nr. 3633 (DaFNE 101043), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 31 S.
- Schedle, K.; Resch, R. und Wetscherek, W. (2015): Gärsäure- und Ammoniakgehalte von Mais-Ganzkornsilagen (GKS) in Abhängigkeit der Lagerungsdauer. ALVA-Jahrestagung 2015 zum Thema "Bioökonomie in der Primärproduktion", Graz, Steiermarkhof, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA).
- VDLUFA (1976): Methodenbuch Band III - Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, *VDLUFA-Verlag*, Darmstadt.
- Weißbach, F. und Strubelt, C. (2008): Die Korrektur des Trockensubstanzgehaltes von Maissilagen als Substrat für Biogasanlagen. *LANDTECHNIK-Agricultural Engineering* **63** (2), 82-83.
- Wetscherek, W.; Telsner, H. und Schmied, R. (2013): Körnerhirse: Eine Alternative zu Mais in der Schweinemast. *Der fortschrittliche Landwirt* 20, 2013, 22-23.

Adresse der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Altirdning 11, A-8952 Irdning, Tel.: +43 (0)3682 / 22451-320

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at