

---

## **Untersuchungen zum Einfluss des Vegetationsstadiums auf die Vergärbarkeit von Triticaleganzpflanzen unter Verwendung des Rostocker Fermentationstestes**

S. Hoedtke<sup>1</sup>, E. M. Ott<sup>1</sup>, A. Schmidt<sup>1</sup>, L. Dittmann<sup>1</sup>, R. Bodarski<sup>2</sup>, S. Krzywiecki<sup>2</sup> und M. Gabel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie, Justus-von-Liebig-Weg 8, 18059 Rostock

<sup>2</sup> Landwirtschaftliche Universität Wroclaw, Fakultät für Biologie und Tierwissenschaften, Fachbereich Tierernährung und Ernährungswissenschaften, Chelmońskiego 38c; 50-630 Wroclaw, Polen

### **Einleitung und Problemstellung**

Gegenwärtig kann bei der Konservierung für Futterzwecke eine Zunahme des Anteils von Getreide und Getreideganzpflanzen festgestellt werden. Dabei stellen Getreideganzpflanzen nicht nur hinsichtlich des Ertrages eine Alternative für den Silomaisanbau in erosionsgefährdeten Hanglagen oder Grenzertragslagen dar. Bei optimaler Bereitung sind Silagen von Getreideganzpflanzen als gute Grobfutterkomponente in der Wiederkäuerernährung anzusehen. Aufgrund von Verdichtungsschwierigkeiten bei zunehmendem Trockensubstanzgehalt und einem Mangel an Gärsubstrat durch die Polymerisierung von Zucker zu Stärke während des Vegetationsverlaufs, wird den Getreideganzpflanzen jedoch nur eine mittelmäßige Siliereignung zugesprochen. Da in der Literatur nur wenige Daten zur Silierbarkeit von Getreideganzpflanzen vorliegen, war das Ziel der vorliegenden Untersuchungen, mit Hilfe des Rostocker Fermentationstestes nach PIEPER *et al.* (1989) und ZIERENBERG (2000; RFT) die Vergärbarkeitseigenschaften von Triticaleganzpflanzen in Abhängigkeit vom Vegetationsstadium *in vitro* zu ermitteln.

### **Material und Methoden**

Triticaleganzpflanzen wurden zu den Vegetationsstadien Beginn Ährenschieben (ÄS), Milchreife (MR), späte Milchreife (sMR), Teigreife (TR) und späte Teigreife (sTR) auf den Versuchsfeldern der landwirtschaftlichen Universität Wroclaw geerntet und umgehend bei -20°C eingelagert. Im gefrorenen Zustand erfolgte zur Homogenisierung des Materials ein Musen der Proben. Ein Teil des Probenmaterials wurde der Gefriertrocknung zugeführt. Im

getrockneten Material wurde die Weender Futtermittelanalyse (TS, XA, XP, XF, XL) sowie die Detergenzienfaserfraktionierung nach van Soest (NDF, ADF; beinhalten die Rohasche) durchgeführt. Wasserlösliche Kohlenhydrate und Stärke wurden mittels HPLC, die Pufferkapazität nach WEIßBACH (1967) bestimmt.

Die Ermittlung der Vergärbarkeitseigenschaften erfolgte anhand des Rostocker Fermentationstestes nach PIEPER *et al.* (1989) und ZIERENBERG (2000). Für diese *in vitro*-Methode wurden 50 g des gemusterten Pflanzenmaterials mit 200 ml *aqua dest.* versetzt und bei 30 °C für 46 h inkubiert. Der pH-Wert wurde nach 0, 14, 18, 22, 26, 38 und 46 h gemessen. Folgende Varianten wurden geprüft: a) ohne Zusatz (Kontrolle), b) Zusatz eines Milchsäurebakterienpräparates (*Lb. plantarum*, *Lb. brevis* und *Lb. buchneri*, Impfdichte  $1 \times 10^4$  KBE/g FM, polnisches Präparat), c) Zusatz eines Enzympräparates ( $\beta$ -Glucanase, Xylanase und Glucoamylase, 0,4 %ig, polnisches Präparat), d) kombinierter Zusatz von Milchsäurebakterien- und Enzympräparat.

### Ergebnisse und Diskussion

In Tab. 1 sind die Nährstoffgehalte und chemischen Siliereigenschaften der Triticaleganzpflanzen zu den fünf Vegetationsstadien dargestellt.

Tab. 1: Nährstoffgehalt und chemische Siliereigenschaften von Triticaleganz-pflanzen zu fünf Vegetationsstadien

	TS	XA	XP	XF	NDF	ADF	XL	XS	XZ	PK	Z/PK
	[%]				[% der TS]					[g MS/100 g TS]	
ÄS	20,2	6,3	13,3	25,3	56,3	27,8	2,7	0,7	14,9	4,3	3,5
MR	35,0	4,9	7,0	28,7	62,0	32,4	1,6	8,3	13,6	3,1	4,4
sMR	35,7	4,3	7,7	25,7	65,3	30,4	2,4	16,7	11,0	2,0	5,5
TR	40,6	4,4	7,2	22,9	60,2	23,9	1,3	22,6	9,9	2,4	4,1
sTR	49,2	3,4	8,0	23,9	69,5	24,4	1,3	29,8	7,2	2,1	3,4

Die Nährstoffgehalte weisen eine für den Verlauf der Vegetation typische Dynamik auf und sind mit Werten anderer Getreideganzpflanzen zu vergleichen. Obwohl der Gehalt der wasserlöslichen Kohlenhydrate (XZ) aufgrund der Polymerisation zu Stärke im Vegetationsverlauf abnimmt, führt die Berechnung des Z/PK-Quotienten in allen Vegetationsstadien zu Werten  $> 3$ , so dass von einer guten Silierbarkeit der Triticaleganzpflanzen auszugehen ist.

Zwischen den einzelnen Varianten des Rostocker Fermentationstestes (RFT) zeigten sich nur sehr geringe Unterschiede in Schnelligkeit und Tiefe der pH-Wert-Absenkung, die zudem in allen Vegetationsstadien nicht signifikant waren ( $p > 0,05$ ). Da sowohl die Impfdichte des Milchsäurebakterienpräparates als auch die Konzentration der Enzymlösung entsprechend den Herstellerangaben verwendet wurden, ist davon auszugehen, dass die Zusätze nicht wirksam oder für das vorliegende Pflanzenmaterial ungeeignet waren.

Für die Ermittlung des Einflusses des Vegetationsstadiums auf die Silierbarkeit der Triticaleganzpflanzen wurden die Werte der Varianten daher zusammengefasst. Tabelle 2 zeigt die pH-Wert-Verläufe der fünf geprüften Vegetationsstadien zu den verschiedenen Messzeiten im RFT.

Tab. 2: pH-Wert-Verlauf von Triticaleganzpflanzen verschiedener Vegetationsstadien während der Inkubation im Rostocker Fermentationstest (n = 36)

h	ÄS	MR	sMR	TR	sTR
0	6,15 <sup>d</sup> ±0,01	5,91 <sup>b</sup> ±0,03	5,87 <sup>a</sup> ±0,04	6,01 <sup>c</sup> ±0,04	6,13 <sup>d</sup> ±0,03
14	5,90 <sup>c</sup> ±0,04	5,57 <sup>b</sup> ±0,02	5,55 <sup>ab</sup> ±0,02	5,59 <sup>b</sup> ±0,02	5,51 <sup>a</sup> ±0,06
18	5,23 <sup>a</sup> ±0,15	5,43 <sup>b</sup> ±0,03	5,40 <sup>b</sup> ±0,03	5,34 <sup>ab</sup> ±0,19	5,19 <sup>a</sup> ±0,20
22	4,70 <sup>a</sup> ±0,17	5,05 <sup>b</sup> ±0,16	5,06 <sup>b</sup> ±0,15	4,78 <sup>a</sup> ±0,22	4,74 <sup>a</sup> ±0,17
26	4,40 <sup>b</sup> ±0,08	4,58 <sup>c</sup> ±0,19	4,58 <sup>c</sup> ±0,22	4,11 <sup>a</sup> ±0,09	4,14 <sup>a</sup> ±0,09
38	4,04 <sup>d</sup> ±0,05	3,90 <sup>c</sup> ±0,04	3,89 <sup>c</sup> ±0,02	3,72 <sup>a</sup> ±0,04	3,75 <sup>b</sup> ±0,04
46	3,88 <sup>d</sup> ±0,04	3,76 <sup>c</sup> ±0,05	3,79 <sup>c</sup> ±0,02	3,38 <sup>a</sup> ±0,05	3,45 <sup>b</sup> ±0,06

<sup>a,b</sup> Verschiedene Buchstaben in einer Zeile bedeuten mit  $p < 0,05$  signifikante Unterschiede.

Das erste Vegetationsstadium (ÄS) weist im Vergleich zu den weiteren Stadien trotz des höchsten Gehalts an Gärsubstrat eine verzögerte Ansäuerung auf. Von der Tiefe des erreichten End-pH-Wertes (< 4,00) ausgehend kann allen Stadien eine gute Silierbarkeit zugesprochen werden, wobei zur TR und sTR die tiefste Ansäuerung ermittelt wurden. Entscheidend für eine gute Silierbarkeit ist des Weiteren die Schnelligkeit, mit der ein hinreichend tiefer pH-Wert erreicht wird. Mit Hilfe der Gompertz-Funktion lässt sich anhand des kumulierten pH-Wert-Abfalls zur Stunde 0 der Zeitpunkt der maximalen Geschwindigkeit in der pH-Wert-Absenkung am Wendepunkt bestimmen (Abb. 1 und Tab. 3) und somit die Schnelligkeit und Tiefe der Ansäuerung im jeweiligen Pflanzenmaterial schätzen.

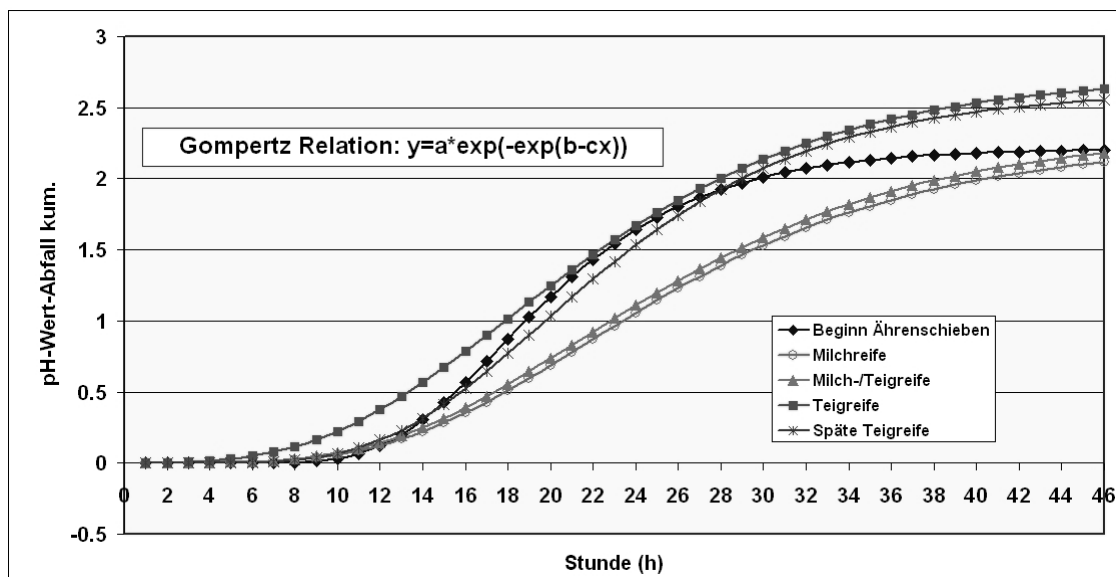


Abb. 1: pH-Wert-Abfall von Triticaleganzpflanzen verschiedener Vegetationsstadien während der Inkubation im RFT (n = 36)

Tab. 3: Parameter der Gompertz-Funktion zur Beschreibung des zeitabhängigen pH-Wert-Abfalls (siehe Abb. 1)

Koeffizienten der Funktion							
	max. pH-Wert-Abfall a	b	c	h des max. Abfalls b/c	pH-Wert bei h des max. Abfalls	r <sup>2</sup>	SE
ÄS	2,21	3,35	0,19	17,61	5,34	0,906	0,23
MR	2,26	2,40	0,11	21,53	5,08	0,880	0,25
sMR	2,33	2,35	0,11	21,30	5,01	0,892	0,24
TR	2,73	2,08	0,12	17,92	5,00	0,816	0,35
sTR	2,62	2,67	0,14	19,47	5,17	0,904	0,27

Anhand der Koeffizienten der Funktion wird deutlich, dass das erste Vegetationsstadium zwar den frühesten maximalen, insgesamt jedoch den geringsten pH-Wert-Abfall aufweist.

### Schlussfolgerungen

Triticaleganzpflanzen weisen vom Beginn des Ährenschiebens bis zur späten Teigreife günstige Vergärbarkeitseigenschaften auf. Aufgrund der schnellsten und tiefsten Ansäuerung zum Stadium der Teigreife ist diese als optimaler Erntezeitpunkt aus Sicht der Siliereignung zu empfehlen.

Mit Hilfe der Gompertz-Funktion ist eine zuverlässige Schätzung von Schnelligkeit (Zeitpunkt der maximalen pH-Wert-Absenkung) und Umfang (größtmögliche pH-Wert-Absenkung) der Ansäuerung möglich.

Die geprüften Silierhilfsmittel (Milchsäurebakterien- bzw. Enzympräparat) führten entgegen den Erwartungen zu keiner Verbesserung des Gärverlaufes. Ob dies auf eine vom Hersteller empfohlene zu geringe Impfdichte bzw. Konzentration zurückzuführen ist, sollte in Folgeversuchen überprüft werden.

### Literatur

- PIEPER, B., KLEEMANN, J., POPPE, S., ALLERT, H., LOSCH, K., WITTCHEN E., MIELITZ, A. & SCHULZ, A. (1989): Verfahren zur Bestimmung der Vergärbarkeit von Futtermitteln. *Patentschrift*, DD 281 255 A5.
- WEIßBACH, F. (1967): Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. *Tagungsbericht Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR* 92, 211-220.
- ZIERENBERG, B. (2000): *In vitro* Methode zur Beurteilung der Fermentationsleistung von Milchsäurebaktereien und deren Einfluss auf die Stoffwechelaktivität weiterer für die Silierung relevanter Mikroorganismen bei unterschiedlichen Fermentationsbedingungen. *Dissertation*. Universität Rostock.