

Über den Effekt von Milchsäurebakterien-Präparaten auf die Säuerungsgeschwindigkeit und die Gärqualität von Welksilage

Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung

JURI POBEDNOV*, FRIEDRICH WEISSBACH und GÜNTER PAHLOW

Einleitung

Bei der Herstellung von Frisch- und Welksilage kommt der schnellen und mengenmäßig genügenden Anreicherung von Milchsäure entscheidende Bedeutung für die Unterdrückung schädlicher Bakterien und für die Senkung der Nährstoffverluste zu (Zubrilin und Mischustin 1958; McDonald et al. 1991). Voraussetzungen für die schnelle Anreicherung dieser Säure ist eine genügend große Anzahl von Milchsäurebakterien auf dem Grünfutter. Außerdem müssen ausreichende Mengen an Gärsubstrat, d. h. an wasserlöslichen Kohlenhydraten, vorhanden sein, um eine intensive Vermehrung und Stoffwechselaktivität der Milchsäurebakterien zu ermöglichen (Weissbach et al. 1974).

Zur Verbesserung der Qualität von Frisch- und Welksilage werden seit einigen Jahren in vielen Ländern lyophilisierte Kulturen von Milchsäurebakterien als Silierzusätze angewendet (Pahlow 1986). Die Ergebnisse, die damit erzielt werden, sind aber trotz großer Fortschritte bei der Entwicklung verbesserter Bakterienpräparate sehr wechselhaft (Spoelstra 1991). Das Ziel der Untersuchungen, über die im folgenden berichtet werden soll, ist es, zur Aufklärung der Ursachen für den wechselhaften Effekt von Milchsäurebakterien-Impfkulturen beizutragen.

Material und Methoden

In der Zeit von Juni bis August 1996 wurden 21 Versuche zur Bereitung von Frisch- und Welksilage im Labormaßstab durchgeführt. Das verwendete Grünfutter bestand ganz überwiegend aus Gras (hauptsächlich *Lolium perenne* und *Phleum pratense*), zum Teil aber auch aus Gras im Gemisch mit Leguminosen (*Medicago sativa* und *Trifolium repens*). Die chemische Zusammensetzung ist in Tabelle 1 angegeben. Es handelte sich überwiegend um junges Grünfutter, wie die meistens niedrigen Rohfasergehalte zeigen, das aber infolge sehr unterschiedlicher Intensität der Stickstoffdüngung eine breite Variation in den Gehalten an Rohprotein und Nitrat aufwies.

Jedes dieser 21 Ausgangsmaterialien wurde im frischen, schwach angewelkten und stark angewelkten Zustand siliert. Zum Anwelken diente eine technische Vorrichtung, mit der vorgewärmte Luft (etwa 30°C) durch das in dünner Schicht auf einem Rost ausgebreitete Grünfutter geblasen und der Gewichtsverlust, der durch Verdunstung von Wasser entstanden ist, registriert werden konnte. Mit Hilfe dieser Vorrichtung wurde das jeweilige Grünfutter auf etwa 30 % bzw. 45% Trockenmasse (TM) angewelkt, wofür nur etwa 3 bzw. 6 Stunden erforderlich waren.

Das Grünfutter der drei Stufen des TM-Gehaltes wurde dann auf 15 mm theoretische Schnittlänge gehäckselt. Tabelle 2 zeigt die Mittelwerte und Variationsspannen einiger Parameter des gehäckselten Siliergutes. Im Durchschnitt sind die angestrebten

TM-Gehalte des angewelkten Grünfutters erreicht worden. Mit dem Anstieg des TM-Gehaltes erhöhte sich erwartungsgemäß die Konzentration an Zucker in der Frischmasse. Bei der hier als Zucker bezeichneten Stoffgruppe handelt es sich um die wasserlöslichen und mit Anthron anfärbbaren Hexosen. Der Besatz des Siliergutes an epiphytischen Milchsäurebakterien wurde auf Rogosa-Agar bestimmt. Dabei werden Bakterien der Gattungen *Lactobacillus*, *Pediococcus* und *Leuconostoc* erfaßt. Der Logarithmus der koloniebildenden Einheiten (KBE) je Gramm Frischmasse hat sich durch das Anwelken nicht verändert. Sowohl der Zuckergehalt als auch der Besatz an Milchsäurebakterien wiesen innerhalb der jeweiligen TM-Stufe jedoch eine große Variabilität auf.

Das so vorbereitete Siliergut wurde in 0,5 Liter fassenden Laborsilos siliert, diese luftdicht verschlossen und bei konstant 25°C Temperatur aufbewahrt. Von jedem der 63 Siliergüter (21 Versuche x 3 TM-Stufen) wurden 6 Silos ohne Zusatz und weitere 6 mit Zusatz eines Milchsäurebakterienpräparates gefüllt. Bei dem Bakterienpräparat handelt es sich um das kommerzielle Produkt „Kofasil Lac“, dem wegen nachgewiesener guter Wirksamkeit das DLG-Gütezeichen verliehen worden ist. Es besteht aus zwei registrierten Stämmen der Art *Lactobacillus plantarum* (DSM 3676 und DSM 3677), von denen wenigstens einer auch auf das Merkmal Osmotoleranz selektiert worden ist. Das Präparat wurde unmittelbar vor dem Silieren in Wasser suspendiert und 10 ml der Suspension auf 1 kg des Siliergutes aufgesprüht. Die Inokulationsdichte betrug stets 10⁵ Milchsäurebakterien (MSB) je Gramm Siliergut.

Je 3 Silos pro Variante wurden nach genau 3 Tagen und 3 Silos nach etwa 2 Monaten Gärdauer geöffnet, und in jedem dieser Materialien wurde der pH-Wert elektrometrisch gemessen. Die Silagen, die aus den 3 Parallelsilos nach 2 Monaten entnommen worden sind, wurden zu einer Mischprobe vereinigt und diese chemisch auf die Parameter der Gärqualität untersucht. Die Untersuchung der einzelnen Gärsäuren sowie des Ethanolgehaltes mittels einer ionensensitiven Elektrode. Bei der Auswertung wurden die einzeln bestimmten Gehalte an Buttersäure, Valeriansäure und Capronsäure sowie deren Isomeren addiert und nur die Summe dieser unerwünschten Säuren, vereinfachend als Buttersäure bezeichnet, angegeben.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der pH-Messung nach 3 Tagen Gärdauer sowie in den etwa 2 Monate alten Frisch- und Welksilagen sind in Tabelle 3 dargestellt. Angegeben ist jeweils das Mittel für die

* Institut für Futterproduktion (WIK) in Lugovaja, Rußland

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung des für die Versuche verwendeten Grünfutters

Versuch Nr.	Trocken- masse (TM) %	in % der TM					VK [*]	NO ₃ g/kg TM
		Roh- protein	Roh- faser	Roh- asche	Zucker (Z)	Puffer- kapazität (PK)		
1	17,7	8,7	24,9	8,2	24,5	4,0	67	0,1
2	15,6	14,0	28,1	8,3	20,2	6,7	40	5,5
3	21,2	15,7	22,7	8,7	17,0	4,1	54	0,2
4	18,4	14,0	22,6	10,8	16,6	4,0	52	0,2
5	19,4	13,6	21,7	8,2	19,6	3,7	62	0,1
6	23,0	14,0	22,6	8,4	17,4	3,9	59	0,2
7	19,3	11,7	22,6	9,6	18,3	3,7	59	0,1
8	23,4	11,9	23,4	7,8	18,3	3,7	63	0,1
9	24,9	10,4	23,6	8,4	18,3	3,6	66	0,1
10	16,9	14,8	24,6	8,8	19,5	5,9	43	1,2
11	18,6	15,0	23,3	10,3	15,1	6,7	37	0,2
12	16,5	23,2	20,1	12,1	4,6	6,8	22	0,9
13	17,1	16,8	22,0	9,6	10,7	6,6	30	0,7
14	15,1	21,2	21,5	10,4	12,1	5,6	32	2,6
15	19,7	19,8	22,4	10,3	11,9	5,3	38	2,0
16	13,7	28,1	17,3	13,6	5,5	6,9	20	10,6
17	14,6	17,4	24,8	10,0	9,9	5,1	30	1,3
18	14,9	15,5	23,5	16,7	8,8	4,4	31	1,9
19	19,6	14,0	27,7	9,7	10,9	4,4	39	1,6
20	20,5	16,2	24,2	12,9	8,1	4,8	34	1,8
21	13,1	16,0	24,4	11,5	13,7	4,9	35	2,9

* Vergärbarkeitskoeffizient, VK = TM [%] + 8 Z/PK (Weißbach et al., 1993)

effekt läßt sich somit nach 3 Tagen sehr viel besser nachweisen als zu einer späteren Untersuchungszeit, weil er vor allem in einer Beschleunigung der Ansäuerung besteht. Dessen ungeachtet kann im Ergebnis einer beschleunigten Säuerung auch ein etwas tieferer pH-Wert in der fertigen Silage erwartet werden, wie das die auf Abbildung 1 dargestellte Regression zeigt. Bei der Berechnung und Darstellung dieser Regression erwiesen sich 3 der 63 Wertepaare als Ausreißer und mußten eliminiert werden. Ohne diese, durch jeweils extreme Bedingungen erklärten Einzelfälle ergibt sich eine überraschend enge Beziehung zwischen den pH-Differenzen nach 3 Tagen und 2 Monaten.

Wie die Zahlen in Tabelle 3 weiter zeigen, besteht außerdem eine markante Abhängigkeit des Impfeffektes vom Niveau des TM-Gehaltes im Siliergut. Bei frischem Grünfutter ist der Effekt des Zusatzes von Milchsäurebakterien im Durchschnitt nur gering. Bei gewelktem Siliergut steigt er deutlich an, je stärker das Grünfutter angewelkt wurde, um so mehr. Trotz dieser klaren Abstufung des jeweils im Mittel erreichten Impfeffektes unterliegt dieser im Einzelfall jedoch großen Schwankungen.

Bei der Suche nach den Ursachen für diese große Variabilität des Impfeffektes ist zunächst an den naturgemäß stark wechselnden Besatz des Grünfutters mit epiphytischen Milchsäurebakterien zu denken. Es wurde

Varianten und die Spannweite der Einzelwerte, wobei jeder dieser Einzelwerte aus 3 Parallelmessungen hervorgegangen ist. Die Differenz zwischen Kontrolle (ohne MSB) und Behandlung (mit MSB) repräsentiert den Effekt der Beimpfung.

Im Durchschnitt der jeweiligen TM-Stufe ist unabhängig davon, ob man die Untersuchungsergebnisse nach 3 Tagen oder 2 Monaten betrachtet, stets ein Impfeffekt festzustellen. Der pH-Wert wurde durch den Zusatz von Milchsäurebakterien im Durchschnitt immer herabgesetzt. Die pH-Differenz ist jedoch nach 3 Tagen Gärdauer erheblich größer als nach 2 Monaten. Ein Impf-

deshalb geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen dem Logarithmus des Epiphytenbesatzes und der gemessenen pH-Differenz nach 3 Tagen besteht. Das Ergebnis zeigt Abbildung 2. Erwartungsgemäß ist der Impfeffekt zumindest tendentiell davon abhängig, wieviele Milchsäurebakterien schon von Natur aus anwesend sind. Beträgt ihre Anzahl beispielsweise nur 10³/g Frischmasse, so ist eine starke Beschleunigung der Milchsäuregärung durch Zusatz eines Impfpräparats zu erwarten, während beim Vorliegen von mehr als 10⁵/g Frischmasse nur noch mit geringen Effekten zu rechnen ist. Die Beziehung zwischen epiphytischen Milchsäu-

Tabelle 2: Mittelwerte und Spannweite von Trockenmassegehalt, Zuckergehalt und epiphytischem Besatz an Milchsäurebakterien zum Zeitpunkt der Silierung

Siliergut	Trockenmasse in %		Zuckergehalt in % der Frischmasse		Milchsäurebakterien lg KBE je g Frischmasse	
	Ø	von ... bis	Ø	von ... bis	Ø	von ... bis
frisch	18,2	13,1 ... 24,9	2,7	0,8 ... 4,6	4,23	2,90 ... 6,07
schwach angewelkt	30,2	24,1 ... 38,6	4,4	1,1 ... 7,6	4,16	3,05 ... 5,80
stark angewelkt	43,4	34,5 ... 55,8	6,2	1,7 ... 10,4	4,15	3,09 ... 5,85

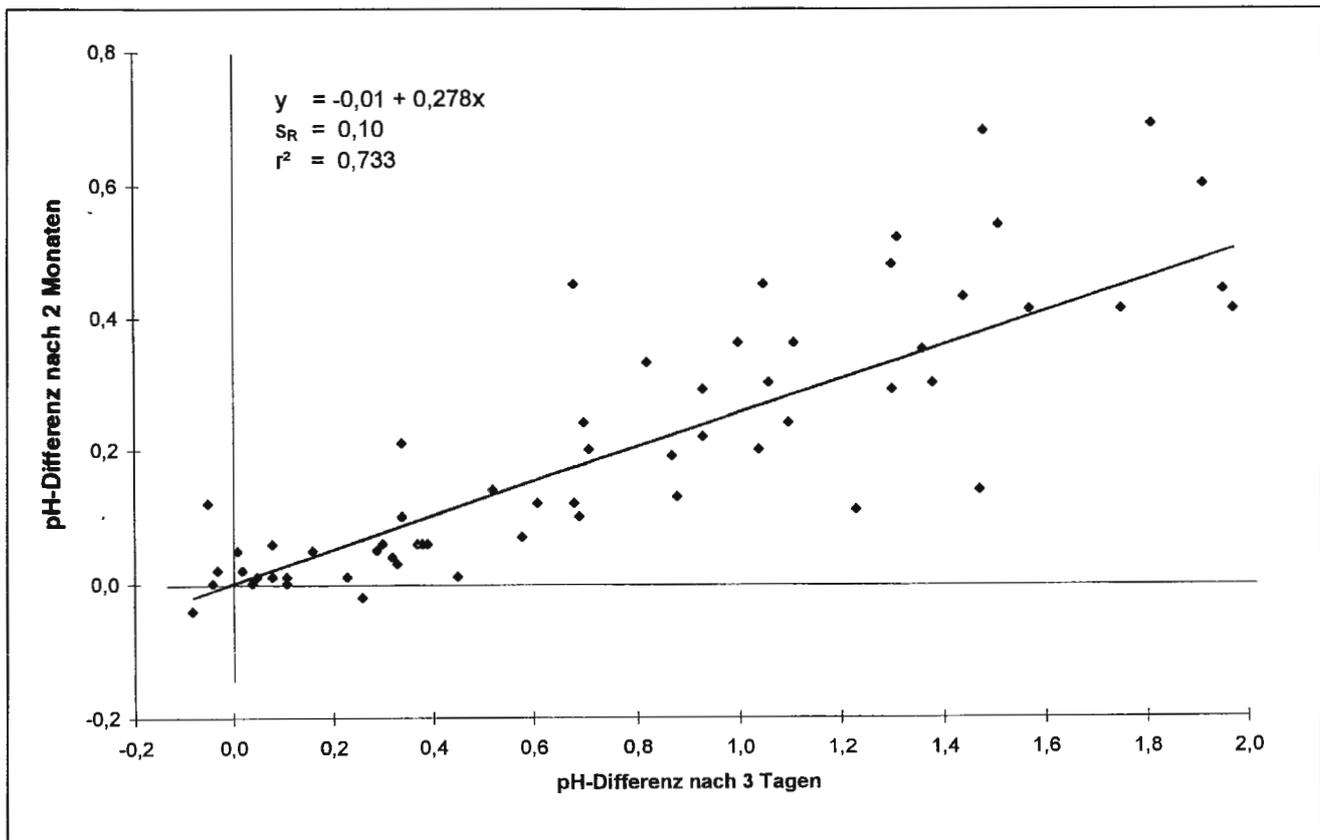


Abbildung 1: Beziehung zwischen dem Impfeffekt nach 3 Tagen und nach 2 Monaten, gemessen an der pH-Differenz zwischen Kontrolle und Behandlung

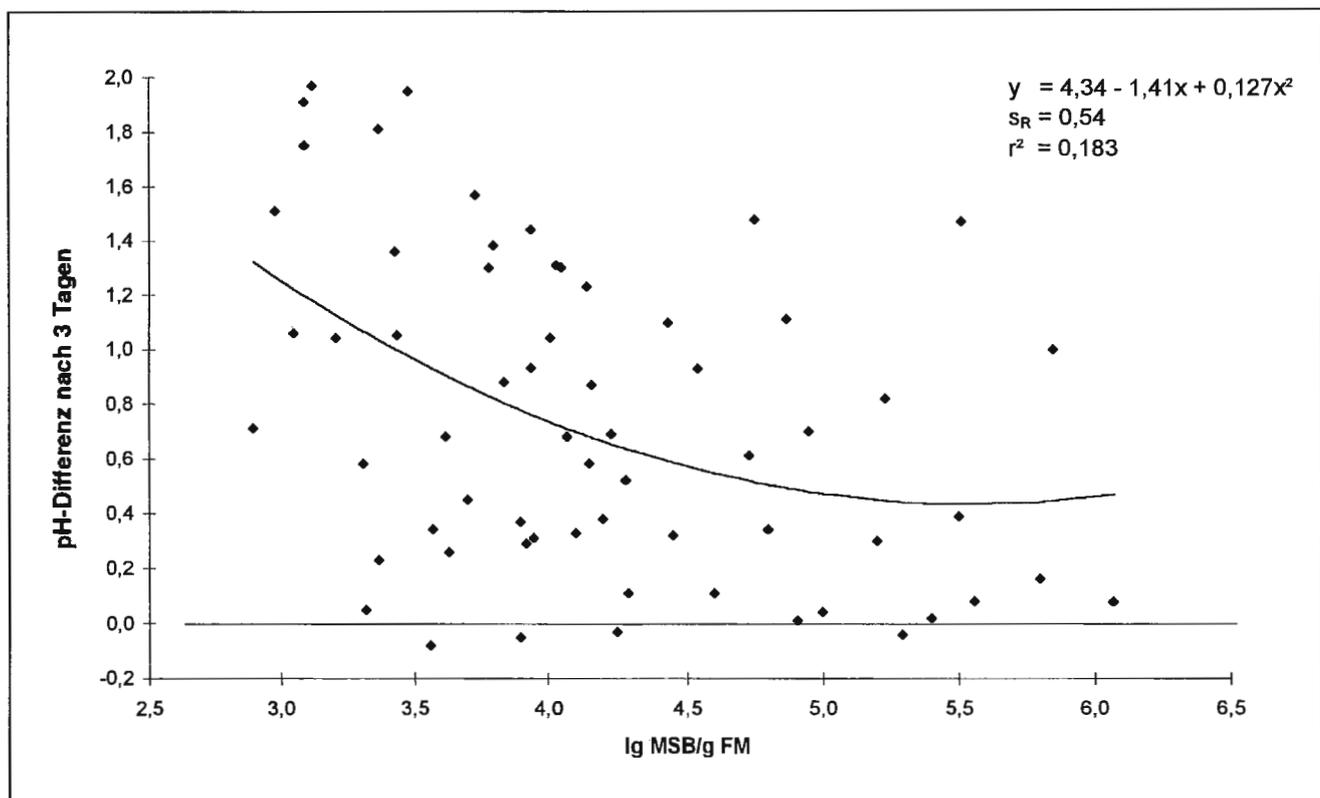


Abbildung 2: Beziehung zwischen dem Besatz an epiphytischen Milchsäurebakterien und dem Impfeffekt, gemessen an der pH-Differenz zwischen Kontrolle und Behandlung nach 3 Tagen

rebakterien und Impfeffekt ist aber alles andere als eng. Die Werte streuen sehr, und es muß deshalb mit weiteren Ursachen für das wechselhafte Ausmaß des Impfeffektes gerechnet werden.

Als weitere Ursachen kommen Unterschiede in der physiologischen Leistungsfähigkeit und in den Ansprüchen der epiphytischen Milchsäurebakterien an die Umwelt in Betracht. Im Hinblick auf den zuletzt genannten

Aspekt dürfte die Osmotoleranz der Bakterien als Voraussetzung für ihr Wachstum in Welksilagen wichtig sein (Pahlow und Weisbach 1996). Einen Hinweis darauf, daß im allgemeinen die Mehrzahl der epiphytischen Milchsäurebakterien hohe Ansprüche an die Verfügbarkeit von Wasser stellt und deshalb für

Tabelle 3: Effekt der Anwendung einer MSB-Impfkultur auf den pH-Wert von Frisch- und Welksilage nach 3 Tagen bzw. 2 Monaten

Varianten	pH nach 3 Tagen		pH nach 2 Monaten	
	Ø	von ... bis	Ø	von ... bis
frisch				
ohne MSB	4,33	3,51 ... 5,57	4,12	3,61 ... 7,36
mit MSB	4,07	3,43 ... 4,95	4,00	3,51 ... 7,38
Differenz	0,26	-0,08 ... 1,51	0,12	-0,04 ... 1,23
schwach angewelkt				
ohne MSB	4,87	3,70 ... 6,06	4,04	3,68 ... 4,73
mit MSB	4,10	3,54 ... 4,85	3,84	3,54 ... 4,69
Differenz	0,77	0,08 ... 1,95	0,20	0,01 ... 0,60
stark angewelkt				
ohne MSB	5,56	4,18 ... 6,18	4,26	3,75 ... 5,27
mit MSB	4,34	3,71 ... 5,13	3,92	3,66 ... 4,82
Differenz	1,22	0,30 ... 1,97	0,34	0,06 ... 0,69

das Wachstum in Welksilagen nicht geeignet ist, liefert Abbildung 3. Sie zeigt den Zusammenhang zwischen dem TM-Gehalt und der durch Beimpfung bewirkten pH-Differenz nach 3 Tagen.

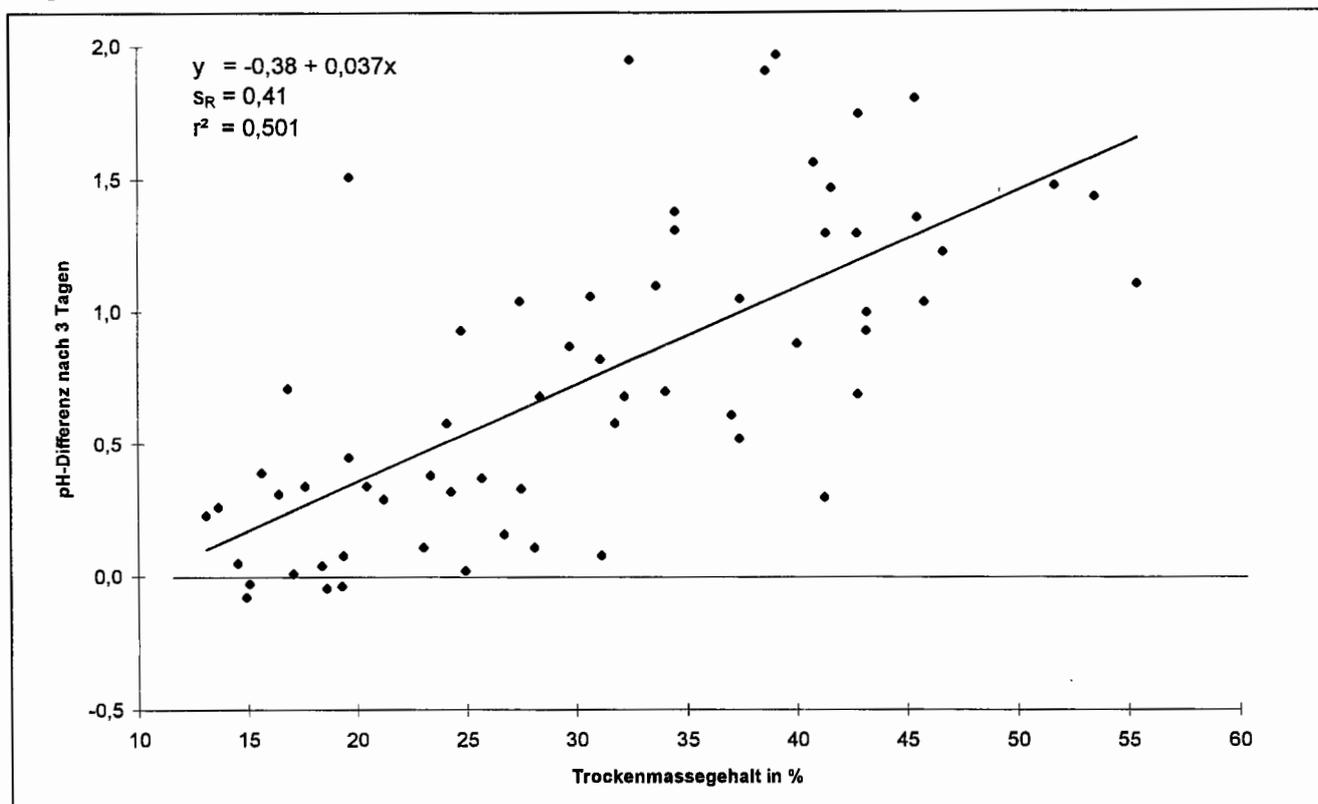


Abbildung 3: Beziehung zwischen dem Trockenmassegehalt des Grünfutters und dem Impfeffekt, gemessen an der pH-Differenz zwischen Kontrolle und Behandlung nach 3 Tagen

Tabelle 4: Gärqualität der ohne bzw. mit Zusatz der Impfkultur hergestellten Silagen nach 2 Monaten

Varianten	pH		Gärprodukte in % der TM								NH ₃ - N		Gärverlust	
			Milchsäure		Essigsäure		Buttersäure		Ethanol		in % ges. N		an TM in %	
	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s
frisch														
ohne MSB	4,12	0,87	12,38	4,91	2,28	1,21	0,90	2,48	1,24	1,01	12,2	11,4	6,9	2,5
mit MSB	4,00	0,79	12,43	3,98	2,00	1,33	0,59	2,26	1,10	1,40	10,0	11,4	6,1	2,5
schwach angewelkt														
ohne MSB	4,04	0,26	8,36	2,12	1,60	1,02	0,07	0,13	0,82	0,50	7,4	2,5	5,7	1,0
mit MSB	3,84	0,24	10,04	2,22	1,08	0,59	0,02	0,01	0,74	0,87	4,0	2,6	5,1	1,4
stark angewelkt														
ohne MSB	4,26	0,33	5,23	2,17	1,04	0,84	0,04	0,04	0,68	0,62	5,2	2,3	4,7	0,9
mit MSB	3,92	0,27	7,17	2,21	0,70	0,50	0,02	0,02	0,52	0,52	2,5	1,2	4,3	0,9

Bei frischem Grünfutter reichen die natürlicherweise anwesenden und an dieses Milieu angepaßten Milchsäurebakterien oftmals aus, um eine genügend schnelle Ansäuerung zu bewirken. Der Impfeffekt bleibt dann gering. Wie schon die Zahlen in Tabelle 3 gezeigt haben, nimmt der Impfeffekt mit wachsendem TM-Gehalt deutlich zu. Das läßt auf den Mangel an osmotoleranten Milchsäurebakterien in der epiphytischen Mikroflora schließen, der durch Impfpräparate, die an die Bedingungen geringer Verfügbarkeit von Wasser angepaßt sind, ausgeglichen werden kann.

Tabelle 4 enthält schließlich eine Zusammenstellung der in den Silagen nach etwa 2 Monaten ermittelten Parameter der Gärqualität. Wie schon anhand der pH-Werte zu sehen war, lassen sich auch bei praktisch allen anderen Parametern mehr oder weniger deutliche Verbesserungen der Gärqualität durch den Zusatz einer geeigneten Impfkultur erreichen. Im Mittel wurde der Gehalt an Milchsäure erhöht, die Gehalte an Essigsäure, Buttersäure sowie Ethanol wurden vermindert und der Ammoniakanteil am Gesamtstickstoff reduziert. Diese Verbesserungen waren bei Welksilage größer als bei Frischsilage.

Buttersäure trat praktisch nur in einigen Frischsilagen auf. Ursache für die Buttersäuregärung war in diesen Fällen nicht nur ein geringer Besatz an epiphytischen Milchsäurebakterien, sondern vor allem ein zu geringer Vergärbarkeitskoeffizient (siehe Tabelle 1), der einen akuten Mangel an Gärsubstrat anzeigt, wenn er weniger als 45 beträgt. Ohne ausreichende Mengen an Gärsubstrat kann auch der Zusatz einer Impfkultur das Auftreten von Buttersäure nicht zuverlässig verhindern, wie die Ergebnisse bestätigen.

Diskussion

Die Untersuchungen zeigen, daß mit leistungsfähigen und an das Milieu ihres Einsatzes angepaßten Milchsäurebakterien-Impfkulturen eine wesentliche Verbesserung der Gärqualität von Welksilagen erreicht werden kann. Ihre Wirkung besteht darin, daß der Zusatz zum Siliergut einen Mangel an epiphytischen Milchsäurebakterien ausgleichen und auf diese Weise die Ansäuerung des Siliergutes während der ersten Gärtage stark beschleunigen kann.

Durch die beschleunigte Ansäuerung werden unerwünschte Bakterien schneller eliminiert und ihre Stoffwechsellaktivität, die zur Bildung von Essigsäure, Ethanol und Ammoniak führt, limitiert. Auch das Risiko einer Bildung von Buttersäure, wie es in extrem nitratarmem Siliergut schon während der ersten Phasen der Gärung auftreten kann, läßt sich durch die beschleunigte Ansäuerung vermindern (Spaelstra 1983; Weissbach et al. 1993).

Ein Bedarf, die Ansäuerung zu beschleunigen, besteht vor allem bei Siliergut mit hohem Trockenmassegehalt. Die dort oft zu langsam verlaufende Milchsäuregärung resultiert aus dem Mangel an osmotoleranten Milchsäurebakterien in der natürlichen Mikroflora des Grünfutters. Deshalb können bei Welksilagen mit relativ hohem TM-Gehalt die größten Effekte durch eine Beimischung erzielt werden (Pahlow und Weissbach 1996). Außerdem ist bei Welksilagen infolge hoher Vergärbarkeitskoeffizienten des Siliergutes ein Mangel an Gärsubstrat und damit eine dadurch bedingte Unwirksamkeit der Impfkultur praktisch immer auszuschließen. Bei Frischsilagen besteht dagegen weder ein so verbreiteter Mangel an adaptierten epiphytischen Milchsäurebakterien, noch ist dort ein zuverlässig ausreichendes Angebot an Gärsubstrat gegeben.

Der epiphytische Besatz des Siliergutes an Milchsäurebakterien unterliegt sehr großen Schwankungen (Pahlow 1986). Leider existiert bisher keine Methode, mit der es möglich wäre, den Keimbefall quantitativ und qualitativ vorauszusagen oder durch eine Schnellmethode zu bestimmen. Um sicher zu sein, daß die Welksilage zuverlässig gut gelingt, bleibt deshalb nur der präventive, generelle Einsatz von Bakterienpräparaten bei der Bereitung von Welksilage. Wenn hohe Ansprüche an die Silagequalität gestellt werden und die Kosten für die Bakterienpräparate in vertretbaren Grenzen gehalten werden können, ist deshalb diese Vorgehensweise der Praxis durchaus zu empfehlen (Weissbach und Honig 1996).

Die Milchsäurebakterien-Präparate müssen für diesen Zweck an die Bedingungen geringer Verfügbarkeit von Wasser, wie sie in Welksilagen vorliegen, angepaßt sein. Sie müssen folglich hinreichend osmotolerante Stämme von Milchsäurebakterien enthalten.

Generell sollten nur solche Präparate eingesetzt werden, deren Wirksamkeit geprüft und durch eine unabhängige Instanz anerkannt worden ist. Wie die hier beschriebenen Untersuchungen gezeigt haben, kann der Nachweis der Wirksamkeit durch den Vergleich des pH-Wertes zwischen Kontrolle und Behandlung nach 3 Tagen Gärdauer bei 25°C geführt werden, wenn diese Untersuchungen anhand einer genügend großen Anzahl von Partien angewelkten Grünfutters durchgeführt worden sind.

Zusammenfassung

Gute Gärqualität erfordert schnelle und ausreichend starke Ansäuerung der Silage durch Milchsäuregärung. Voraussetzung dafür ist eine genügend große Anzahl von Milchsäurebakterien zu Gärbeginn, die an das Milieu angepaßt sein müssen.

In 21 Laborversuchen mit Gras und Gras-Leguminosen-Gemischen ist das Grünfutter im frischen, schwach bzw. stark angewelkten Zustand siliert worden, und zwar zum Vergleich jeweils ohne Zusatz und mit Zusatz einer weitgehend osmotoleranten Milchsäurebakterien-Impfkultur. Der Effekt der Impfkultur auf die Säuerungsgeschwindigkeit ist durch Messung des pH-Wertes nach 3 Tagen der Gärung bei 25°C bestimmt, die Gärqualität der Silagen nach 2 Monaten untersucht worden.

Die Beimpfung führte im Durchschnitt zu einer deutlich schnelleren Ansäuerung und zu einer Verbesserung der Gärqualität. Die pH-Differenzen zwischen Kontrolle und Behandlung waren jedoch nach 3 Tagen erheblich größer als nach 2 Monaten. Der Impfeffekt war bei frischem Grünfutter nur gering, bei gewelktem dagegen stark ausgeprägt. Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, daß die Anwendung von Impfkulturen vor allem bei Welksilagen Vorteile bringt, die sich aus dem Mangel an osmotoleranten Milchsäurebakterien in der epiphytischen Mikroflora der Futterpflanzen ergeben. Um effizient zu sein, müssen die Impfkulturen aus hinreichend osmotoleranten Bakterienstämmen bestehen. Die Eignungsprüfung dieser Impfkulturen kann durch Vergleich der pH-Werte zwischen Kontrolle und Behandlung nach 3 Gärtagen bei 25°C erfolgen.

About the effect of LAB-preparations on the acidification rate and fermentation quality of wilted silage

Good fermentation quality requires a fast and sufficient acidification of the silage by lactic acid fermentation. This process is dependent upon an adequate number of lactic acid bacteria (LAB) at the onset of ensiling, which have to be adapted to the silage environment.

In 21 small scale experiments grass and grass legume mixtures were ensiled at different dry matter levels, either direct cut, slightly or heavily wilted. Half of the silos were treated with an osmotolerant LAB inoculant. Its effect on the acidification rate was determined by pH measurement after three days at 25°C storage temperature, the fermentation quality was recorded after two months.

The inoculation on average resulted in a considerably faster acidification and improved fermentation quality. The difference in pH between control and inoculated silages however was much greater after three days than after 2 months. The inoculant effect

was more expressed in the wilted than in the wet crop. From the results a positive response to inoculation can be expected mainly for wilted silage, because of an apparent lack of osmotolerant LAB amongst the epiphytic microflora of the herbage. For their efficacy the inoculants have to comprise sufficiently osmotolerant strains of bacteria. The test for suitability of these inoculants can be performed by the comparison of pH values between control and treated silage after three days of ensiling at 25 °C.

Literatur

McDonald P., Henderson, A. R. and Heron, S. J. E. (1991): The biochemistry of silage. - Chalcombe Publications, Marlow, Bucks.

Pahlow, G. (1986): Microbiology of inoculants, crops and silages. Proceedings of the Eurobac Conference, Uppsala, Schweden. - In: Grass and Forage Reports 3, Special Issue, Swedish University of Agricultural Science, S. 45 - 59.

Pahlow, G. and Weissbach, F. (1996): Effect of numbers of epiphytic lactic acid bacteria (LAB) and of inoculation on the rate of pH-decline in direct cut and wilted grass silages. - Proceedings of the XI. International Silage Conference, Aberystwyth, Wales, S. 104 - 105.

Spoelstra, S. F. (1983): Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 34, S. 145 - 152.

Spoelstra, S. F. (1991): Chemical and biological additives in forage conservation. Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 123, S. 48 - 70.

Weissbach, F., Schmidt, L. and Hein, E. (1974): Method of anticipation of the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder. - Proceedings XII. International Grassland Congress, Moskau, Soviet Union, Vol. III, Part II, S. 663 - 673.

Weissbach, F., Honig, H. und Kaiser, E. (1993): The effect of nitrate on the silage fermentation. - Proceedings X. International Conference on Silage Research, Dublin, Ireland, S. 122 - 123.

Weissbach, F. (1996): New Developments in Crop Conservation. - Proceedings of the XI. International Silage Conference, Aberystwyth, Wales, S. 11 - 25.

Weissbach, F. und Honig H. (1996): Über die Vorhersage des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. - Landbauforschung Völknerode, 46, S. 10 - 17.

Zubrilin, A. A. und Mischustin, J. N. (1958): Die Silierung der Futtermittel. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskau.

Verfasser:

Pobednov, Juri, Cand. Sc. (Agric.); wissenschaftlicher Mitarbeiter im W. R.-Wiljams-Institut für Futterproduktion (WIK) in Lugovaja, Gebiet Moskau/Russland.

Weissbach, Friedrich, Prof. Dr. agr. habil.; Pahlow, Günter, Dr. rer. hort., Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Leiter: Prof. Dr. agr. habil. Friedrich Weissbach.