

Wirkung von Konservierungsmitteln bei Feuchtheu

Ueli Wyss, Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften INT, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch



Laborversuchsanlage zur Messung der Erwärmung im Feuchtheu. (Foto: Ueli Wyss, Agroscope)

Einleitung

Bodenheu weist bei der Ernte nicht immer einen Trockensubstanz(TS)-Gehalt von über 85 % auf, wie er für die problemlose Lagerung notwendig wäre. Besonders in dicht gepressten Ballen kann die Restfeuchte nur langsam entweichen. Die Folge davon ist eine starke Entwicklung von verschiedenen Mikroorganismen, insbesondere der Schimmelpilze, und eine Erwärmung des Futters bis hin zum Futtermittelverderb. Durch den Zusatz von

wirksamen Konservierungsmitteln, die in den meisten Fällen Propionsäure enthalten, können diese Keime unterdrückt werden. Produkte auf der Basis von Propionsäure sind jedoch korrosiv und im Biolandbau nicht zugelassen.

Im vorliegenden Versuch wurde die Wirksamkeit von verschiedenen Mikroorganismen (Milchsäurebakterien, Hefen und Enzyme) sowie eines Produkts, welches verschiedene Säuren enthält, bei Feuchtheu mit einem TS-Gehalt von 75 % im Labormassstab untersucht.

Material und Methoden

Für den Versuch wurde Futter vom zweiten Aufwuchs (gräserreicher, raigrasbetonter Bestand) auf 75% TS angefeuchtet. Wegen der grossen Anzahl Varianten wurde der Versuch in zwei Serien durchgeführt. Jede Variante wurde dreimal wiederholt. Bei beiden Serien diente eine Variante ohne Zusatz als Negativkontrolle und eine mit Propionsäure (Produkt Luprosil, 99,5% Propionsäure) als Positivkontrolle. Die verschiedenen Varianten sind aus Tabelle 1 und 2 ersichtlich. Dabei wurde der Milchsäurebakterienstamm *Pediococcus pentosaceus*, der Hefenstamm *Pichia anomala* und das Enzym Chitinase von der Firma Lallemand allein oder in Kombination getestet. Zusätzlich wurde in der zweiten Serie die Wirksamkeit des Produkts Sil All Hay der Firma Danstar Ferment, welches Kaliumsorbat, Natriumbenzoat und Natriumpropionat enthält, untersucht. Die einzelnen Wirkstoffe wurden in Wasser aufgelöst und flüssig appliziert. Die Dosierungen wurden gemäss den Empfehlungen der Hersteller gewählt. Bei der Negativkontrolle wurde die gleiche Wassermenge beigemischt.

Die Versuche wurden auf der von Meisser (2001) entwickelten Versuchsanlage im Labormassstab durchgeführt. Dabei wurde das Futter in PVC-Behälter eingefüllt und auf 175 kg Frischsubstanz pro Kubikmeter verdichtet. Jeder Behälter wurde mit einer Temperatursonde versehen. Während der Lagerdauer von 30 Tagen wurden alle 30 Minuten die Temperaturen gemessen und aufgezeichnet. Im Ausgangsmaterial sowie nach 30 Tagen Lagerung wurden die TS-Gehalte sowie die Rohnährstoffe mit NIRS bestimmt. Zusätzlich wurde der Anteil unlöslichen Stickstoffs am Gesamtstickstoff (NADF/N total) sowie die Schimmelpilze nach der 30-tägigen Lagerung bestimmt. Die statistische Auswertung erfolgte mit einer Varianzanalyse und dem Bonferroni-Test (Programm SYSTAT 13).

Zusammenfassung

Bodenheu muss bei der Ernte für eine problemlose Lagerung genügend trocken sein. Eine Alternative stellt der Einsatz von Konservierungsmitteln dar, die die Futtererwärmung und den Verderb verhindern. In einem Versuch wurde die Wirksamkeit von verschiedenen Mikroorganismen (Milchsäurebakterien, Hefen und Enzyme) sowie eines Produkts, welches verschiedene Säuren enthält, bei Feuchtheu mit einem Trockensubstanz-Gehalt von 75% im Labormassstab untersucht.

Nur bei der Positivkontrolle mit Propionsäure konnte die Futtererwärmung und der Futterverderb verhindert werden. Die untersuchten Varianten mit verschiedenen Mikroorganismen oder einem chemischen Produkt waren nicht wirksam. Das Futter erwärmte sich und war am Ende des Tests stark verschimmelt.

Tab. 1 | Varianten der ersten Serie

Nr.	Beschreibung	Dosierung für 100 kg Futter
1	Ohne Zusatz (Negativkontrolle)	–
2	Propionsäure (Positivkontrolle)	600 g
3	Enzym Chitinase	0,15 g
4	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	10 ¹¹ KBE
5	<i>Pichia anomala</i> (Dosierung 1)	10 ¹⁰ KBE
6	<i>Pichia anomala</i> (Dosierung 2)	10 ¹¹ KBE

Tab. 2 | Varianten der zweiten Serie

Nr.	Beschreibung	Dosierung für 100 kg Futter
7	Ohne Zusatz (Negativkontrolle)	–
8	Propionsäure (Positivkontrolle)	600 g
9	Enzym Chitinase und <i>Pediococcus pentosaceus</i>	0,15 g 10 ¹¹ KBE
10	Enzym Chitinase und <i>Pichia anomala</i>	0,15 g 10 ¹⁰ KBE
11	<i>Pediococcus pentosaceus</i> und <i>Pichia anomala</i>	10 ¹¹ KBE 10 ¹⁰ KBE
12	Sil All Hay	40 g

Tab. 3 | TS-Gehalte und Rohnährstoffe vom Ausgangsmaterial

	TS	Rohasche	Rohprotein	Rohfaser	ADF	NDF	Zucker	NADF N total
	%	g/kg TS	g/kg TS	g/kg MS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	%
Erste Serie	74,7	80	117	249	271	468	130	3,0
Zweite Serie	75,0	74	115	253	274	482	132	2,3

ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; NADF/N total: Anteil unlöslichen Stickstoffs am Gesamtstickstoff; Zucker: ethanollöslicher Zucker

Tab. 4 | Keimbesatz an Bakterien, Schimmel und Hefen im Ausgangsmaterial

	Aerobe mesophile Bakterien log KBE/g	Schimmel log KBE/g	Hefen log KBE/g
Erste Serie	8,3	6,3	6,1
Zweite Serie	8,3	6,2	6,2

KBE: Koloniebildende Einheiten

Temperaturen während der Lagerung

Alle Varianten ausser der Positivkontrolle erwärmten sich relativ schnell (Abb. 1 und 2). Die Unwirksamkeit vom zugesetzten Milchsäurebakterienstamm ist dadurch erklärbar, dass die Milchsäurebakterien unter anaeroben Bedingungen aktiv sind. Dies ist bei der Lagerung von Feuchtheu jedoch nicht der Fall. Auch mit dem Produkt Sil All Hay konnte die Erwärmung nicht verhindert werden. Es scheint, dass die Dosierung von 400 g pro t nicht ausreichte. Untersuchungen von Wyss (2012) zeigen, dass die Dosierung entscheidend für ein positives Ergebnis ist.

Resultate und Diskussion

Ausgangsmaterial

Die Gehaltswerte des Ausgangsmaterials für die beiden Serien sind in Tabelle 3 dargestellt. Der angestrebte TS-Gehalt von 75 % wurde in beiden Serien erreicht. Bei allen drei Keimgruppen – Bakterien, Schimmelpilze und Hefen – waren die Werte gemäss den VDLUFA-Orientierungswerten erhöht (Tab. 4). Erntefrisches Futter weist jedoch generell erhöhte Werte auf. Nach Adler *et al.* (2014) nimmt der Keimgehalt an Mikroorganismen während der Lagerung unter guten Bedingungen bis zur Verfütterung signifikant ab.

TS-Gehalte und weitere Parameter nach der Lagerung

Während der 30-tägigen Lagerung kam es bei den meisten Varianten zu einem Futterverderb, und es bildete sich Wasser, was an den tieferen TS-Gehalten ersichtlich ist. Nur bei der Positivkontrolle wurden höhere TS-Gehalte als im Ausgangsmaterial festgestellt. Hier konnten sich die unerwünschten Mikroorganismen nicht entwickeln und es fand kein Futterverderb statt. Bei beiden Serien konnten zwischen der Positivkontrolle und den anderen Varianten signifikante Unterschiede bei der Rohasche, dem Rohprotein, dem ethanollöslichen Zucker und den Fasergehalten festgestellt werden (Tab. 5 und 6).

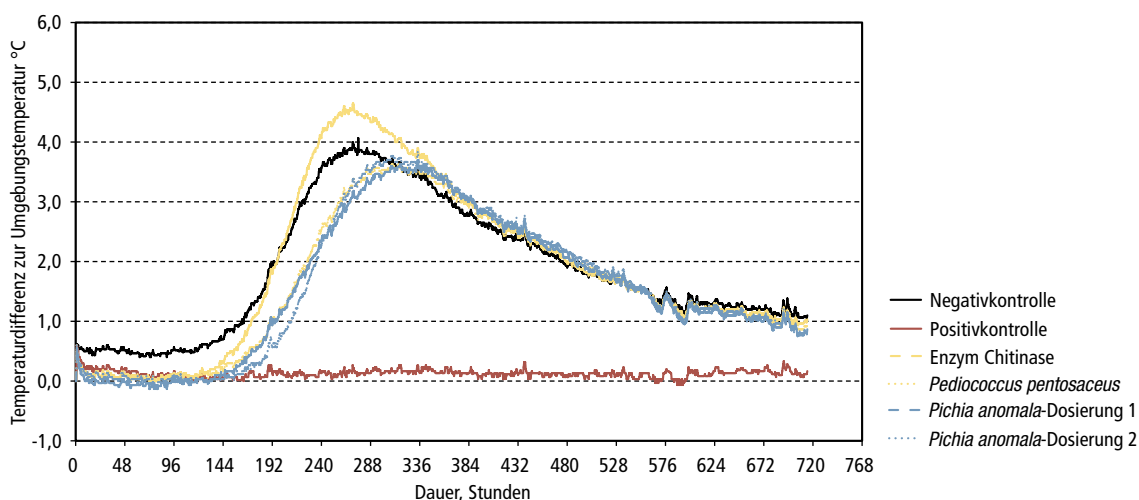


Abb. 1 | Temperaturverlauf der verschiedenen Varianten bei der ersten Serie (Umgebungstemperatur Ø 21,5° C)

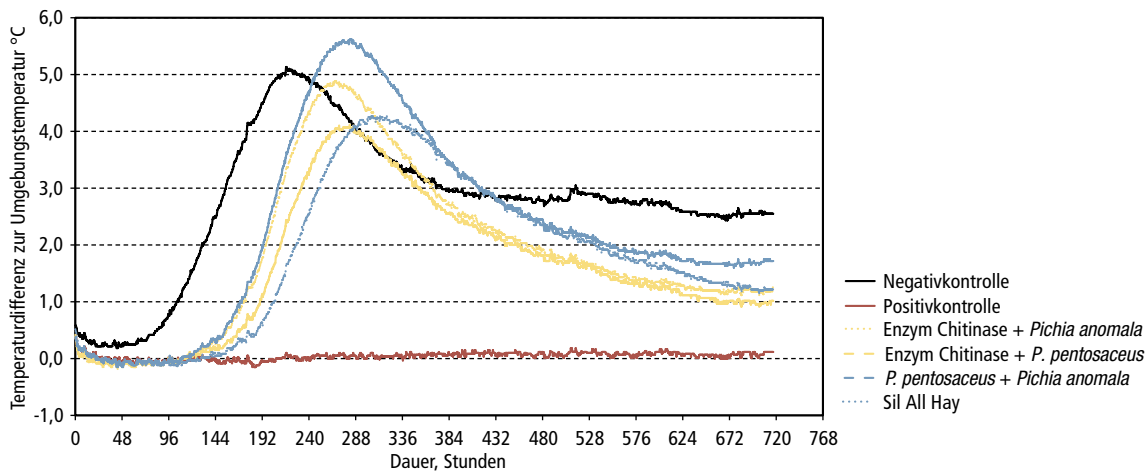


Abb. 2 | Temperaturverlauf der verschiedenen Varianten bei der zweiten Serie (Umgebungstemperatur $\bar{21,0}^{\circ}\text{C}$)

Auch beim Anteil des unlöslichen Stickstoffs am Gesamtstickstoff, einem wichtigen Indikator für den Denaturierungsprozess des Proteins, konnten zwischen den Varianten von der ersten Serie signifikante Unterschiede festgestellt werden. Hingegen waren die Unterschiede bei der zweiten Serie nicht signifikant. Die Positivkontrolle wies bei beiden Serien die tiefsten Werte auf. Nach Weiss *et al.* (1992) nimmt die Verdaulichkeit des Rohproteins mit zunehmendem Anteil des unlöslichen Stickstoffs am Gesamtstickstoff ab.

Auswirkungen hatte der Futterverderb auch auf die TS-Verluste und den NEL-Gehalt des Futters (Tab. 5 und 6). Praktisch keine TS-Verluste wurden bei der Positivkontrolle festgestellt. Hingegen konnten bei den übrigen

Varianten hohe TS-Verluste ermittelt werden. Das gleiche Bild gab es bei den NEL-Gehalten. Signifikant höhere NEL-Gehalte wies das Feuchtheu der Positivkontrolle auf.

Sensorische Beurteilung und Schimmelbefall

Nach der 30-tägigen Lagerung war das Futter von allen Varianten mit Ausnahme der Positivkontrolle total verschimmelt und hatte einen starken Ammoniakgeruch. Die Bestimmung der Schimmelpilze bestätigt die sensorische Beurteilung. Gemäss den Orientierungswerten des VDLUFA (2012) lagen nur die Werte für die Positivkontrolle in der Stufe I, was normalen Werten entspricht. Bei allen übrigen Varianten waren die Werte in der Stufe IV eingestuft, was bereits als verdorben gilt (Abb. 3).

Tab. 5 | Chemische Parameter im Feuchtheu mit 75 % TS der verschiedenen Varianten der ersten Serie nach der Lagerung

	TS-Gehalt %	Rohasche g/kg TS	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	ADF g/kg TS	NDF g/kg TS	Zucker g/kg TS	NADF / N total %	TS-Verluste %	NEL MJ/kg TS
Ohne Zusatz	73,3 ^a	84 ^b	135 ^b	310 ^b	361 ^b	593 ^c	58 ^a	5,7 ^b	11,5 ^b	5,1 ^b
Propionsäure	78,2 ^b	60 ^a	117 ^a	254 ^a	268 ^a	489 ^a	138 ^b	2,4 ^a	0,2 ^a	5,7 ^a
Enzym Chitinase	73,3 ^a	90 ^b	135 ^b	311 ^b	359 ^b	594 ^c	62 ^a	4,4 ^{ab}	13,1 ^b	5,1 ^b
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	74,1 ^a	84 ^b	130 ^b	306 ^b	352 ^b	576 ^{bc}	64 ^a	5,3 ^b	9,5 ^b	5,1 ^b
<i>Pichia anomala</i> (Dosierung 1)	73,6 ^a	88 ^b	129 ^b	313 ^b	360 ^b	590 ^{bc}	63 ^a	5,6 ^b	12,6 ^b	5,0 ^b
<i>Pichia anomala</i> (Dosierung 2)	74,5 ^a	74 ^{ab}	127 ^{ab}	297 ^b	345 ^b	555 ^b	69 ^a	4,5 ^{ab}	9,7 ^b	5,3 ^b
SE	0,53	3,1	2,0	3,4	4,5	6,9	4,2	0,42	1,1	0,06
Signifikanz	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***

ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollöslicher Zucker; NADF/N total: Anteil unlöslicher Stickstoff am Gesamtstickstoff; NEL: Netto Energie Laktation

SE: Standardfehler; n. s.: nicht signifikant; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Verschiedene Kleinbuchstaben in derselben Spalte weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der verschiedenen Varianten bei der 5 %-Schwelle gemäss Bonferroni-Test hin.

Tab. 6 | Chemische Parameter im Feuchtheu mit 75 % TS der verschiedenen Varianten der zweiten Serie nach der Lagerung

	TS-Gehalt %	Rohasche g/kg TS	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	ADF g/kg TS	NDF g/kg TS	Zucker g/kg TS	NADF/N total %	TS-Verluste %	NEL MJ/kg TS
Ohne Zusatz	70,9 ^a	90 ^b	138 ^b	299 ^b	344 ^b	567 ^b	47 ^a	6,3	16,9 ^b	5,2 ^b
Propionsäure	78,5 ^b	67 ^a	116 ^a	253 ^a	267 ^a	469 ^a	140 ^b	3,4	-0,7 ^a	5,6 ^a
Enzym Chitinase + <i>P. pentosaceus</i>	73,6 ^{ab}	84 ^{ab}	132 ^{ab}	302 ^b	342 ^b	563 ^b	64 ^a	4,3	11,9 ^{ab}	5,2 ^b
Enzym Chitinase + <i>P. anomala</i>	72,3 ^{ab}	81 ^{ab}	130 ^{ab}	312 ^b	351 ^b	579 ^b	63 ^a	5,3	14,9 ^b	5,1 ^b
<i>P. pentosaceus</i> + <i>P. anomala</i>	72,6 ^{ab}	83 ^{ab}	136 ^b	302 ^b	344 ^b	564 ^b	62 ^a	5,7	15,3 ^b	5,3 ^b
Sil All Hay	74,2 ^{ab}	76 ^{ab}	131 ^{ab}	299 ^b	339 ^b	561 ^b	73 ^a	4,7	9,5 ^{ab}	5,3 ^b
SE	1,35	3,8	3,4	3,1	4,9	6,6	5,4	0,99	2,6	0,05
Signifikanz	*	*	**	***	***	***	***	n.s.	**	

ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollöslicher Zucker; NADF/N total: Anteil unlöslicher Stickstoff am Gesamtstickstoff; NEL: Netto Energie Laktation
 SE: Standardfehler; n. s.: nicht signifikant; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** P < 0,001

Verschiedene Kleinbuchstaben in derselben Spalte weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der verschiedenen Varianten bei der 5%-Schwelle gemäss Bonferroni-Test hin.

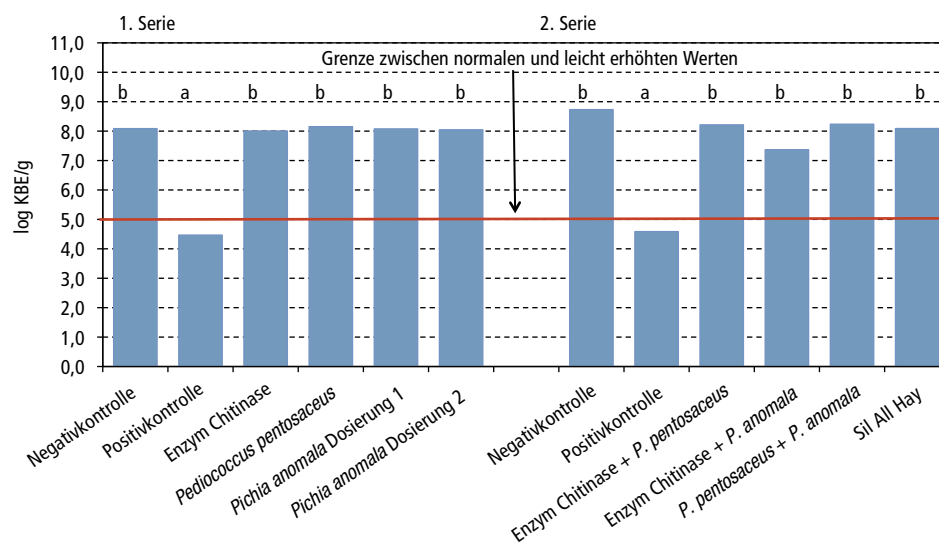


Abb. 3 | Schimmelbesatz im Feuchtheu der verschiedenen Varianten (KBE: Koloniebildende Einheiten)

Schlussfolgerungen

- Das unbehandelte Feuchtheu erwärmte sich während der Lagerung und wies einen hohen Schimmelbefall auf.
- Bei der Positivkontrolle mit Propionsäure konnte die Futtererwärmung und der Futterverderb verhindert werden.

- Die verschiedenen getesteten Produkte waren nicht wirksam. Das behandelte Futter erwärmte sich und war am Ende des Tests stark verschimmelt. Dies ist einerseits durch die Lagerungsbedingungen, die für die Milchsäurebakterien nicht ideal sind, und andererseits durch eine ungenügende Dosierung erklärbar. ■

Riassunto**Test di efficacia di vari conservanti per il fieno umido**

Il fieno essiccato al suolo deve essere sufficientemente asciutto al momento del raccolto per garantire una conservazione senza problemi. Un'alternativa è l'utilizzo di conservanti per impedire il riscaldamento e il deterioramento del foraggio. È stata testata l'efficacia di vari microrganismi (batteri lattici, lieviti ed enzimi) e di un prodotto contenente diversi acidi su un fieno umido con un tenore in sostanza secca del 75 per cento sulla scala del laboratorio. Soltanto il controllo positivo a base di acido propionico ha consentito di evitare il riscaldamento e il deterioramento del fieno umido. Le varianti testate con diversi microrganismi o con un prodotto chimico non si sono rivelate efficaci. Il fieno umido si è riscaldato e al termine dei test è risultato decisamente ammuffito.

Summary**Effect of preservatives in moist hay**

Field-dried hay must be sufficiently dry at harvest for problem-free storage.

Alternatively, preservatives that prevent heating and spoilage may be added to the hay. In a trial, the efficacy of various microorganisms (lactic acid bacteria, yeasts and enzymes) as well as of a product containing various acids was tested in moist hay with a DM content of 75 % on a laboratory scale.

The positive control with propionic acid was the only one preventing the heating and deterioration of the hay. The variants with different microorganisms or a chemical product were not effective: the forage heated, and was highly mouldy at the end of the test.

Key words: hay, preservatives, lactic acid bacteria, yeasts, enzymes.

Literatur

- Adler A., Kiroje P., Reiter E. & Resch R., 2014. Einfluss unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Futterhygiene von Raufutter. Bericht über das 19. Alpenländische Expertenforum, 54–67.
- Meisser M., 2001. Conservation du foin humide. *Revue suisse d'Agriculture* 33 (2), 61–65.
- Weiss W. P., Conrad H. R. & St. Pierre N. R., 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 39, 95–110.
- Wyss U., 2012. Wirkung eines Konservierungsmittels bei Feuchtheu – Ergebnisse 2011. *Agrarforschung Schweiz* 3 (6), 314–321.
- VDLUFA, 2012. Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen. Methodenbuch III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 8. Ergänzungslieferung 2012.