

Qualität von Ganzpflanzensilagen aus Triticale, Hafer und Futtererbsen

Ueli Wyss und Yves Arrigo

Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften INT, 1725 Posieux, Schweiz

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



Das gehäckselte Futter wurde in Laborsilos einsiliert. (Foto: Yves Arrigo, Agroscope)

Einleitung

Getreideganzpflanzen kombiniert mit Futtererbsen werden seit kurzem auch in der Schweiz vermehrt angebaut und einsiliert. Die Gründe dafür sind einerseits die Möglichkeit diese Pflanzen im Herbst nach der Maisernte noch säen um dann im nächsten Sommer Futter ernten zu können. Andererseits soll mit diesem Futter die Strukturversorgung der Milch- oder Mutterkühe verbessert werden.

Die Getreide-Erbsen-Mischungen werden insbesondere in den Grenzlagen des Silomaisanbaus sowie in Biobetrieben angebaut (Thaysen 2010). In Frankreich werden Ganzpflanzensilagen als Futterreserve für Trockenperioden gefördert (Brunschwig 2011). Bereits in den Jahren 1985 bis 1990 wurden an Agroscope Silierversuche mit Triticale und einem Gersten-Proteinerbsen-Gemisch durchgeführt (Schneider *et al.* 1991; Wyss 1994). Dabei zeigte sich, dass wenn die Pflanzen in einem zu frühen Entwicklungsstadium (Milchreife) geerntet werden,

einerseits das Ertragsmaximum noch nicht erreicht ist und andererseits die Silagen oft hohe Buttersäuregehalte aufweisen. Werden die Ganzpflanzen zu spät geerntet, können bei der Ernte bereits Körner abfallen und das sperrige Futter lässt sich weniger gut verdichten, was zu Problemen mit Schimmelbefall und Erwärmungen bei der Entnahme führen kann.

Als optimaler Erntezeitpunkt wird die Mitte der Teigreife (ca. 2–3 Wochen vor der Körnerernte) angesehen. Hier weisen die Pflanzen einen Trockensubstanz (TS)-Gehalt von rund 35 % auf. Zur Verhinderung der Buttersäuregärung beziehungsweise zur Verbesserung der Haltbarkeit bei der Entnahme wird der Einsatz eines Siliermittels empfohlen, welches sowohl Fehlgärungen verursacht durch Buttersäurebakterien verhindert und als auch gegen Nacherwärmungen vorbeugt.

Im Herbst 2011 und 2012 wurden an Agroscope in Posieux verschiedene Triticale-Hafer-Futtererbsen-Mischungen und zudem 2012 auch die Einzelpflanzen separat angebaut mit dem Ziel, die Verdaulichkeit dieser Mischungen mit Hilfe von Verdauungsversuchen mit Schafen zu überprüfen (Arrigo 2014; Arrigo *et al.* 2015). Bei diesen Versuchen ergab sich die Gelegenheit, die Siliereignung dieser Mischungen beziehungsweise Einzelpflanzen und die Qualität der Silagen zu untersuchen.

Material und Methoden

In den Jahren 2012 und 2013 wurden drei beziehungsweise zwei Triticale-Hafer-Futtererbsen-Mischungen zu zwei Terminen geerntet und einsiliert (Abb. 1). Die detaillierten Angaben zu den Mischungen und die Termine sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Zudem wurden 2013 auch die Einzelpflanzen Triticale, Hafer und Futtererbsen separat einsiliert. Das Siliergut wurde gehäckselt und in 1,5 Liter Laborsilos, drei Wiederholungen pro Variante, einsiliert. Beim Einsilieren wurden Proben zur TS-Bestimmung und Bestimmung der Inhaltsstoffe genommen. Zusätzlich wurde auch der Nitratgehalt und die Pufferkapazität bestimmt. Anhand vom TS-Gehalt, dem Zuckergehalt (wasserlösliche Kohlenhydrate) und der Pufferkapazität wurden die Vergärbarkeitskoeffizienten berechnet (Weissbach und Honig 1996). Nach >

Zusammenfassung

In den Jahren 2012 und 2013 wurden an Agroscope in Posieux Versuche mit verschiedenen Mischungen mit Triticale, Hafer und Futtererbsen durchgeführt. Das Siliergut wurde bei zwei Terminen geerntet, gehäckselt und in Laborsilos einsiliert. Zudem wurde bei einigen Mischungen auch der Einfluss eines Siliermittels auf die Hauptgärung und die Nacherwärmungen untersucht. Das Siliergut wies einerseits hohe Zuckergehalte und hohe Vergärbarkeitskoeffizienten und andererseits tiefe Nitratgehalte auf. Die Mischungen und Einzelpflanzen, die zum ersten Termin einsiliert wurden, wiesen teilweise relativ hohe Buttersäuregehalte und dementsprechend eine schlechte Silagequalität auf. Von den drei Pflanzen, die in der Mischung enthalten waren, war insbesondere der Hafer für die schlechte Qualität verantwortlich. Durch den Zusatz eines chemischen Siliermittels konnte die Buttersäure- und Ethanolbildung sowie die Gärgasverluste reduziert und auch die aerobe Stabilität der Silagen verbessert werden.

Tab. 1 | Saatmengen (kg/ha) und Siliertermine

Mischung	Triticale	Hafer	Futtererbsen	1. Termin	2. Termin
A 90/40/30	90	40	30	14.06.2012	28.06.2012
B 90/30/40	90	30	40		
C 90/20/50	90	20	50		
D 90/40/50	90	40	50	27.06.2013	11.07.2013
E 90/40/75	90	40	75		



Abb. 1 | Beim ersten Siliertermin wurden die Pflanzen mit dem Motormäher gemäht.
(Foto: U. Wyss, Agroscope)

einer Lagerdauer von 90 Tagen wurden die Laborsilagen geöffnet und wiederum Proben zur Analyse genommen. Neben den Rohnährstoffen wurden auch die Gärparameter (pH, Gärsäuren, Ammoniak und Ethanol) bestimmt. Bei der Berechnung der Gärgasverluste wurden die gewogenen Gewichtsunterschiede vom Versuchs-

beginn und -ende auf die eingesilte Trockensubstanzmenge bezogen. Zusätzlich wurde die aerobe Stabilität anhand von Temperaturmessungen ermittelt. Alle 30 Minuten wurde die Temperatur gemessen und registriert. Diese Erhebung dauerte zwischen neun und 14 Tagen. Als aerob stabil wurden die Silagen angesehen,

Tab. 2 | Inhaltsstoffe des Ausgangsmaterial beim Einsilieren

Futter	Siliertermin	TS %	Rohasche g/kg TS	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	ADF g/kg TS	NDF g/kg TS	Zucker g/kg TS	Stärke g/kg TS	Nitrat g/kg TS	PK g/kg TS	VK
A 90/40/30	14.06.2012	29,5	43	89	296	323	554	254	–	0,1	34	90
B 90/30/40		28,7	49	90	309	345	588	173	–	0,8	37	66
C 90/20/50		30,8	43	82	289	325	544	279	–	0,2	31	103
A 90/40/30	28.06.2012	36,8	47	79	293	345	559	142	120	0,2	34	69
B 90/30/40		36,8	48	82	294	347	549	136	135	0,3	37	69
C 90/20/50		35,9	51	74	282	316	532	150	121	0,1	31	74
D 90/40/50	27.06.2013	27,0	49	78	327	360	569	216	< 10	0,1	49	62
E 90/40/75		23,2	60	99	338	370	565	168	34	0,4	62	45
D 90/40/50	11.07.2013	35,7	44	72	297	323	529	148	138	0,3	42	64
E 90/40/75		32,5	49	83	295	339	518	156	113	0,2	48	59
Triticale	27.06.2013	34,1	38	56	306	337	552	313	< 10	< 0,1	33	109
Hafer		23,0	57	54	356	389	645	164	< 10	< 0,1	54	47
Futtererbsen		19,8	63	143	277	302	389	180	115	0,1	65	42
Triticale	11.07.2013	38,1	38	58	293	315	511	264	105	< 0,1	29	112
Hafer		32,5	49	50	320	360	592	92	124	< 0,1	45	49
Futtererbsen		25,6	62	133	270	326	402	215	114	0,3	64	52

TS: Trockensubstanz; PK: Pufferkapazität; VK: Vergärbarkeitskoeffizient
ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: wasserlösliche Kohlenhydrate

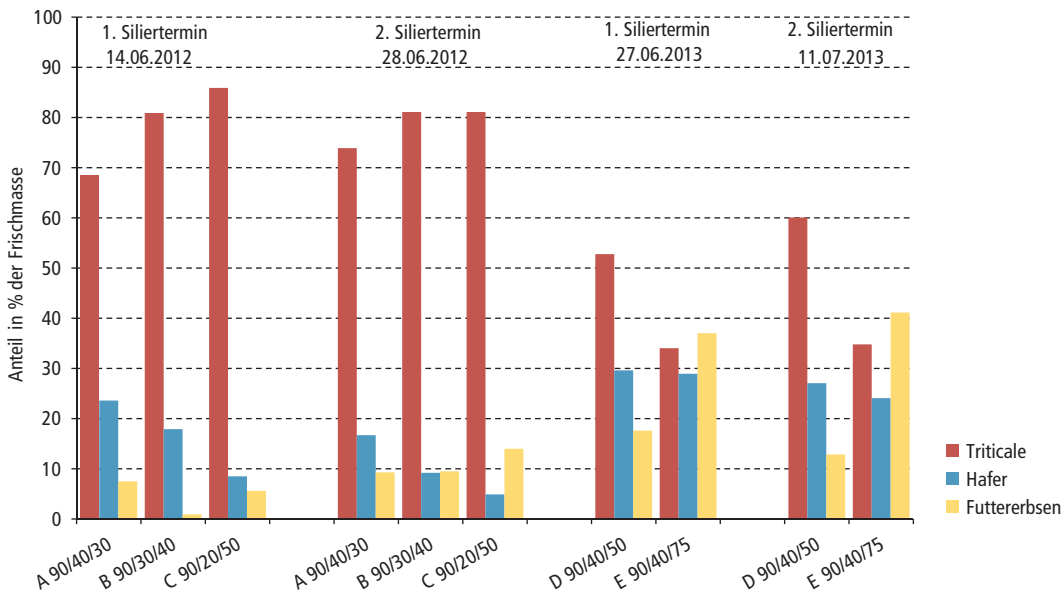


Abb. 2 | Anteile der drei Pflanzen der verschiedenen Mischungen bei den beiden Silierterminen und Jahren.

solange die Temperatur in der Silage die Umgebungstemperatur nicht um mehr als 1° C übertraf.

Bei den drei Mischungen im ersten Versuchsjahr vom zweiten Termin und bei allen Mischungen im zweiten Versuchsjahr wurde sowohl Futter mit und ohne Zusatz eines Siliermittels ensiliert. Beim Siliermittel handelte es sich um das Produkt Kofasil Ultra, einem chemischen Produkt. Es enthält Hexamin, Natriumnitrit, Natriumbenzoat und Natriumpropionat. Die Dosierung betrug 4 l beziehungsweise 4,7 kg pro Tonne Futter.

Resultate und Diskussion

Ausgangsmaterial – hohe Vergärbarkeitskoeffizienten

Die Anteile der drei verwendeten Pflanzen in den verschiedenen Mischungen bezogen auf die Frischmasse bei der Ernte sind aus Abbildung 2 ersichtlich. Im ersten Jahr dominierte vor allem Triticale. Im zweiten Jahr enthielten die Mischungen mehr Hafer und Futtererbsen (Abb. 3). 2012 reiften die Pflanzen schneller ab als 2013. Beim ersten Termin waren beide Getreidearten im Stadium

Tab. 3 | Inhaltsstoffe der Silagen

Futter	Siliertermin	Rohasche g/kg TS	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	ADF g/kg TS	NDF g/kg TS	Zucker g/kg TS	Stärke g/kg TS
A 90/40/30	14.06.2012	50	95	377	422	650	104	–
B 90/30/40		57	98	394	436	672	49	–
C 90/20/50		51	91	346	380	598	93	–
A 90/40/30	28.06.2012	39	84	316	352	559	98	97
B 90/30/40		45	101	304	338	525	119	118
C 90/20/50		44	81	282	310	507	92	163
D 90/40/50	27.06.2013	47	83	350	388	604	66	8
E 90/40/75		62	102	349	390	582	89	13
D 90/40/50	11.07.2013	42	75	291	334	531	83	96
E 90/40/75		51	91	310	347	548	63	102
Triticale	27.06.2013	45	64	340	368	550	234	< 10
Hafer		54	57	386	449	731	39	< 10
Futtererbsen		69	154	289	344	387	89	63
Triticale	11.07.2013	40	62	309	341	527	111	65
Hafer		54	55	369	406	660	58	47
Futtererbsen		56	150	285	322	383	56	123

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: wasserlösliche Kohlenhydrate



Abb. 3 | Die Triticale-Hafer-Erbesen-Mischung beim zweiten Siliertermin 2013. (Foto: U. Wyss, Agroscope)

Milchreife. Beim zweiten Termin war Triticale in der Teigreife und der Hafer immer noch in der Milchreife. Die Rohnährstoffgehalte der verschiedenen Mischungen und der Einzelpflanzen sind aus der Tabelle 2 ersichtlich. Die TS-Gehalte nahmen mit zunehmendem Reifegrad zu

und die meisten Rohnährstoffe ab. Dies geschah auf Kosten der Stärke, die zugenommen hat. Die beiden Mischungen D und E, die einen höheren Anteil an Futtererbsen aufwiesen, wiesen im Durchschnitt den gleichen Rohproteingehalt auf wie die Mischungen A, B und

Tab. 4 | Gärparameter der Silagen

Futter	Siliertermin	TS %	pH	Milchsäure g/kg TS	Essigsäure g/kg TS	Buttersäure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	NH ₃ /N tot. %	DLG Punkte	Gärgasverluste %	Aerobe Stabilität Stunden
A 90/40/30	14.06.2012	26,5	5,1	21	1	31	29	34	20	11,2	336
B 90/30/40		24,8	5,1	20	1	37	29	36	15	11,3	336
C 90/20/50		28,8	4,6	36	11	14	20	30	44	7,7	336
A 90/40/30	28.06.2012	33,2	4,4	36	13	4	12	8	93	2,8	204
B 90/30/40		32,3	4,4	35	18	1	7	9	100	1,9	293
C 90/20/50		35,0	4,2	41	17	1	8	7	100	2,0	295
D 90/40/50	27.06.2013	25,9	4,4	44	20	8	20	10	65	4,5	216
E 90/40/75		22,8	4,5	57	18	3	14	12	86	2,9	159
D 90/40/50	11.07.2013	34,0	4,6	33	15	4	12	11	89	3,4	259
E 90/40/75		31,0	4,7	36	11	13	14	10	51	4,5	312
Triticale	27.06.2013	32,8	4,5	25	9	12	19	9	58	4,2	312
Hafer		22,1	4,7	28	2	42	13	7	6	6,4	312
Futtererbsen		18,9	4,0	145	22	4	18	12	90	4,3	222
Triticale	11.07.2013	35,4	4,5	29	21	2	8	11	100	3,8	289
Hafer		30,0	5,1	19	1	21	22	10	31	7,1	312
Futtererbsen		24,4	4,3	123	27	0	13	10	93	3,4	198

TS: Trockensubstanz; NH₃/N tot.: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

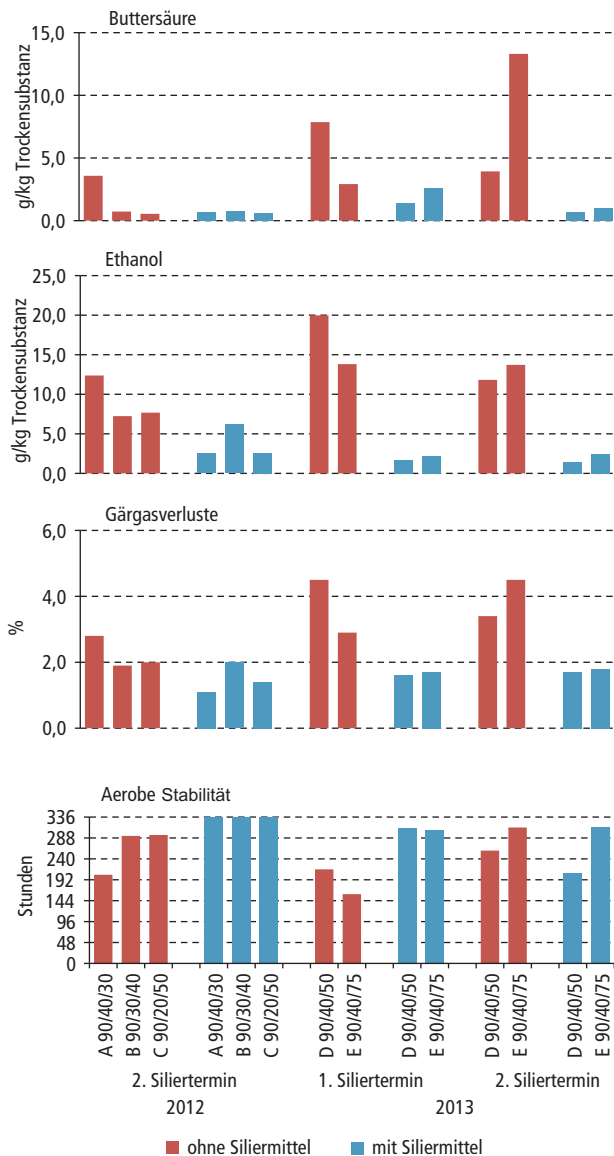


Abb. 4 | Buttersäure, Ethanol, Gärgasverluste und aerobe Stabilität der Silagen ohne und mit Siliermittel.

C. Bei den Einzelpflanzen zeichneten sich die Futtererbsen durch die höchsten Rohproteingehalte, höhere Rohaschegehalt und tiefere Fasergehalte auf. Der Hafer wies die höchsten Faser- und tiefsten Zuckergehalte auf. Was die Silierbarkeit der Mischungen beziehungsweise Einzelpflanzen betrifft, so wiesen alle relativ hohe Vergärbarkeitskoeffizienten auf. Bei Werten über 45 gilt das Futter als leicht silierbar (Weissbach und Honig 1996). Hingegen war der Nitratgehalt insgesamt sehr tief und nach Kaiser *et al.* (1999) gilt Futter mit weniger als 1 g Nitrat pro kg TS als nitratfrei. Nitrat hemmt die Buttersäurebakterien und verhindert so eine Buttersäuregärung.

Silagen – teilweise hohe Buttersäuregehalte

Die Ergebnisse der Rohnährstoffanalysen der Silagen sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Im Vergleich zum Ausgangsmaterial waren die meisten Rohnährstoffe mit Ausnahme vom Zucker- und Stärkegehalt in den Silagen höher. Vor allem der Zucker wurde durch den Gärprozess auf 50 % und die Stärke auf rund 75 % vom Ausgangswert abgebaut. Bei den Einzelpflanzensilagen stach der Hafer mit den höchsten Fasergehalten und die Futtererbsen mit den höchsten Proteingehalten hervor.

Wie bereits bei früheren Untersuchungen (Weissbach und Haacker 1988; Schneider *et al.* 1991) festgestellt wurde, gab es auch bei diesen Untersuchungen bei einigen Silagen erhöhte Buttersäuregehalte. Dies war vor allem bei den Silagen vom ersten Siliertermin beziehungsweise mit dem Futter mit den tieferen TS-Gehalten der Fall. Dementsprechend wiesen diese Silagen auch höhere pH-Werte, tiefere DLG-Punkte und die höchsten Gärgasverluste auf. Weissbach und Haacker (1988) erklärten dies mit den tiefen Nitratgehalten im Ausgangsmaterial und der dadurch fehlenden Hemmwirkung auf die Buttersäurebakteriensporen. Bei den Einzelpflanzen zeigte sich, dass vor allem der Hafer massgeblich von der Buttersäurebildung betroffen war. Hier beeinflussten sicher auch die höheren Fasergehalte beziehungsweise Sperrigkeit des Futters die Milchsäuregärung und pH-Wert-Absenkung. Die reinen Hafersilagen wiesen auch die tiefsten DLG-Punktzahlen auf. Aufgefallen sind auch die Silagen mit den Futtererbsen, die die höchsten Milchsäuregehalte und dementsprechend tiefere pH-Werte aufwiesen.

Die Untersuchungen der aeroben Stabilität zeigten, dass die Silagen nach der Entnahme recht stabil waren. Dabei haben die teils hohen Buttersäuregehalte, die zwar im Hinblick auf die Gärqualität unerwünscht sind, die Hefen in ihrer Aktivität gehemmt und die Stabilität der Silagen verbessert.

Siliermitteleinsatz verbessert Qualität

Der Einsatz des Siliermittels beeinflusste einerseits die Hauptgärung und andererseits auch die Nacherwärmungen. Wie aus der Abbildung 4 ersichtlich ist, reduzierte der Siliermitteleinsatz den Buttersäure- und auch Ethanolgehalt der Silagen. Dies dürfte auf die Hemmwirkung der chemischen Wirkstoffe auf die Buttersäurebakterien und Hefen zurückzuführen sein. Durch die Verminderung der Fehlgärungen waren bei den behandelten Silagen die Gärgasverluste tiefer im Vergleich zu den unbehandelten Silagen. Im Durchschnitt wiesen die behandelten Silagen 94 DLG Punkte auf, im Vergleich dazu hatten die unbehandelten Silagen 83 DLG-Punkte. Die pH-Werte sowie Milch- und Essigsäuregehalte waren

ohne und mit Siliermitteleinsatz praktisch identisch. Hingegen konnten in den behandelten beziehungsweise unbehandelten Silagen durchschnittlich 118 g beziehungsweise nur 87 g wasserlösliche Zucker festgestellt werden, was wiederum auf die Verminderung der Fehlgärungen zurückzuführen ist. Auch bei der aeroben Stabilität zeigte das eingesetzte Siliermittel seine Wirkung. Die behandelten Silagen erwärmten sich in fast allen Fällen weniger schnell (Abb. 4).

Schlussfolgerungen

- Der Anteil an Hafer in der Getreideganzpflanzenmischung mit Futtererbsen sollte nicht zu hoch sein, da der Hafer die Gärqualität der Silagen negativ beeinflusst.
- Die Getreideganzpflanzen mit Futtererbsen sollten im Stadium Teigreife beziehungsweise bei einem TS-Gehalt von rund 35 % siliert werden. Bei einer zu frühen Ernte gibt es vermehrt Probleme mit Buttersäure.
- Durch den Einsatz eines wirksamen Siliermittels kann die Buttersäurebildung reduziert und die aerobe Stabilität der Silagen verbessert werden. ■

Riassunto**Qualità degli insilati con piante intere di triticale, avena e piselli proteici**

Nel 2012 e 2013, presso Agroscope a Posieux, sono state effettuate analisi con diverse miscele a base di triticale, avena e piselli proteici. I prodotti colturali sono stati mietuti in due date diverse, trinciati e insilati in silo da laboratorio. In alcune miscele, è stata inoltre analizzata l'influenza di un coadiuvante per l'insilamento sulla fermentazione principale e il riscaldamento successivo.

Nell'insilato sono stati da una parte individuati livelli elevati di zuccheri e di coefficienti di fermentazione e dall'altra tenori bassi di nitrati.

Le miscele e le erbe che sono state utilizzate dopo la prima data di raccolta presentavano in parte livelli relativamente alti di acido butirrico e pertanto anche una cattiva qualità di insilamento. Dei tre prodotti colturali contenuti nella miscela, in particolare l'avena era responsabile della cattiva qualità.

Tramite l'aggiunta di un coadiuvante chimico per l'insilamento, è stato possibile ridurre la formazione di acido butirrico ed etanolo e la perdita di gas di fermentazione e migliorare la stabilità aerobica degli insilati.

Summary**Quality of whole-crop silage from triticale, oats and forage peas**

Experiments with various mixtures containing triticale, oats and forage peas were carried out at Agroscope Posieux in 2012 and 2013. The crops were harvested on two dates, chopped, and ensiled in laboratory silos. In addition, the influence of a chemical silage additive on lactic acid fermentation as well as the aerobic stability was studied for some mixtures. Results showed that the ensiled materials had high sugar contents, high fermentability coefficients, and low nitrate contents. Some of the mixtures and individual plants ensiled on the first date had a relatively high butyric acid content and hence poor silage quality. Of the three plants contained in the mixture, oats were particularly responsible for the poor quality. The addition of a chemical silage additive reduced butyric acid and ethanol formation as well as fermentation gas losses; in addition, it improved the aerobic stability of the silages.

Key words: whole crop silage, cereals, forage peas, silage quality, aerobic stability.

Literatur

- Arrigo Y., 2014. Nährwertschätzung von Silagen aus Mischungen von Grüngetreide und Erbsen. *Agrarforschung Schweiz* 5 (2), 52–59.
- Arrigo Y., Henneberger S. & Wyss U., 2015. Verdaulichkeit und Abbaubarkeit von Ganzpflanzensilagen bestehend aus Protein- und Getreidepflanzen. *Agrarforschung Schweiz* 6 (4), 144–151.
- Brunshwig P., 2011. Ensiler des céréales immatures, dossier sécheresse, Institut de l'élevage. Zugang: http://www.inst-elevage.asso.fr/spip.php?page=article_espace&id_espace=944&id_article=19868.
- Kaiser E., Weiss K. & Milimonka A., 1999. Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter. *Archives of Animal Nutrition* 52, 75–93.
- Schneider S., Vogel R. & Wyss U., 1991. Die Eignung von Triticale zur Bereitung von Ganzpflanzensilage. *Landwirtschaft Schweiz* 4 (8), 407–411.
- Thaysen J., 2010. Ganzpflanzensilage. Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, S. 867–920.
- Weissbach F. & Honig H., 1996. Über die Voraussage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. *Landbauforschung Völkenrode* 46 (1), 10–17.
- Weissbach F. & Haacker K., 1988. Über die Ursachen der Buttersäuregärung in Silagen aus Getreideganzpflanzen. *Das wirtschaftseigene Futter* 34, 88–99.
- Wyss U., 1994. Gärqualität von Gerste-Proteinerbsen-Ganzpflanzensilagen. *Agrarforschung* 1 (1), 19–21.