

Ocena dodatków chemicznych stosowanych przy kiszeniu podsuszanej zielonki z lucerny

Rafał Bodarski¹, Tomasz Wertelecki¹, Tomasz Kowalik²

¹Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, ul. Chelmońskiego 38 C, 51-630 Wrocław, bodarski@zoo.ar.wroc.pl

²Brenntag Polska Sp. z o.o.

Materiał badawczy stanowiła lucerna podsuszona do zawartości ok. 56% s.m. (III pokos). Lucernę zakiszono w warunkach laboratoryjnych w 3,5-litrowych mikrosilosach bez dodatku (grupa kontrolna) lub z dodatkiem dwóch mieszanin kwasów organicznych, w których głównymi składnikami były kwas mrówkowy i mlekowy (preparat Neubacid-Sil P Liquid) oraz kwas propionowy i mrówkowy (preparat Neubacid-Sil C Liquid). Oba dodatki stosowano w ilości 0,3%. W kiszoncek oznaczono ilość LKT, pH i zawartość azotu amoniakalnego, podstawowy skład chemiczny oraz frakcje NDF i ADF. Określono także straty suchej masy i białka ogólnego w procesie zakiszania oraz stabilność tlenową sianokiszzonek, a także powtórnie – jej skład po teście stabilności. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że mieszanina kwasu mrówkowego i mlekowego w ilości 0,3% może być zalecana przy konserwacji podsuszanej zielonki z lucerny. Po jej zastosowaniu uzyskano poprawę składu chemicznego kiszoncek oraz zmniejszenie strat suchej masy i białka w czasie kiszenia. Preparat ten nie zwiększa jednak stabilności tlenowej kiszoncek z lucerny. Stosowanie mieszaniny kwasu propionowego i mrówkowego w ilości 0,3% jest zasadne przy kiszeniu mocno podsuszanej lucerny, gdyż poprawia jakość i skład chemiczny pasz, zmniejsza straty suchej masy i białka ogólnego w czasie procesu kiszenia oraz zwiększa stabilność tlenową kiszoncek.

SŁOWA KLUCZOWE: lucerna / kiszoncek / dodatki chemiczne / jakość kiszoncek / skład chemiczny / straty składników / stabilność tlenowa

Uzyskanie kiszoncek bardzo dobrej jakości z roślin motylkowatych, w tym z lucerny, jest trudne, gdyż są to rośliny źle się zakiszające z uwagi na niską zawartość cukrów prostych oraz wysoką pojemność buforową [8, 10]. Z tych względów zaleca się przed zakiszeniem podsuszenie lucerny na pokosach do zawartości suchej masy ok. 30-35% [8]. Z wielu obserwacji wynika jednak, że w czasie podsuszania uzyskuje się zielonki o wyższej koncentracji suchej masy, przekraczającej 45% [15]. Materiał taki jest trudny do ubicia, a w konsekwencji jest także narażony na rozwój mikroorganizmów butują-

cych w warunkach tlenowych [16]. Co więcej, uzyskane kiszonki są słabo zakwaszone (pH powyżej 5,0), stanowiąc dobre środowisko dla rozwoju patogennych mikroorganizmów *Listeria monocytogenes*, które są wrażliwe na pH poniżej 4,5 [15]. Ponadto kiszonki takie łatwo ulegają wtórnemu rozkładowi tlenowemu w czasie wyładunku ze zbiornika [4]. Z tych względów, dla takiego rodzaju materiału roślinnego celowe jest stosowanie specjalnych dodatków chemicznych ułatwiających proces kiszenia oraz przeciwdziałających psuciu się materii organicznej w warunkach dostępu powietrza [14].

Biorąc powyższe pod uwagę przeprowadzono badania, których celem było sprawdzenie skuteczności działania dwóch nowych mieszanin kwasów organicznych stosowanych przy kiszeniu mocno przesuszonej lucerny.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiła lucerna z III pokosu, zbieranego na początku trzeciej dekady sierpnia 2003 r., poddana wędnięciu na pokosach przez 24 godziny. Wyjątkowe warunki pogodowe, związane z niską wilgotnością gleby i powietrza w czasie sezonu wegetacyjnego i podsuszania na pokosach, sprawiły, że zakiszana zielonka charakteryzowała się bardzo wysoką zawartością suchej masy, wynoszącą 56,2%.

Rozdrobnione w warunkach terenowych zielonki (sieczkarnia połowa Claas Jaguar 840, średnia teoretyczna długość sieczki 1 cm) zakiszono na skalę laboratoryjną w 3,5-litrowych, szklanych, gazoszczelnych słojach w trzech wariantach:

- grupa kontrolna – 0 (bez dodatku);
- grupa doświadczalna – P (z dodatkiem Neubacid-Sil P Liquid, zawierającego jako główne składniki kwas mrówkowy i mlekowy);
- grupa doświadczalna – C (z dodatkiem Neubacid-Sil C Liquid, w którego składzie podstawowymi związkami były kwas propionowy i mrówkowy).

Oba konserwanty stosowano w ilości 0,3%, zalecanej przez producenta – Brenntag Polska Sp. z o.o. Dla każdego zabiegu wykonano trzy powtórzenia (po trzy mikrosilosy w każdej grupie). W celu ujednoczenia warunków fermentacji, w każdym silosie zakiszono tę samą ilość zielonki. Gęstość ubicia kiszzonek wynosiła 240 kg s.m./m³. Po 14 tygodniach przechowywania w warunkach pokojowych (temp. 21-23°C) utworzono słoje i pobrano z nich próbki kiszzonek, w których wykonano oznaczenia ilości LKT, pH i zawartości azotu amoniakalnego oraz podstawowego składu chemicznego (analiza weendeńska), poszerzonego o oznaczenia frakcji NDF i ADF (wg van Soesta). Wszystkie analizy laboratoryjne przeprowadzono zgodnie z powszechnie przyjętymi metodami analitycznymi [1]. Straty suchej masy i białka ogólnego w trakcie procesu zakiszania oszacowano na podstawie różnic pomiędzy masą zielonek ubitych w słojach a ich masą po zakiszeniu oraz zawartością suchej masy i białka ogólnego w zielonce i w kiszzonekach.

Dodatkowo z każdego słoja pobrano kilogram kiszzonek w celu przeprowadzenia testu stabilności tlenowej. Wystawione na działanie powietrza próbki kiszzonek inkubowano w styropianowych pojemnikach z wieczkami, w izolowanym termicznie po-

mieszczeniu, w temperaturze 21°C przez okres 7 dni (168 godzin). W tym czasie, za pomocą automatycznego, elektronicznego, wielkanałowego termometru LB-711, co godzinę wewnątrz próbek kiszonek mierzono i rejestrowano temperaturę. Zgodnie z przyjętymi standardami, czas po którym temperatura kiszonki wzrosła o 1°C ponad temperaturę otoczenia uznano za okres jej stabilności. Po 7 dniach wystawienia na działanie powietrza powtórnie oceniono jakość kiszonek, aby zweryfikować zarejestrowane w teście stabilności niekorzystne procesy psucia się materii organicznej.

Uzyskane wyniki poddano opracowaniu statystycznemu, przy pomocy analizy wariacji jednoczynnikowej, weryfikując istotność różnic między średnimi z grup testem wielokrotnego rozstępu Duncana przy pomocy oprogramowania SAS [13].

Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej masy w kiszonkach z lucerny mieściła się w przedziale 53,2-54,8%, co na postawie klasyfikacji konserwowanych pasz objętościowych podanej przez Podkówkę [11], uzasadnia nazywanie ich sianokiszonkami.

Zastosowanie badanych dodatków do kiszenia przesuszonej lucerny korzystnie wpłynęło na obniżenie ilości frakcji NDF i ADF oraz na zwiększenie koncentracji związków bezazotowych wyciągowych (tab. 1). Mechanizm takiego działania polegał zapewne na skróceniu czasu zakiszania lucerny z udziałem konserwantów, przez co

Tabela 1 – Table 1

Skład chemiczny sianokiszonek z lucerny
Chemical composition of alfalfa haylages

Wyszczególnienie Specification	Sianokiszonka – Haylage		
	0	P	C
Sucha masa (g/kg) Dry matter (g/kg)	531,9	543,6	547,6
Białko ogólne (g/kg s.m.) Crude protein (g/kg DM)	177,6	181,0	178,3
Włókno surowe (g/kg s.m.) Crude fibre (g/kg DM)	349,9	317,9	317,4
Tłuszcz surowy (g/kg s.m.) Crude fat (g/kg DM)	29,3	21,1	29,0
Popiół surowy (g/kg s.m.) Crude ash (g/kg DM)	83,6	82,6	81,7
Związki bez-N wyciągowe (g/kg s.m.) N-free extractives (g/kg DM)	359,6 ^a	397,4 ^b	393,6 ^b
NDF (g/kg s.m.) NDF (g/kg DM)	550,0 ^{Aa}	524,3 ^{ABb}	494,2 ^{Bc}
ADF (g/kg s.m.) ADF (g/kg DM)	373,8 ^a	346,0 ^b	335,2 ^b

0 – bez dodatku – without additive; P – Neubacid-Sil P Liquid; C – Neubacid-Sil C Liquid

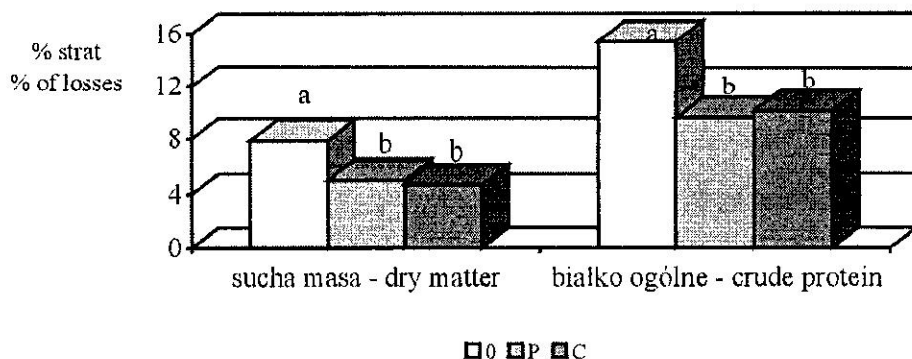
Wartości w rzędach oznaczone różnymi literami: A, B – różnią się statystycznie wysoko istotnie (P≤0,01)

Values in rows with different letters: A, B – differ statistically significantly on P≤0.01

Wartości w rzędach oznaczone różnymi literami: a, b, c – różnią się statystycznie istotnie (P≤0,05)

Values in rows with different letters: a, b, c – differ statistically significantly on P≤0.05

w paszach tych mniej węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie uległo przefermentowaniu. W sytuacji, gdy w kiszonkach pozostało więcej węglowodanów niestrukturalnych, ilość włókna i jego frakcji pozornie zmalała. Teza ta potwierdzona została przez wyniki dotyczące strat suchej masy i białka ogólnego zarejestrowane podczas konserwacji lucerny (rys. 1). Zastosowanie obu preparatów wyraźnie zmniejszyło wielkość tych strat w procesie kiszenia.



0 – bez dodatku – without additive; P – Neubacil-Sil P Liquid; C – Neubacil-Sil C Liquid. Wartości oznaczone różnymi literami: a, b – różnią się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$). Values with different letters: a, b – differ statistically significantly on $P \leq 0,05$

Rys. Straty suchej masy i białka ogólnego w czasie zakiszania lucerny
Fig. Losses in dry matter and crude protein during ensiling of alfalfa

Innym korzystnym efektem działania obu dodatków kwasów organicznych była wyraźnie lepsza jakość sianokiszonek z lucerny w porównaniu do sianokiszonki bez dodatku (tab. 2). Sianokiszonki z konserwantami zawierały więcej kwasu mlekowego i mniej octowego, charakteryzowały się niższym pH i mniejszą ilością azotu amoniakalnego; zostały ocenione jako bardzo dobre (96-98 punktów). Sianokiszonka z grupy kontrolnej uzyskała ocenę dobrą i miała znacznie gorsze, wysokie pH – bliskie 5,0. Analogiczne, korzystne działanie chemicznych dodatków kiszonkarskich przy konserwacji roślin motylkowatych i ich mieszanek z trawami, polegające na poprawie składu chemicznego i jakości kiszonek oraz na zmniejszeniu strat suchej masy i białka obserwowano w badaniach innych autorów [2, 3, 6, 7, 12].

Stabilność tlenową sianokiszonek z lucerny oceniono na różnym poziomie (tab. 2). Według testu stabilności, sianokiszonki z grupy kontrolnej (bez konserwantu) i z dodatkiem mieszaniny kwasu propionowego i mrówkowego (grupa C) były stabilne. Przez 168 godzin dopływu powietrza nie zanotowano wzrostu ich temperatury o 1°C , choć warto zaznaczyć, że od 143. godziny aeracji próbek temperatura lucerny zakiszanej bez dodatku zaczęła się wyraźnie podnosić. Wzrost temperatury o 1°C nastąpił natomiast w przypadku sianokiszonki z dodatkiem kwasu mrówkowego i mlekowego (grupa P) po 151 godzinach wystawiania jej próbek na działanie powietrza (tab. 2).

Powyższe obserwacje potwierdzono analizą jakości sianokiszonek po 7 dniach dopływu powietrza (tab. 2). Jakość sianokiszonki z grupy C była bardzo dobra i niewiele gorsza od jakości sprzed wystawienia na działanie powietrza. Wyraźnemu pogorszeniu uległa natomiast jakość sianokiszonki z drugim dodatkiem (grupa P), a wynik

Tabela 2 – Table 2
Jakość i stabilność tlenowa sianokiszonek z lucerny
Quality and aerobic stability of alfalfa haylages

Wyszczególnienie Specification	Przed dopływem powietrza Before aeration			Po dopływie powietrza* After aeration*		
	0	P	C	0	P	C
Kwas octowy (g/kg s.m.) Acetic acid (g/kg DM)	26,4 ^a	17,4 ^b	14,1 ^b	37,9 ^{ABa}	51,1 ^{Bb}	17,1 ^{Ac}
Kwas masłowy (g/kg s.m.) Butyric acid (g/kg DM)	0	0	0	0	0	0
Kwas mlekowy (g/kg s.m.) Lactic acid (g/kg DM)	51,2 ^a	67,7 ^b	69,9 ^b	45,2 ^{ABa}	35,1 ^{Bb}	66,0 ^{Ac}
Punkty wg Fliega-Zimnera Score acc. Flieg-Zimmer	77	96	98	66	58	96
Jakość kiszonek Quality of silages	dobra good	b. dobra v. good	b. dobra v. good	dobra good	zadawal. satisfact.	b. dobra v. good
pH	4,96 ^A	4,66 ^B	4,62 ^B	5,09 ^A	5,14 ^A	4,66 ^B
N-NH ₃ (% N ogólnego) N-NH ₃ (% N total)	6,78 ^a	4,61 ^b	4,76 ^b	6,88 ^{ABa}	7,03 ^{Ba}	4,97 ^{Ab}
Stabilność tlenowa (godz.)** Aerobic stability (hours)**				–	151	–

*Próbki sianokiszonek wystawione zostały na działanie powietrza przez 7 dni

*Haylage samples were aerated during 7 days

**Czas wystawienia na działanie powietrza, po którym temperatura próbek sianokiszonek wzrosła o 1°C (brak liczby oznacza brak wzrostu temperatury przez 168 godzin testu)

**Time of aeration, after that the temperature of haylage samples was increased by 1°C (a lack of number mean the lack of temperature increasing during 168 hours of investigation)

0 – bez dodatku – without additive; P – Neubacil-Sil P Liquid; C – Neubacil-Sil C Liquid

Statystyka wykonana osobno dla wyników przed i po natlenianiu; wartości w rzędach oznaczone różnymi literami: A, B – różnią się statystycznie wysoko istotnie (P≤0,01); wartości w rzędach oznaczone różnymi literami: a, b, c – różnią się statystycznie istotnie (P≤0,05)

The statistic was carried out separately for results before and after aeration; values in rows with different letters: A, B – differ statistically significantly on P≤0.01; values with different letters: a, b, c – differ statistically significantly on P≤0.05

oceny kiszonki z grupy kontrolnej był pośredni – jej jakość w trakcie testu stabilności obniżyła się, ale nie w tak dużym stopniu jak w przypadku kiszonki z dodatkiem mieszaniny kwasu mrówkowego i mlekowego (grupa P).

Uzyskane różnice między stabilnością tlenową sianokiszonek tłumaczyć można faktem, iż kwas mlekowy, którego było znacznie więcej w sianokiszonkach z dodatka-

mi niż w lucernie z grupy kontrolnej, jest związkiem słabo przeciwdziałającym tlenowemu psuciu się materii organicznej. Znacznie lepszym inhibitorem wtórnego zagrzewania się kiszonek jest kwas octowy [9], stąd lucerna zakiszona bez dodatku, zawierająca więcej tego kwasu, była paszą bardziej stabilną tlenowo niż sianokiszonka z dodatkiem preparatu zawierającego kwas mrówkowy i mlekowy (grupa P). Natomiast lucerna z drugim preparatem, pomimo że zawierała mało kwasu octowego, nie uległa zepsuciu, gdyż w tym dodatku chemicznym jest obecny kwas propionowy, hamujący rozwój mikroorganizmów w warunkach dostępu powietrza. Bardzo podobne wyniki uzyskano we wcześniejszych badaniach nad kiszaniem mieszanki lucerny z trawami o wysokiej zawartości suchej masy z innym dodatkiem chemicznym, zawierającym także kwas propionowy i jego sól [5]. W badaniach tych potwierdzono skuteczność tych związków chemicznych w hamowaniu tlenowego rozwoju drożdży i pleśni – mikroorganizmów bezpośrednio odpowiedzialnych za procesy rozkładu masy organicznej w warunkach tlenowych [8].

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

– preparat będący mieszaniną kwasu mrówkowego i mlekowego (Neubacid-Sil P Liquid), dodawany w ilości 0,3%, może być zalecany przy produkcji sianokiszonki z lucerny jako dodatek polepszający skład chemiczny, zmniejszający straty suchej masy i białka w czasie konserwacji, a także poprawiający jakość uzyskanej paszy; preparat ten jednak nie wykazuje zdolności zwiększania stabilności sianokiszonki z lucerny wystawionej na działanie powietrza;

– stosowanie dodatku chemicznego zawierającego kwasu propionowy i mrówkowy (Neubacid-Sil C Liquid), w dawce 0,3%, jest celowe przy kiszaniu mocno podsuszonej lucerny, gdyż poprawia skład chemiczny (w paszy zachowuje się więcej węglowodanów niestrukturalnych) i jakość uzyskanej sianokiszonki, zmniejsza straty suchej masy i białka ogólnego w czasie procesu kiszania oraz wyraźnie zwiększa stabilność tlenową tak zakonserwowanej lucerny.

PIŚMIENNICTWO

1. AOAC, 1990 – Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
2. BADER S., 1997 – Möglichkeiten zur Steuerung des Garungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung durch kombinierte Anwendung biologischer und chemischer Zusätze. *Landbauforschung Volkenrode*, Sonderheft 176, I-110.
3. BODARSKI R., KRZYŚKO-LUPICKA T., SŁUPCZYŃSKA S., KRZYWIECKI S., KINAL S., 2003 – The influence of different ensiling agents' application on microbiological composition of worsening quality silage made from red clover-grass mixture. Chemical in sustainable agriculture. *Chemistry for Agriculture* 4, 361-366.
4. BODARSKI R., KRZYWIECKI S., 2001 – Nowoczesne technologie konserwowania pasz z użytków zielonych oraz ich wykorzystanie w żywieniu bydła. *Łąkarstwo w Polsce* 4, 25-36.
5. BODARSKI R., STEPNIEWICZ R., KRZYWIECKI S., KRZYŚKO-LUPICKA T., SŁUPCZYŃSKA M., 2003 – Quality, microbiological status and aerobic stability of wilted grass-alfalfa silages made with different (chemical or microbiological) additives. Proceedings of 11th International Scientific Symposium „Forage Conservation”, 9-11 September, Nitra, Slovak Republic, 114-115.

6. HAIGH P.M., CHAPPLE D.G., 1998 – The effect of formic acid, formic acid salt and formic acid with formalin on silage fermentation, digestibility and intake, and on liveweight change of young cattle. *Journal of Agricultural Engineering Research* 69, 267-271.
7. KORNIWICZ A., BODARSKI R., KINAL S., ŻUROWSKA J., 2004 – The effect of chemical preservative on nutrients losses during ensilage process of alfalfa-grass mixture. New agrochemicals and their safe use for health and environment. *Chemistry for Agriculture*, Vol. 5, 302-307.
8. MCDONALD P., HENDERSON A.R., HERON S.J.E., 1991 – The biochemistry of silage. Marlow UK, Chalcombe Publications, s. 340.
9. MOON N.J., 1983 – Inhibition of the growth of acid-tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. *Journal of Applied Bacteriology* 55, 454-460.
10. PAHLOW G., RAMMER C., SLOTTNER D., TUORI M., 2002 – Ensiling of legumes. In: R.J. Wilkins and C. Paul (eds): *Legume Silages for Animal Production – LEGSIL*. Braunschweig, FAL, 27-31.
11. PODKÓWKA W., 1979 – Nowoczesne metody kiszenia pasz. PWRiL, Warszawa.
12. POTKAŃSKI A., CIEŚLAK A., SZUMACHER-STRABEL M., WYLĘGAŁA S., RACZKOWSKA-WERWIŃSKA K., GUBAŁA A., KOWALCZYK J., 2005 – The stability of silage containing biological and chemical additives assessed using a Rusitec system. *Journal of Animal and Feed Sciences* 14, Suppl. 1, 307-310.
13. SAS® Procedures guide. Ver. 6.3rd Edit, SAS Institute, Cary Inc., NY, 705.
14. TAMM U., LÄTTEMÄE P., SARAND R.J., 1999 – Influence of AIV – 2000 treated red clover-grass silage on feed intake and milk yield. Conference Proceedings the XIIth International Silage Conference, July 5-7, Uppsala, Sweden, 211-212.
15. WEDDELL J.R., 1997 – Quality in big bale grass silage. Proceedings of 8th International Symposium „Forage Conservation”, Brno, Czech Republic, 142-143.
16. WEISSBACH F., 2003 – Theory and practice of ensuring good quality of silages from grass and legumes. Proceedings of 11th International Scientific Symposium „Forage Conservation”, 9-11 September, Nitra, Slovak Republic, 31-34.

Rafał Bodarski, Tomasz Wertelecki, Tomasz Kowalik

The evaluation of chemical additives supplementation in ensiling of wilted alfalfa

S u m m a r y

The experimental material was 3rd cut of alfalfa, high wilted to the concentration of dry matter about 56%. Alfalfa was ensiled on a laboratory scale, in 3,5 l microsiloses without any additive (control group), or with the chemical additive Neubacid-Sil P Liquid (basic compounds: formic and lactic acid) and with the chemical preservative Neubacid-Sil C Liquid (basic compounds: propionic and formic acid). Both preservatives were added at dose of 0,3%. In silages, the quality markers (VFA, pH, N-NH₃), basic chemical composition, as well as NDF and ADF were determined. Moreover, the dry matter and crude protein losses during ensiling process, aerobic stability and quality of haylages after aeration were evaluated. On the basis of obtained results, it could be stated that the additive with formic and lactic acid at dose 0,3% can be recommended for ensiling of high wilted alfalfa. Addition of this preservative improved quality and chemical composition of

alfalfa haylage, decreased dry matter and protein losses during ensiling process, but had no effect on aerobic stability. Apart from that the effectiveness of preservative with propionic and formic acid at dose of 0,3% in ensiling of alfalfa haylage was also demonstrated. The alfalfa haylage with this additive was characterized by better quality and chemical composition, lower dry matter and protein losses during ensiling process, as well as by higher aerobic stability in comparison with alfalfa haylage without additive.