

WPLYW RODZAJU FOLII I LICZBY OWINIĘĆ BELI NA STRATY SUCHEJ MASY I JAKOŚĆ KISZONKI Z RUNI ŁĄKOWEJ

**Barbara WRÓBEL, Halina JANKOWSKA-HUFLEJT,
Jerzy BARSZCZEWSKI**

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Użytków Zielonych

Słowa kluczowe: jakość kiszonki, kiszonka z runi łąkowej, liczba warstw folii, rodzaj folii

Streszczenie

Badania, których celem była ocena strat suchej masy i jakości kiszzonek w dużych belach w zależności od rodzaju folii i liczby jej warstw, przeprowadzono w 2007 r. Kiszonki sporządzono z podsuszonej runi łąkowej I pokosu. Bele owijano 2, 4, 6 i 8 warstwami folii importowanej i krajowej, obie o szerokości 500 mm i grubości 0,025 mm. Po trzech tygodniach oceniono szczelność owinięcia bel, a po 190 dniach straty suchej masy, stopień porażenia pleśniami i jakość kiszzonek. Większa liczba warstw folii wpływała na większą szczelność beli oraz zmniejszenie porażenia kiszzonek pleśniami, średnio z 50% powierzchni (2 warstwy folii) do 1,5% (8 warstw folii). Porażenie pleśniami zależało też istotnie od rodzaju folii – kiszonki owinięte folią importowaną były mniej porażone niż kiszonki owinięte folią krajową. Większa liczba warstw folii istotnie wpłynęła na zmniejszenie strat suchej masy kiszonki w stosunku do 2 warstw folii: 4 warstwy folii 3-krotnie, 6 warstw 10-krotnie, a 8 warstw folii zmniejszyło te straty praktycznie do 0. Liczba warstw folii wpływała ponadto na niektóre parametry chemiczne kiszzonek: zwiększenie zawartości kwasu masłowego (najwięcej po owinięciu 8 razy) oraz udziału w sumie kwasów mlekowego (głównie po owinięciu 4 i 6 razy) i octowego (najwięcej po 8 owinięciach folią). Rodzaj folii wpływał istotnie na ocenę końcową kiszzonek w skali punktowej Fliega-Zimmera. Kiszonki owinięte folią importowaną zawierały istotnie mniej amoniaku i kwasu mlekowego i uzyskały mniej punktów niż owinięte folią krajową. Rodzaj zastosowanej folii nie wpływał na wartość pokarmową kiszzonek, gdyż zawartość białka ogólnego, popiołu surowego i koncentracja energii NEL były podobne we wszystkich wariantach doświadczenia. Istotny był natomiast wpływ większej liczby owinięć folią na zwiększenie zawartości białka ogólnego.

WSTĘP

Konserwacja masy roślinnej poprzez jej zakiszenie jest procesem, przebiegającym w warunkach beztlenowych. Podstawowy element, decydujący o jego przebiegu i o dalszym przechowywaniu kiszonki, to jej zabezpieczenie przed dostępem powietrza. Jest to szczególnie ważne w technologii zakiszenia w dużych belach, gdzie powierzchnia kiszonki, która ma bezpośredni kontakt z folią, jest 6–8 razy większa niż powierzchnia kiszonki w silosie. Wyniki niektórych dotychczasowych badań dotyczących zakiszenia w dużych belach cylindrycznych wskazują, że na przebieg fermentacji i jakość uzyskanej kiszonki może wpływać liczba warstw folii zastosowanej do zabezpieczenia bel [FORRISTAL i in., 1999; GUDMUNDSSON, 2001; HEIKKILÄ i in., 2002; NONAKA i in., 1999; O'KIELLY i in., 2000; 2002] oraz jej grubość [FORRISTAL i in., 2002]. Większość autorów jest zgodnych, że do prawidłowego przebiegu procesu fermentacji mlekowej i przechowywania kiszonek w dużych belach należy stosować minimum 4 warstwy folii polietylenowej o grubości 0,025 mm i minimum 6 warstw folii cieńszej (np. 0,014 mm) [FORRISTAL i in., 2002]. Opinie na temat optymalnej liczby warstw folii zależą również od warunków klimatycznych, w jakich się ją stosuje. Przykładowo w warunkach klimatu tropikalnego żywotność folii jest generalnie mniejsza niż w warunkach klimatu umiarkowanego [PAILLAT, GAILLARD, 2001], co wskazuje na potrzebę użycia wówczas większej liczby warstw folii. W Polsce na ogół zaleca się stosowanie 4 warstw folii, a w przypadku zakiszenia materiału o dużej zawartości suchej masy nawet 6 warstw. Jednakże w praktyce rolnicy z oszczędności stosują często mniej niż 4 warstwy.

Celem prezentowanych badań było porównanie wpływu rodzaju folii i liczby jej warstw na straty suchej masy oraz jakość kiszonki z runi łąkowej zakiszanej i przechowywanej w warunkach klimatu (głównie temperatury) centralnej Polski. Założono, że zwiększenie liczby warstw folii do owijania zakiszanej masy roślinnej w dużych belach istotnie poprawi jakość kiszonki i ograniczy straty suchej masy kiszonki niezależnie od rodzaju zastosowanej folii.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w 2007 r. w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych¹⁾ w Falentach na zlecenie firmy Dow Europe GmbH. Surowcem kisonkarskim była ruń łąkowa z I pokosu łąki trwałej, położonej w siedlisku grądowym, plonującej na poziomie 5 t·ha⁻¹ s.m. W składzie runi dominowały trawy (87%): wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L. s.str.), wyczyniec wyniosły (*Alopecurus pratensis* L.), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.),

¹⁾ Obecnie Instytut Technologiczno-Przyrodniczy.

rajgras wyniosły (*Arrhenaterum elatius* (L.) P.Beauv. ex J. Presl et C. Presl), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* Huds.), perz właściwy (*Elymus repens* L.). Resztę (2–4%) stanowiły rośliny motylkowate (bobowate), głównie koniczyna biała (*Trifolium repens* L.) oraz zioła i chwasty: mniszek lekarski (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg.), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L. s.str.), jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens* L.), szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa* L.), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* L.). Łąkę koszone w fazie kłoszenia kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) (22 maja 2007 r.) kosiarką rotacyjną z kondycjonerem. Skoszoną ruń pozostawiono na powierzchni łąki, a następnego dnia po podsuszeniu (średnia zawartość suchej masy 400–450 g·kg⁻¹) zgrabiono w walki i zebrano prasą rolującą Z-562.

W ramach eksperymentu zebrano 40 dużych bel o masie ok. 400 kg i z każdej pobrano próbki materiału roślinnego do analiz chemicznych. Po przewiezieniu na miejsce składowania bele owinięto folią na owijarce METAL-FACH Zp-237. Bele owijano folią produkowaną metodą dmuchaną grubości 0,025 mm i szerokości 500 mm: jedną produkcji krajowej i drugą importowaną, stosując wszystkie cztery warianty owinięć, czyli 2, 4, 6 i 8 warstw folii. Każdemu wariantowi doświadczenia odpowiadało pięć powtórzeń (5 bel). Po owinięciu wszystkie bele zważono na wadze pomostowej, z dokładnością do 1 kg, i złożono jednowarstwowo na utwardzonym terenie podwórza gospodarstwa. Bele składowano w warunkach średniej dobowej temperatury, wynoszącej 15,7°C (średnia dobowa temperatura w okresie V–X), i sumarycznego rocznego usłonecznienia, wynoszącego 2305 h – dane dla Warszawy z 2007 r.

Po trzech tygodniach zakiszania oceniono szczelność owinięcia bel. W tym celu posłużono się zestawem pomiarowym firmy Ekolag AB Claes Jonsson, używanym w badaniach zagranicznych [FYCHAN i in., 2008], złożonym z pompki, ciśnieniomierza i podłączonego do niego gumowego przewodu, zakończonego igłą, oraz stopera. W każdej beli zamontowano szczelny wentyl, przez który pompką wysysano z beli powietrze w celu wytworzenia podciśnienia rzędu 350 kPa. Następnie oceniano szybkość powtórnego wchodzenia powietrza do wnętrza beli poprzez pomiar czasu (s) spadku podciśnienia z 350 do 250 kPa oraz z 250 do 150 kPa.

Po 190 dniach od owinięcia (w listopadzie) bele otworzono. Przed zdjęciem folii wszystkie bele zważono i na podstawie zmian wagi suchej masy w momencie zakiszania i wagi suchej masy gotowej kiszonki oceniono straty suchej masy (tzw. metodą bilansową), wyrażone w procentach.

Po zdjęciu folii oceniono metodą szacunkową (organoleptyczną) stopień porażenia zewnętrznej warstwy beli grzybami i pleśniami. Wyrażono go w skali procentowej od 0 do 100, przyjmując za 0 brak widocznego występowania pleśni na powierzchni kiszonki i odpowiednio za 100% – całkowite porażenie powierzchni kiszonki.

Po usunięciu zewnętrznej warstwy kiszonki z każdej beli w pięciu jej punktach pobrano reprezentatywną próbkę kiszonki do analiz chemicznych. W próbkach kiszonki oceniano zawartość suchej masy (metodą suszarkową), pH (metodą potencjometryczną), udział N-NH₄ w azocie ogólnym (metodą destylacyjną), zawartość kwasów organicznych: kwasu mlekowego, octowego i masłowego (metodą enzymatyczną – testy UV Boehringer Mannheim z użyciem spektrofotometru Beckmana). Zawartość składników pokarmowych (białko ogólne, włókno surowe, surowy tłuszcz) oceniono metodą analizy w bliskiej podczerwieni (NIRS) za pomocą aparatu InfraAlyzer 450 firmy Bran+Luebbe. Na podstawie zawartości składników pokarmowych obliczono koncentrację energii netto laktacji *NEL* (MJ·kg⁻¹·s.m.) wg wzoru [LIPIEC, 1989]:

$$NEL = -1,3971 + 0,0927Bo + 0,1492Ts - 0,0033Ws + 0,1066Bsw \quad (1)$$

gdzie:

Bo – zawartość białka ogólnego, % s.m.,

Ts – zawartość tłuszczu surowego, % s.m.,

Ws – zawartość włókna surowego, % s.m.,

Bsw – zawartość bezazotowych związków wyciągowych, % s.m.

Stabilność tlenową kiszonek oceniano wg metody stosowanej w IMUZ (obecnie ITP) przez monitorowanie zmian temperatury w próbkach kiszonek przechowywanych w warunkach tlenowych w temperaturze 21°C przez okres 12 dni. Stabilność wyrażono jako czas (dni) potrzebny do wzrostu temperatury w kiszonce o 1°C ponad temperaturę otoczenia.

Uzyskane dane dotyczące oceny kiszonek analizowano, stosując dwuczynnikową analizę wariancji za pomocą programu STATISTICA 6, przyjmując jako czynniki rodzaj folii i liczbę warstw folii.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Jakość materiału roślinnego wykorzystanego do produkcji kiszonek była dobra. Zawartość białka ogólnego w zielonce wynosiła 130 g·kg⁻¹·s.m., włókna surowego – 269 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 1). Ze względu na bardzo dobre warunki pogodowe w trakcie podsuszania i zbioru zawartość suchej masy w zakiszczonym materiale roślinnym wynosiła średnio 460 g·kg⁻¹ (*SD* 68,5). Taki stopień podsuszenia uznawany jest za optymalny, gwarantujący właściwy przebieg fermentacji mlekowej.

Szczelność owinięcia bel nie zależała od rodzaju zastosowanej folii (tab. 2). Średni czas potrzebny do powtórnego wniknięcia powietrza do bel owiniętych folią importowaną i folią krajową był podobny i wynosił: 120 s w przypadku spadku podciśnienia z 250 do 150 kPa i ponad 70 s w przypadku spadku podciśnienia z 350 do 250 kPa. Istotne różnice w szczelności bel ($P \leq 0,01$), mierzone spadkiem

Tabela 1. Skład chemiczny zielonki w trakcie zakiszania**Table 1.** Chemical content of grass during ensilage

Parametr Parameter	Wartość średnia Mean value	SD
	g·kg ⁻¹ s.m. g·kg ⁻¹ DM	
Sucha masa Dry weight	460	68,5
Białko ogólne Total protein	130	11,8
Włókno surowe Crude fiber	269	12,9
Popiół surowy Crude ash	64	8,3
Tłuszcz surowy Crude fat	26	1,8

Objaśnienie: *SD* – odchylenie standardowe. Explanation: *SD* – standard deviation.

podciśnienia z 250 do 150 kPa i z 350 do 250 kPa, zaobserwowano między wariantami z różną liczbą owinięć folią. Zwiększenie liczby warstw obu rodzajów folii poprawiło znacznie szczelność owinięcia bel (rys. 1). Największe różnice wystąpiły między belami owiniętymi 2 i 4 warstwami folii. Czas potrzebny na wniknięcie powietrza do bel zabezpieczonych 4 warstwami folii był 5-krotnie dłuższy niż do bel owiniętych 2 warstwami folii (tab. 2).

Szczelność owinięcia bel folią wpływała na **stopień porażenia zewnętrznej warstwy kiszonki pleśniami**, których rozwój wskazuje na występowanie warunków tlenowych w zewnętrznej warstwie beli. Zwiększenie liczby warstw folii istotnie ($P < 0,01$) ograniczyło porażenie pleśniami: średnio 50% (2 warstwy folii), poprzez 15,5% (4 warstwy folii) i 9,5% (6 warstw) do 1,5% (8 warstw folii). Porażenie pleśniami istotnie ($P < 0,01$) zależało nie tylko od liczby warstw folii, ale i od jej rodzaju. Kiszonki owinięte folią importowaną były istotnie mniej porażone pleśniami niż kiszonki owinięte folią krajową (rys. 2a). Stwierdzono również istotne ($P < 0,01$) współdziałanie rodzaju i liczby warstw folii (tab. 2).

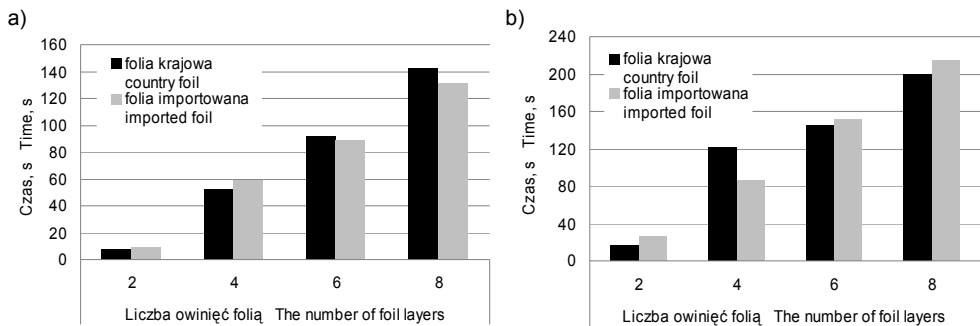
Większa liczba warstw folii istotnie ($P < 0,01$) zmniejszyła również **straty suchej masy** kiszonki (tab. 2), które generalnie były niewielkie, rzędu 0,1–2,5%. Niezależnie od rodzaju zastosowanej folii największe straty s.m. kiszonki stwierdzono po dwukrotnym owinięciu folią – wynosiły one średnio ponad 2,5%. Zastosowanie 4 warstw folii zmniejszyło te straty 3-krotnie, a 6 warstw 10-krotnie w stosunku do 2 warstw folii. W wariacie z 8 warstwami folii strat suchej masy praktycznie nie było (rys. 2b).

Liczba warstw folii wpływała tylko na niektóre parametry **oceny chemicznej kiszzonek**, tj. na zawartość kwasu masłowego oraz udział kwasów mlekowego i octowego w sumie kwasów (tab. 3). Zawartość kwasu masłowego w przeliczeniu na suchą masę kiszonki była najmniejsza w kiszzonek z bel owiniętych 2 warstwami folii i istotnie zwiększyła się ($P < 0,05$) wraz ze zwiększeniem liczby warstw folii, przyjmując największe wartości w kiszzonek owiniętych 8 warstwami folii (rys. 3), co jest zjawiskiem niekorzystnym dla oceny jakościowej kiszzonek. Mimo istotnego zwiększenia się zawartości kwasu masłowego w tych kiszzonek, jego udział

Tabela. 2. Szczelność owinięcia bel, porażenie kiszzonek pleśniami i straty masy kiszzonki
Table 2. The tightness of bale wrapping, infection of silages by moulds and weight losses in silages

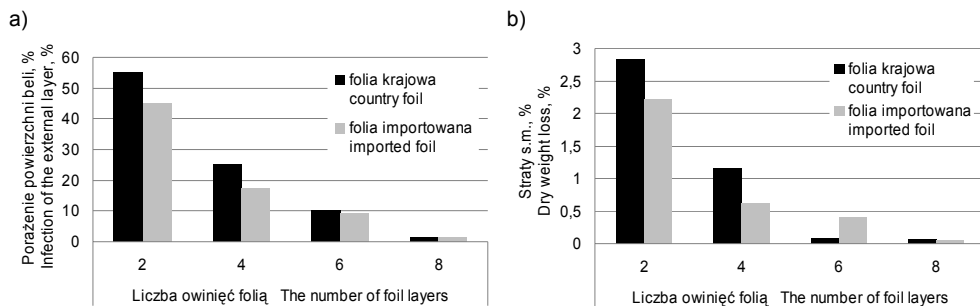
Badany parametr Parameter	Rodzaj folii (A) Type of foil (A)		Liczba warstw folii (B) The number of foil layers (B)				Istotność Significance		
	importowana imported	krajowa country	2	4	6	8	A	B	A x B
Szczelność owinięcia bel, s: Tightness of bale wrapping, s									
– spadek podciśnienia z 250 do 150 kPa a decline of suction from 250 to 150 kPa	120	120	21	104	148	207	ni	**	ni
– spadek podciśnienia z 350 do 250 kPa a decline of suction from 350 to 250 kPa	72	73	8,2	56	91	135	ni	**	ni
Stopień porażenia kiszzonki pleśniami, % powierzchni bel The degree of silage infection by moulds, % of bale's surface area	18,2	23,0	50,0	21,2	9,5	1,5	**	**	**
Straty, kg ś.m. Losses, kg fresh wt	3,5	4,5	10,8	3,9	0,9	0,3	ni	**	ni
Straty suchej masy, % Dry weight losses, %	0,8	1,0	2,5	0,9	0,2	0,1	ni	**	ni

Objasnienia: ni – nieistotne; *, ** – różnice i współdziałanie istotne na poziomach istotności $P < 0,05$ i $P < 0,01$.
 Explanations: ni – not significant; *, ** – differences and interactions significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$ respectively.



Rys. 1. Spadek podciśnienia w belach w zależności od rodzaju i liczby warstw folii a) z 250 do 150 kPa, b) z 350 do 250 kPa

Fig. 1. A decrease of suction in bales in relation to the type and the number of foil layers a) from 250 to 150 kPa, b) from 350 to 250 kPa



Rys. 2. Porażenie pleśnią zewnętrznej warstwy beli kiszonki (a) i straty suchej masy kiszonki (b) w zależności od rodzaju i liczby warstw folii

Fig. 2. Infection by moulds of the external layer of baled silage (a) and dry weight loss of silage (b) in relation to the type and the number of foil layers

w sumie kwasów był niewielki i wyniósł średnio 1,13% dla wariantu z folią krajową i 1,19% dla wariantu z folią importowaną, co mieści się w jeszcze w granicach norm dla dobrej kiszonki.

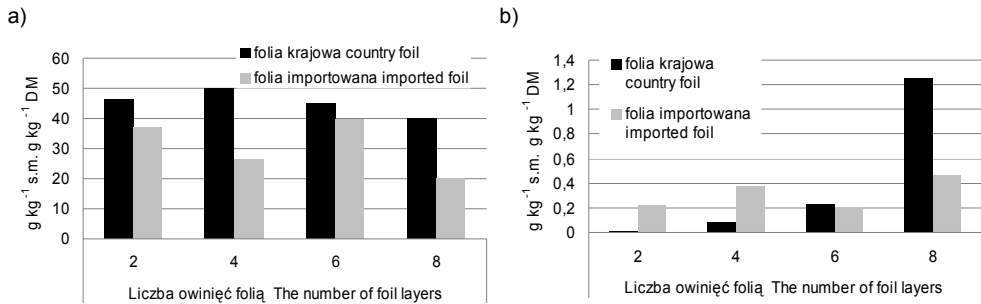
Średnio jakość uzyskanych kiszonek była dobra. Wynikało to z dominującego udziału kwasu mlekowego wśród ocenianych kwasów – średnio prawie 70% w sumie kwasów. W ocenianych kiszonkach stwierdzono również duże ilości kwasu octowego, którego udział w sumie kwasów wyniósł od 23 do 35%. Takie kształtowanie się udziału kwasów wskazuje na heterofermentacyjny charakter przebiegu procesu zakiszania, zwłaszcza że nie stosowano żadnych dodatków biologicznych, mogących ukierunkować proces fermentacji mlekowej.

Analizując wpływ rodzaju folii na parametry jakościowe kiszonki, istotne różnice stwierdzono ($P < 0,01$) tylko w przypadku amoniaku i kwasu mlekowego oraz punktacji kiszonek w skali Fliega-Zimmera. Kiszonki w belach owiniętych folią

Tabela 3. Ocena chemiczna, punktowa i stabilność tlenowa badanych kiszonek
Table 3. Chemical parameters, score evaluation and oxygen stability of analysed silages

Badany parametr Parameter	Rodzaj folii (A) Sort of foil (A)		Liczba warstw folii (B) Number of layers of foil (B)				Istotność Significance		
	importowana imported	krajowa country	2	4	6	8	A	B	A x B
Sucha masa, g·kg ⁻¹ Dry wt, g·kg ⁻¹	430	387	389	410	411	424	ni	ni	ni
pH	4,97	4,89	4,87	4,95	4,81	5,09	ni	ni	ni
N-NH ₃ , g·kg ⁻¹ N ogólnego N-NH ₃ , g·kg ⁻¹ total	39,8	63,9	62,3	51,3	53,6	40,3	**	ni	ni
Zawartość kwasu mlekowego, g·kg ⁻¹ s.m. Content of lactic acid, g·kg ⁻¹ dry wt	30,7	45,3	41,7	38,1	42,3	29,9	**	ni	ni
Zawartość kwasu octowego, g·kg ⁻¹ s.m. Content of acetic acid, g·kg ⁻¹ dry wt	16,3	14,7	19,6	11,0	16,4	15,0	ni	ni	ni
Zawartość kwasu masłowego, g·kg ⁻¹ s.m. Content of butyric acid, g·kg ⁻¹ dry wt	0,31	0,39	0,11	0,23	0,22	0,86	ni	*	ni
Suma kwasów w świeżej masie, g·kg ⁻¹ s.m. Sum of acids in fresh weight, g·kg ⁻¹ fresh wt	1,89	2,24	2,32	1,87	2,28	1,80	ni	ni	ni
Udział w sumie kwasów, %: Percent contribution of:									
– kwasu mlekowego, % lactic acid, %	63,70	75,00	67,96	75,42	71,54	62,50	**	**	**
– kwasu octowego, % acetic acid, %	35,11	23,87	31,77	23,72	27,49	34,96	**	**	**
– kwasu masłowego, % butyric acid, %	1,19	1,13	0,27	0,86	0,97	2,55	ni	ni	ni
Punkty w skali Fliega-Zimmera Scores in the Flieg-Zimmer scale	71,15	85,45	81,90	83,50	81,60	66,20	**	*	ni
Stabilność, dni Stability, days	7,25	7,75	6,0	7,4	8,6	8,0	ni	ni	ni

Objaśnienia, jak pod tabelą 2. Explanations as in Tab. 2.



Rys. 3. Zawartość kwasu mlekowego (a) i masłowego (b) w zależności od rodzaju i liczby warstw folii

Fig. 3. The content of lactic (a) and butyric (b) acid in relation to the type and the number of foil layers

importowaną zawierały istotnie mniej ($P < 0,01$) amoniaku i kwasu mlekowego niż w belach owiniętych folią krajową (tab. 3). W belach owiniętych folią krajową również udział kwasu mlekowego w sumie kwasów był istotnie większy, a kwasu octowego mniejszy niż w kiszonce z bel owiniętych folią importowaną, w wyniku czego kiszonki z bel owiniętych folią krajową uzyskały istotnie więcej punktów w skali Fliega-Zimmera niż pozostałe. W badaniach tych nie stwierdzono współdziałania rodzaju folii i liczby jej warstw (tab. 3). Ponadto nie stwierdzono istotnej różnicy w stabilności tlenowej poszczególnych kiszonek, niezależnie od rodzaju zastosowanej folii wynosiła ona średnio ponad 7 dni. Zaobserwowano jedynie tendencję to poprawy stabilności po zwiększeniu liczby warstw folii. Kiszonki z bel owiniętych 2 warstwami folii zagrzewały się po 6 dniach, podczas gdy stabilność kiszonek z bel owiniętych 6 warstwami folii wynosiła 8,6 dnia (tab. 3).

Zastosowane folie nie miały wpływu na **wartość pokarmową** kiszonek. Zawartość białka ogólnego, włókna surowego, popiołu surowego i koncentracja energii NEL były podobne we wszystkich wariantach doświadczenia. Stwierdzono jedynie istotny wpływ ($P < 0,05$) liczby warstw folii na zawartość białka ogólnego (tab. 4).

Uzyskane wyniki jednoznacznie potwierdziły założoną tezę, że liczba warstw folii użytej do owinięcia dużych bel ma istotny wpływ na szczelność ich owinięcia i tym samym na powstanie odpowiednich warunków zakiszania i uzyskania dobrej kiszonki z runi łąkowej. Owinięcie dwiema warstwami folii nie gwarantowało skutecznego uszczelnienia bel z kiszonką. Kiszonki te były silniej porażane przez pleśń oraz nastąpiły w nich największe straty suchej masy. Wystarczającą szczelność uzyskano w belach owiniętych co najmniej 4 i 6 warstwami folii. Zwiększenie liczby warstw folii z 2 do 4 i 6 spowodowało zmniejszenie strat suchej masy kiszonki i ograniczenie rozwoju pleśni. Obecność pleśni, szczególnie po owinięciu 2 i 4 warstwami folii, może wskazywać na zagrożenie skażenia kiszonek mykotok-

Tabela 4. Wartość pokarmowa kiszzonek**Table 4.** Nutritive value of silages

Badany parametr Analysed parameter	Rodzaj folii (A) Type of foil (A)		Liczba warstw folii (B) The number of foil layers (B)				Istotność Significance		
	importo- wana imported	krajowa country	2	4	6	8	A	B	A x B
Białko ogólne, g·kg ⁻¹ s.m. Total protein, g·kg ⁻¹ dry wt	122,9	128,6	123,8	130,7	130,6	118,0	ni	*	ni
Włókno, g·kg ⁻¹ s.m. Fiber, g·kg ⁻¹ dry wt	258,7	250,7	262,5	260,6	251,8	243,9	ni	ni	ni
Popiół surowy, g·kg ⁻¹ s.m. Crude ash, g·kg ⁻¹ dry wt	74,0	69,8	73,3	68,5	78,1	67,7	ni	ni	ni
Energia NEL, MJ·kg ⁻¹ s.m. Energy NEL, MJ·kg ⁻¹ dry wt	5,58	5,72	5,55	5,60	5,63	5,82	ni	ni	ni

Objaśnienia, jak pod tabelą 2. Explanations as in Tab. 2.

synami, zwykle aflatoksynami [NEDELNIK, MORAVCOVA, 2006], co stwarza zagrożenie zdrowia zwierząt żywionych taką paszą.

Uzyskane wyniki potwierdzają również wcześniejsze badania innych autorów [FORRISTAL i in., 1999; HEIKKILA i in., 2002; JACOBSSON i in., 2002; NONAKA i in., 1999; O'KIELY i in., 2000; 2002], którzy wykazali, że zwiększenie liczby warstw folii z 2 do 4 istotnie zmniejszyło straty i porażenie kiszonki przez pleśnie, natomiast zwiększenie z 4 do 6 było mniej efektywne.

Można więc stwierdzić, że w warunkach klimatu centralnej Polski optymalne jest owijanie dużych bel 4–6 warstwami folii. Stosowanie 8 warstw folii sugeruje się tylko w niektórych przypadkach, np. do owijania materiału roślinnego o dużej zawartości suchej masy czy sporządzania kiszzonek dla koni, bardziej wrażliwych na jakość zadawanej paszy. Przemawiają za tym względy ekonomiczne i środowiskowe, w tym przypadku mniejsza ilość folii do utylizacji. Czynnikiem kształtującym jakość kiszonki okazał się również rodzaj użytej folii. Mimo tych samych parametrów technicznych folii zastosowanych w doświadczeniu, kiszonki owinięte folią importowaną zawierały mniej amoniaku i były mniej porażone pleśniami niż kiszonki z bel owiniętych folią krajową, chociaż średnio zawierały mniej kwasu mlekowego i uzyskały mniej punktów w skali w Fliega-Zimmera.

WNIOSKI

1. Jakość kiszzonek zależała od rodzaju zastosowanej folii. Kiszonki w belach owiniętych folią importowaną były gorszej jakości (zawierały mniej amoniaku i kwasu mlekowego), ale były w mniejszym stopniu porażone pleśniami.

2. Optymalna liczba owinięć bel kiszonki folią wynosi co najmniej 4, najlepiej 6 warstw folii. Zastosowanie 2 warstw folii nie gwarantowało skutecznego uszczelnienia bel, natomiast 8 warstw folii nie jest zalecane ze względów ekonomicznych i środowiskowych.

3. Zwiększenie liczby warstw folii z 2 do 4 i 6 spowodowało zmniejszenie strat suchej masy kiszonki i ograniczenie rozwoju pleśni oraz zwiększenie zawartości białka.

LITERATURA

- FORRISTAL P.D., O'KIELY P., LENEHAN J.J., 2002. The influence of polythene film type and level of cover on ensiling conditions in baled silage. *Proc. Agricult. Res. Forum*, 11–12th March 2002, Tullamore, Ireland s. 82.
- FORRISTAL P.D., O'KIELY P., LENEHAN J.J., 1999. The influence of the number of layers of film cover and film colour on silage preservation, gas composition and mould growth on big bale silage. 12th Intern. Silage Conf. Uppsala, Sweden s. 305–306.
- FYCHAN R., DAVIES D.R., JONES R., 2009. The effect of wilting time and number of film wrap layers applied to baled grass on silage quality. *Silage insights*. Dostępne w Internecie: <http://www.dow.com/silage/stretch/research/wilting.htm> [data dostępu 08.11.2010 r.]
- GUDMUNDSSON B., 2001. The influence of number of layers in big bales on silage quality when stored outdoors on shady and sunny sides of buildings. W: *Production and utilisation of silage*. Proc. from seminar no 326, Nordic Assoc. Agr. Sci. (NJF). Lillehammer 27–28 September, Norway s. 125–127.
- HEIKKILA T., JAAKKOLA E., SAARISALO E., SUOKANNAS A., HELMINEN J., 2002. Effects of wilting time, silage additive and plastic layers on the quality of round big bale silage. 13th Intern. Silage Conf. Auchincruive, Scotland s. 158–159.
- JACOBSSON F., LINGVALL P., JACOBSSON S.O., 2002. The influence of film stretch quality, number of layers and type of baler on bale density, silage preservation, mould growth and nutrient losses on big bale silage. 13th Intern. Silage Conf. Auchincruive, Scotland s. 164–166.
- LIPIEC A., 1989. Badania nad oceną zawartości włókna całkowitego i jego frakcji przy zastosowaniu różnych metod oznaczania oraz wykorzystania frakcji włókna do oszacowania wartości energetycznej pasz dla przeżuwaczy. *Rozpr. Habil. Lublin: Wydaw: AR* ss. 67.
- MCNAMARA K., O'KIELY P., WHELAN J., FORRISTAL P.D., LENEHAN J.J., 2002. Controlling bird damage to the plastic stretch-film surrounding baled silage. 13th Intern. Silage Conf. Auchincruive, Scotland s. 166–167.
- NEDELNIK J., MORAVCOVA H., 2006. Mycotoxins and forage crops. Problems of the occurrence of mycotoxins in animal feeds. *Conf. Proc. 12th Intern. Symp. Forage Conserv.* 3–5 April 2006, Brno, Czech Republic s. 13–25.
- NONAKA K., NAKUIT T., OHSHITA T., 1999. The effects of the number of film wrapping layers and moisture content on the quality of round bales of low moisture Timothy silage. *Grassland Sciences* 45 (3) s. 270–277.
- O'KIELY P., FORRISTAL D., BRADY K., MCNAMARA K., LENEHAN J., FULLER H., WHELAN J., 2002. Improved technologies for baled silage. End of project report. ARMIS No. 4621. Beef production series No. 50 ss. 86.
- O'KIELY P., FORRISTAL D., LENEHAN J.J., 2000. Baled silage conservation characteristics as influenced by forage dry matter concentration, bale density and the number of wraps of plastic film used. *Proc. Agricult. Research Forum. Dublin (Belfield): Univ. College* s. 61–62.

- PAILLAT J.M., GAILLARD D., 2001. Air-tightness of wrapped bales and resistance of polythene stretch film under tropical and temperate conditions. *Journal of Agricultural Engineering Res.* 79(1) s. 15–22.
- SNELL H.G.J., OBERDNDORFER C., LUCKE W., VAN DEN WEGHE H.F.A., 2003. Effects of polyethylene colour and thickness on grass silage quality. *Grassland Forage Sciences* No 58 s. 239–248.
- WEINBERG Z.G., ASHBELL G., 2003. Engineering aspects of ensiling. *Biochemical Engineering Journal* No 13 s. 181–188.
- WILKINSON J. M., RIMINI R., 2002. Effect of triple-co-extruded film (TCF) on losses during ensilage of ryegrass. 13th Intern. Silage Conf., Auchincruive, Scotland s. 168–169.

Barbara WRÓBEL, Halina JANKOWSKA-HUFLEJT, Jerzy BARSZCZEWSKI

**THE EFFECT OF FOIL TYPE AND THE NUMBER OF BALE WRAPPINGS
ON DRY WEIGHT LOSSES
AND THE QUALITY OF SILAGE MADE OF MEADOW SWARD**

Key words: foil type, silage made of meadow sward, silage quality, the number of foil layers

S u m m a r y

Studies carried out in 2007 were aimed at assessing dry weight losses and the quality of silage in big bales in relation to foil type and the number of its layers. Silages were prepared from wilted meadow sward of the I cut. Bales were wrapped in 2, 4, 6 and 8 layers of imported and country foil both 500 mm wide and 0.025 mm thick. Three weeks later the tightness of bale wrapping was estimated and after 190 days the loss of dry weight, the degree of mould infection and silage quality were assessed. Greater number of foil layers improved tightness and decreased the infection of silages by moulds from 50% of surface area (2 foil layers) to 1.5% (8 foil layers). Infection by moulds was significantly affected by the type of foil – silages wrapped with imported foil were less affected than those wrapped with the country foil. The greater number of foil layers significantly decreased dry weight losses of the silage. In relation to 2 foil layers 4 layers decreased these losses threefold, 6 layers decreased the losses tenfold and 8 foil layers decreased the losses practically to zero. The number of foil layers affected also some chemical parameters of silages: an increase in the content of butyric acid (the largest after wrapping 8 times) and the share of lactic (mostly after 4 and 6 wrappings) and acetic (mostly after 8 wrappings) acids in the total acid content. The type of foil significantly affected final assessment of silage quality in the Flieg-Zimmer scale. Silages wrapped in imported foil contained significantly less ammonia and lactic acid and obtained less scores than those wrapped in the country foil. The type of applied foil did not affect the nutritive value of silages since the content of total protein, crude ash, and energy concentration NEL were similar in all experimental variants. The number of wrappings exerted, however, positive effect on the content of total protein.

Recenzenci:

dr hab. Stanisław Gach, prof. SGGW

prof. dr hab. Kazimierz Jankowski

Praca wpłynęła do Redakcji 02.06.2009 r.