

## PROPERTIES OF THE STRETCH FILM USED FOR GREEN FODDER BALES WRAPPING VS. QUALITY OF THE SILAGE

### Summary

*Some properties of the stretch film used to cover bales with green fodder and protect against air access were discussed. The most important parameters of the film were considered as well as methods and results of investigation of the film. The review and analysis of some experimental data were presented to show an effect of type and number of the film layers on quality of the ensilaged green fodder.*

## WŁAŚCIWOŚCI FOLII STOSOWANEJ DO OSŁANIANIA BEL ZIELONKI A JAKOŚĆ UZYSKIWANYCH KISZONEK

### Streszczenie

*Wskazano na właściwości folii stosowanej do osłaniania bel zielonki przed dostępem powietrza. Przytoczono istotne parametry folii, metody ich badania oraz wyniki badań. Dokonano przeglądu i analizy wyników badań nad wpływem rodzaju i liczby warstw folii na jakość kiszonki.*

### 1. Wstęp

W ostatnich latach coraz szersze zastosowanie w rolnictwie znajduje zakiszanie zielonek niskołodygowych w formie prasowanej. Wynika to głównie z powodu istotnie mniejszych strat składników pokarmowych i masy suchej substancji aniżeli w przypadku suszenia zielonek na siano. Technologia zakiszania jest również tańsza niż produkcja siana, a ponadto w jest mniejszym stopniu zależna od pogody. Szereg badań krajowych i zagranicznych wskazuje, że żywienie zwierząt kiszonkami jest bardziej efektywne. W wielu krajach Europy już od lat zakiszanie jest najpopularniejszą metodą konserwacji traw i motylkowych. Zakiszanie prowadzone jest w silosach, pryzmach (tzw. metoda holenderska), z wykorzystaniem pras formujących bele cylindryczne lub prostopadłościennne [7, 8]. Rozpowszechnienie technologii zakiszania związane jest ze znaczącym postępem i rozwojem w konstrukcji maszyn i urządzeń tworzących pełne linie technologiczne. Wykorzystywane są prasy zwijające lub tłokowe, formujące wielkogabarytowe bele walcowe lub prostopadłościennne [10, 23]. Kształty i wymiary bel otrzymywanych z pras mają różne gabaryty i masy. Dominującą metodą osłaniania bel podsuszanej zielonki jest owijanie folią o grubości 0,025 mm [12, 13]. Charakterystykę techniczną maszyn do osłaniania bel folią oraz bliższe informacje o ich działaniu, pozycji w liniach technologicznych i kierunkach wykorzystania poruszono w pracach [1, 9].

Celowe jest więc zaprezentowanie przeglądu i dokonanie oceny doniesień literaturowych, dotyczących właściwości folii, metod i rezultatów ich badania oraz wyników badań nad wpływem rodzaju i liczby warstw folii na jakość kiszonki.

### 2. Folie stosowane do osłaniania i zakiszania pasz

Folia do owijania bel przeznaczona do sprzedaży powinna charakteryzować się następującymi cechami [21]:

musi być jednoznacznie oznakowana, powinna być przydatna do użytku co najmniej 2 sezony od daty produkcji, powinna być folią wielowarstwową i posiadać właściwości mechaniczne gwarantujące dobre przyleganie poszczególnych warstw do siebie, jak i całej powłoki foliowej do beli. Powinna także zapobiegać deformowaniu się gotowych owiniętych bel w czasie składowania, musi posiadać odpowiednie zabezpieczenie przed promieniowaniem ultrafioletowym (UV) tak, aby zapewnić ochronę bel przez co najmniej rok od daty owijania. Ponadto, musi być nieszkodliwa dla środowiska i łatwa do utylizacji po użyciu. Zabezpieczenie przed promieniowaniem ultrafioletowym jest najistotniejszym parametrem folii. Ultrafiolet niszczy bowiem chemiczną strukturę polietylenu i w efekcie prowadzi do pęknięcia folii i w następstwie do gnicia kiszonki. Producent folii powinien zagwarantować stabilność folii przez co najmniej 1 rok od daty owinięcia beli. Z punktu widzenia użytkownika istotne jest zabezpieczenie kiszonki od momentu sporządzania, czyli owijania beli z podsuszanej zielonki, aż do terminu skarmiania kiszonki. W praktyce szerokie zastosowanie mają tzw. folie *stretch* z liniowego polietylenu niskiej gęstości (PE-LLD). Są one produkowane w ten sam sposób (wytlaczanie metodą ekstruzji) i składają się z trzech warstw. Środkowa warstwa zawiera podstawowe struktury folii i daje niezbędną stabilność i sprężystość. Na wewnętrznej warstwie jest nanoszony klej, w celu zagwarantowania sklejenia się warstw folii. Zewnętrzna warstwa zawiera stabilizatory – substancje zapobiegające degradacji pod wpływem UV. Do tej warstwy folii białych i kolorowych dodawane są również substancje pigmentowe.

Odporność na folii starzenie jest parametrem kompleksowym, zasadniczo określanym przez trzy elementy: odporność chemiczna na kwasy i gazy z kiszonki, odporność na działanie mikroorganizmów z kiszonki (degradacja beztlenowa) i ze środowiska (degradacja aerobowa) oraz odporność na promieniowanie UV i utlenianie [5]. Inne publikacje niemieckie [15, 20] zwracają uwagę na aspekt nieroz-

dzielania się warstw folii podczas owijania oraz na właściwe wydłużenie folii sięgające 50-75%. Podkreślają także wymaganie odnośnie odporności na promieniowanie UV oraz wysokie temperatury. Właściwe sklejenie kolejnych warstw ogranicza powstawanie pęcherzy w folii, które pogarszają hermetyczność. Właściwa grubość folii jest bardzo ważna i przede wszystkim wpływa na jej właściwości mechaniczne. Nominalna grubość folii *stretch* wynosi około 0,025 mm. Według wymagań DLG, najmniejsza wartość nie może być mniejsza od 0,023 mm, a maksymalna nie może przekraczać 0,032 mm. Rozrzut poszczególnych wartości od średniej nie powinien przekraczać 15% (tab. 1). Grubsza folia utrudnia pracę owijarek z powodu trudniejszego rozciągania.

W Europie obowiązują dwa standardy dla folii *stretch* do osłaniania kiszonek: DLG (Niemieckie Towarzystwo Rolnicze) i AFNOR (Association Française de Normalisation) [5]. W tab. 1 wyróżniono kryteria oceny i minimalne wymagania zawarte w zaleceniach DLG. Określają one wymagania dotyczące właściwości mechanicznych i fizycznych oraz metody badań i pomiarów laboratoryjnych.

W Instytucie FAT Tänikon w Szwajcarii przeprowadzono badania 15 rodzajów folii do owijania w oparciu o standardy DLG [5]. Używane folie miały standardową grubość 0,025 mm i szerokość 500 mm. Do badań wybrano folie o różnych kolorach: pięć białych, cztery jasnozielone, jedna zielona, trzy ciemnozielone i dwie czarne. Analizowano jakość folii (właściwości mechaniczne i fizyczne, odporność na starzenie), podatność na nagrzewanie folii, jakość uży-

skiwanej paszy. Badane folie spełniły niemal wszystkie te wymagania [5].

Podobne badania przeprowadzono również w Niemczech [16]. Badano trzy rodzaje folii: Rani Wrap – biała, Rani Wrap – zielona i Lakufol Agra – biała (tab. 2).

Porównanie wyników badań z przedstawionymi wcześniej w tab. 1 wymaganiami wskazuje, że badane folie spełniają zalecenia DLG w zakresie parametrów mechanicznych, jak również odnośnie przepuszczalności gazów i siły sklejanania warstw. Można stąd wyciągnąć wniosek, że w praktyce jakość folii nie jest czynnikiem mogącym wpływać na pogorszenie jakości przechowywanej kiszonki. Warunkiem uzyskania paszy o wysokiej jakości jest staranne przestrzeganie wszystkich zaleceń technologicznych i organizacyjnych przy sporządzaniu kiszonek i sianokiszonek.

Folie dostępne na polskim rynku pochodzą od czołowych producentów i na podstawie przytoczonych wyżej wyników badań należy przypuszczać, że również w warunkach krajowych folia nie powinna być elementem ograniczającym jakość paszy.

Folia nie może zawierać żadnych toksycznych substancji. Jest to istotne zarówno z uwagi na fakt, że folia znajduje się w bezpośrednim kontakcie z kiszonką, jak również z punktu widzenia ochrony środowiska. Folia musi być poza tym łatwa do utylizacji. W praktyce po wykorzystaniu folia jest najczęściej palona. Jej skład chemiczny musi wykluczać możliwość powstawania toksycznych substancji w czasie spalania [21].

Tab. 1. Kryteria i wymagania dotyczące folii do owijania (normy kontrolne DLG-Test)

Table 1. Criteria and requirements concerning polyethylene foil utilized for bale wrapping (the DLG-Test standards)

Właściwości		Wymagania
1.	<b>Wymiary</b>	
1.1.	Grubość folii	Grubość nominalna min. 0,025 mm (średnio), dopuszczalny rozrzut od średniej +/-15%
1.2	Szerokość folii	Nominalna szerokość min. 500 mm lub 750 mm
1.3	Masa rolki	20,7 kg (500 mm) <sup>1)</sup> 25,9 kg (750 mm) <sup>2)</sup>
2.	<b>Właściwości mechaniczne</b>	
2.1	Naprężenie przy 80% wydłużeniu	10 N/mm <sup>2</sup>
2.2	Wytrzymałość na zerwanie wzdłużna i poprzeczna	>10 N/mm <sup>2</sup>
2.3	Wydłużenie przy zerwaniu wzdłużne i poprzeczne	>400%
2.4	Siła dalszego rozrywania wzdłużna	>1,8N
2.5	Relaksacja (spadek siły po 6 min przy 80% wydłużeniu)	<40%
2.6	Siła przebiccia przy 80% wydłużeniu	>10N
3.	<b>Właściwości starzeniowe</b>	
	Odporność przy ekspozycji na powietrze i otwartej przestrzeni (łącznie ok. napromienienie ca. 2000 MJ/m <sup>2</sup> )	Wydłużenie przy zerwaniu wzdłużne i poprzeczne nie powinno być mniejsze niż 350% i jednocześnie zmniejszenie wydłużenia o nie więcej niż o 30% w stosunku do stanu nowego
	Wydłużenie przy zerwaniu wzdłużne	<30% zmniejszenia w stosunku do stanu nowego
4.	<b>Właściwości fizyczne</b>	
	Przepuszczalność gazów dla O <sub>2</sub> przy 23°C i 0,2 bar, 1 - warstwa, nienaciągnięta	<1800 cm <sup>3</sup> ·m <sup>-2</sup> w ciągu 24 h
<sup>1)</sup> Przy długości nominalnej 1800 m, szerokości nominalnej 500 mm i grubości nominalnej 0,025 mm		
<sup>2)</sup> Przy długości nominalnej 1500 m, szerokości nominalnej 750 mm i grubości nominalnej 0,025 mm		

Źródło: Frick 2004

Tab. 2. Wyniki badań parametrów folii do owijania (wg zaleceń DLG)

Table 2. Tests results of polyethylene foil parameters utilized for bale wrapping (according to the recommendations of the DLG)

Lp.	Parametr	Jednostka miary	Folia		
			Rani Wrap biała	Rani Wrap zielona	Lakufol
1.	Grubość folii	mm	0,025	0,026	0,025
2.	Naprężenie przy 80% wydłużeniu	N/mm <sup>2</sup>	13,4	13,9	12,9
3.	Wydłużenie wzdłużne	%	444	576	427
4.	Wydłużenie poprzeczne	%	669	606	662
5.	Wytrzymałość na zerwanie wzdłużna	N/mm <sup>2</sup>	30,2	35,7	39,7
6.	Wytrzymałość na zerwanie poprzeczna	N/mm <sup>2</sup>	27,8	29,9	34,4
7.	Siła przebijania od wewnątrz	N	18,0	22,2	18,7
8.	Siła przebijania od zewnątrz	N	21,1	24,8	25,1
9.	Siła dalszego rozrywania wzdłuż	N	2,1	1,9	2,1
10.	Spadek siły po jednej godzinie	%	34	33	34
11.	Wydłużenie wzdłużne po zestarzeniu	%	357	450	367
12.	Przepuszczalność gazów dla O <sub>2</sub> przy 23°C i 0,2 bar,	cm <sup>3</sup> · m <sup>-2</sup> w ciągu 24 h	1625	1140	1376
13.	Siła sklejanania	N	0,05	0,05	0,22

Źródło: Mosch, Gäckler 2003

Tab. 3. Zawartość składników pokarmowych, wartość energetyczna oraz jakość kiszonki z bel cylindrycznych owiniętych folią

Table 3. The nutrient content, energy value and quality of silage stored in cylindrical bales wrapped of polyethylene foil

Pokos	Pomiar	Białko surowe	Włókno surowe	Popiół	Tłuszcz surowy	B.s.w.	Energia netto		Ocena wg klucza Fliega-Zimmera
							MJ/kg s.m.	JPM	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Warstwa zewnętrzna beli</b>									
I	1	18,59	31,26	10,25	2,83	37,07	6,2620		bdb
	2	16,91	32,47	9,97	2,93	37,71	6,2923		bdb
	3	15,35	26,29	11	2,21	44,83	6,2390		db
	Średnio	16,95	30,0	10,52	2,66	39,87	6,2658	0,88	
<b>Warstwa wewnętrzna beli</b>									
I	1	17,08	30,19	9,69	3,07	39,97	6,3392		bdb
	2	19,84	33,21	10,13	2,76	34,06	6,2432		db
	3	17,20	30,37	9,34	2,83	40,26	6,3532		bdb
	Średnio	18,04	31,26	9,72	2,89	38,10	6,3119	0,89	
<b>Warstwa zewnętrzna beli</b>									
III	1	17,97	20,52	16,04	2,58	42,89	5,9409		db
	2	19,39	20,47	17,67	2,95	39,52	5,8231		bdb
	3	15,35	26,29	11,33	2,21	44,83	6,2390		db
	Średnio	17,57	22,43	15,01	2,58	42,41	6,0010	0,84	
<b>Warstwa wewnętrzna beli</b>									
III	1	15,90	25,01	11,45	3,67	43,97	6,2923		bdb
	2	18,13	24,10	12,54	3,44	41,79	6,1938		bdb
	3	16,95	24,26	11,44	3,22	44,13	6,2752		bdb
	Średnio	16,99	24,46	11,81	3,44	43,30	6,2538	0,87	

Źródło: Gach 2005

Użyte w eksperymentach w Tänikon [5] folie *stretch* były jakościowo i ilościowo badane na zawartość kadmu, chloru, chromu, cynku i ołowiu za pomocą optycznego spektrometru emisyjnego oraz na zawartość rtęci – za pomocą technologii spektrometrii absorpcji atomowej. W sześciu foliach o kolorach: białym, jasnozielonym i ciemnozielonym badania wykazały zawartość cynku w ilości do 48 mg/kg (poniżej wartości dopuszczalnych). Ponadto, kilka folii tej samej barwy zawierało chrom w ilości maksymalnie do 6 mg/kg (poniżej wartości dopuszczalnych). Pozostałe pierwiastki, np. kadm, chlor, ołów i rtęć albo nie występują, albo stwierdzono je jedynie w śladowych

ilościach. Wyniki świadczą, iż wszystkie badane folie spełniają ustawowe wymagania zawarte w szwajcarskim rozporządzeniu w sprawie substancji niebezpiecznych dla środowiska.

### 3. Badania jakości kiszonki w belach zależnie od stosowanej folii

Badania jakości kiszonki z traw łąkowych w belach cylindrycznych owijanych białą folią były prowadzone w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ Falenty [8]. Bele były prasowane prasą zwijającą stałokomorową Z 279, produkcji Sipma SA w Lublinie. Do owijania zastosowano owijarkę

Z 274, tego samego producenta. Podczas owijania nakładano cztery warstwy folii o grubości 0,025 mm. W celu określenia jakości kiszonki w całym przekroju beli pobierano próbki z warstwy zewnętrznej i ze środka beli (tab. 3).

Wartości składników pokarmowych określono według metody NEL. W porównywalnych układach można dostrzec nieznaczne zróżnicowanie zawartości badanych składników (białko, włókno, tłuszcze, popiół i b.s.w.) w kisonce sporządzonej z traw zbieranych w pierwszym i trzecim pokosie – w porównywanych warstwach przekroju poprzecznego beli. Wartościową paszę otrzymano w całym przekroju beli, o czym świadczy wysoka zawartość białka oraz zawartość powyżej 0,84 JPM, jak również uzyskanie ocen bardzo dobrych i dobrych w skali Fliega-Zimmera.

W innych badaniach przeprowadzonych w IMUZ w 2007 roku oceniano straty suchej masy i jakość kiszonek w dużych belach w zależności od rodzaju folii i liczby jej warstw [24]. Kiszonki sporządzano z podsuszanej runi łąkowej pierwszego 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 beli, a po 190 dniach straty suchej masy, stopień porażenia pleśniami i jakość kiszonek.

Większa liczba warstw folii wpływała na większą szczelność beli, oraz zmniejszenie porażenia kiszonek pleśniami, średnio z 50% powierzchni (przy 2 warstwach folii) do 1,5% (przy 8 warstwach 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 zmniejszyła też straty suchej masy kiszonki: 4 warstwy folii 3-krotnie, 6 warstw 10-krotnie w stosunku do 2 warstw folii, a 8 warstw folii zmniejszyło te straty praktycznie do zera. Liczba warstw folii wpływała ponadto na niektóre parametry chemiczne kiszonek, tj. zwiększanie zawartości kwasu masłowego (najwięcej po owinięciu 8x) oraz udziału kwasów mlekowego (najwięcej po owinięciu 4 i 6 razy) i octowego (najwięcej po 8 warstwach folii) w sumie kwasów. Rodzaj folii wpływał istotnie na ocenę końcową kiszonek w skali punktowej Fliega-Zimmera. Kiszonki owinięte folią importowaną zawierały istotnie mniej amoniaku i kwasu mlekowego i uzyskiwały mniej punktów niż owinięte folią krajową. Rodzaj zastosowanej folii nie wpływał na wartość pokarmową kiszonek, gdyż zawartość białka ogólnego, popiołu surowego i koncentrację energii NEL była podobna we wszystkich wariantach doświadczenia. Istotny był natomiast wpływ większej liczby owinięć folią na zwiększenie zawartości białka ogólnego.

W celu ustalenia prawidłowych warunków przebiegu fermentacji zakiszanej zielonki użyto beli uzyskanych z prasy zwijającej o stopniu zagęszczenia 170-200 kg s.m. m<sup>-3</sup> i bel z prasy zgniatającej o dużym zagęszczeniu zielonki (*Compactrollen*) o zagęszczeniu 300-340 kg s.m. m<sup>-3</sup> [22]. Bele z obu pras owijano folią stosując 2, 4, 6 i 8 warstw. Po dwumiesięcznym zakiszaniu oceniano jakość uzyskanej kiszonki w warstwie zewnętrznej – do 25 cm i we wnętrzu beli. Wyniki wykazały, że bele z pras zwijających miały więcej niż dopuszczalne bakterii szkodliwych na jeden gram substancji w warstwie do 25 cm, nawet przy 8 warstwach folii. W belach tych uzyskano dobrą kiszonkę w części wewnętrznej beli dopiero przy 6 warstwach folii. W przypadku beli o dużym zagęszczeniu (*Compactrollen*)

dobrą kiszonkę uzyskano w zewnętrznej warstwie przy zastosowaniu 6 warstw folii, a w części wewnętrznej – przy 4 warstwach folii.

Jakość kiszonki w belach cylindrycznych owijanych folią o różnej barwie badano w Instytucie Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik – (FAT) w Tänikon w Szwajcarii [5]. Celem badań było m. in. określenie wpływu jakości folii do owijania (przepuszczalność gazów oraz nagrzewanie folii) na jakość kiszonki. Dokonano analizy poziomu zawartości w kisonce takich składników jak włókno surowe, surowe białko, surowy popiół i parametrów zakiszenia kiszonki (pH, kwasy, alkohol, amoniak) w kisonkach po dziesięciu miesiącach składowania. Próbkę pobierano z warstwy zewnętrznej (0-10 cm) i oddzielnie z warstwy o grubości 10-60 cm. Jakość kiszonki oceniano na podstawie poziomu pH, zawartości cukru i poziomu kwasu mlekowego, octowego i masłowego (tab. 4). Wartość pH poniżej 5,0 wskazywała na intensywne zakwaszenie kiszonki.

W większości beli, mimo spełnienia warunków technologicznych, uzyskano średnią lub niską jakość kiszonki, głównie ze względu na wysoki poziom kwasu masłowego, powyżej dopuszczalnej wartości 8 g na kg s.m. Mogło to być spowodowane zanieczyszczeniem podsuszanej zielonki ziemią lub też zaistnienie fermentacji wtórnej w wyniku niskiego zagęszczenia beli podczas zbioru prasą zwijającą.

Oceny punktowej dokonano na podstawie zawartości kwasu masłowego i kwasu octowego, udziału amoniaku w kisonce oraz wartości pH według stosowanej w Niemczech metody DLG.

Uzyskana punktacja mieści się w szerokim zakresie zarówno w przypadku warstwy zewnętrznej, jak i wewnętrznej, a występujące w większości przypadków wartości poniżej 50 pkt. świadczą o złej jakości kiszonki. Autorzy badań podkreślają, że ze względu na znaczące różnice trudno dokonać obiektywnej oceny odnośnie wpływu jakości i koloru folii *stretch* na jakość kiszonki.

Zasady oceny punktowej według klucza Fliega-Zimmera i DLG przedstawiono w tab. 5.

Podczas badań w Niemczech i Szwecji nie stwierdzono negatywnych zmian jakości kiszonki w belach owiniętych ciemnymi foliami koloru czarnego lub o zbliżonej barwie, pomimo występującego silnego nagrzewania na powierzchni beli wywołanego promieniowaniem słonecznym [5]. Pomiar temperatury pozwolił określić, że kiszonka nagrzewa się przede wszystkim w warstwie zewnętrznej. W belach osłanianych wszystkimi pięcioma kolorami folii najwyższą temperaturę zmierzono bezpośrednio pod folią. Najwyższa temperatura (64°C) wystąpiła pod czarną folią. Pod folią brązowo-zieloną zmierzono 56°C, a pod oliwkowo-zieloną – 52°C. Powierzchnia beli owiniętych w folię jasnozieloną i białą nagrzewa się tylko do około 35°C. W głębszych warstwach nagrzewanie kiszonki było znacznie mniejsze. Maksymalne stwierdzone temperatury na głębokości 15 cm pod powierzchnią tylko nieznacznie przekraczały 30°C. Na głębokości 5 i 15 cm zauważone różnice pomiędzy foliami o różnych kolorach wynosiły maksymalnie już tylko 7°C [5]. Oczywiście w decydujący sposób na stopień nagrzania wpływają światło słoneczne i temperatura zewnętrzna. W porównaniu do ciemnych folii, te o barwie białej i jasnozielonej lepiej odbijają światło słoneczne, zatem ich ogrzewanie jest słabsze.

Tab. 4. Wybrane parametry zakiszania i punkty DLG dla oceny jakości kiszonki  
 Table 4. Selected parameters of the silage process and the silage quality evaluation according to DLG methods

Producent folii	Kolor folii	Zaw. s.m. 0-60 cm	pH dla 0-10 cm	Kwas octowy g·kg <sup>-1</sup> ·s.m.	Kwas masłowy g·kg <sup>-1</sup> ·s.m.	Kwas mlekowy g·kg <sup>-1</sup> ·s.m.	Punkty DLG	
							do 10 cm	10-60 cm
Silotite	biała	35,6	5,08	11,9	12,2	8,9	43	46
	jasnozielona	34,0	5,21	18,7	20,2	6,1	37	37
Teno spin	biała	34,0	5,18	10,6	15,6	5,1	34	36
	jasnozielona	33,1	5,16	27,0	24,9	29,3	39	33
Aspla	biała	43,5	5,19	15,9	6,8	14,9	58	34
Agriflex	biała	41,0	5,17	15,0	6,6	6,8	53	53
Agristrech	biała	35,6	5,18	12,3	18,7	10,3	34	36
	jasnozielona	35,1	5,26	11,0	18,3	4,0	29	33
Średnio	-	38,0	5,14	15,2	12,5	11,9	45,0	42

Źródło: Frick 2004

Tab. 5. Porównanie oceny punktowej jakości kiszonki według klucza Fliega-Zimmera i DLG

Table 5. Comparison of silage quality evaluation according to Fliega-Zimmer and DLG methods

Jakość kiszonki	Zakres punktów według Fliega-Zimmera	Zakres punktów według DLG
bardzo zła	0-20	≤ 30
zła	20-40	31-50
średnia	40-60	51-70
dobra	60-80	71-90
bardzo dobra	80-100	> 90

Źródło: opracowanie własne i Frick 2004

W wyniku dotychczasowych badań stwierdzono, że czynnikami wpływającymi na przebieg fermentacji są: liczba warstw folii. Większość badaczy jest zgodnych, że do prawidłowego przebiegu fermentacji mlekowej i przechowywania kiszonek w belach należy stosować co najmniej 4 warstwy folii polietylenowej o grubości 0,025 mm [6, 16, 17, 19, 22]. Potwierdziły to badania wykonane w IMUZ Falenty [8, 24].

Zalecana liczba warstw folii zależy od warunków klimatycznych i w krajach strefy gorącej trwałość folii jest znacznie mniejsza niż w krajach strefy umiarkowanej [18]. McNally i inni [14] wykazali, że folie z PE o niskiej gęstości stanowią gorszą barierę wobec gazów niż materiały o wyższej gęstości. Podjęte w Szkocji badania wykazały, że folie z polichlorku winylu (PCV), z powodu wyraźnie gorszych parametrów, nie nadają się do osłaniania kiszonek [17]. Paillat i Gailard [18] wykazali, że rozciągnięcie folii o 60% zmniejsza jej grubość od 25 do 19 mikrometrów, co powoduje przyspieszone zużycie folii, a także obniżenie trwałości średnio o 48%. Z badań Hancocka i Collinsa [11] wynika, że przepuszczalność tlenu przez pojedynczą warstwę folii PE po rozciągnięciu do 150% swojej pierwotnej długości zwiększa się do wartości rzędu 7750 do 9810 cm<sup>3</sup>·m<sup>-2</sup> w ciągu 24 h. Borreani i in. [2] oraz Borreani i Tabacco [3] badając nowe folie *stretch* o 20-krotnie mniejszej przepuszczalności tlenu niż polietylen (PE) powszechnie stosowany w gospodarstwach, stwierdzili zmniejszenie strat masy suchej substancji kiszonki z lucerny w porównaniu z foliami PE, które są zazwyczaj używane. Umożliwia to dłuższe niż 8 miesięcy przechowywanie kiszonki z lucerny owiniętej czterema warstwami folii zamiast sześcioma, czy nawet ośmioma warstwami – jak się zaleca.

#### 4. Podsumowanie

Z przedstawionego przeglądu badań i analiz wynika, że w celu zagwarantowania prawidłowego przebiegu fermentacji mlekowej i możliwości długiego przechowywania kiszonek w belach należy stosować co najmniej 4 warstwy folii polietylenowej. Barwa zastosowanej folii ma wpływ na proces przechowywania, ale nie jest czynnikiem decydującym o jakości uzyskiwanej kiszonki. Należy zwrócić uwagę, że zaprezentowane wyniki badań nie zawsze mogą być porównywane ze sobą z uwagi na bardzo dużą zmienność i niejednorodność zakiszane go materiału. Potrzebne jest zatem prowadzenie dalszych badań nad jakością kiszonki uzyskiwanej w belach osłanianych folią.

#### 5. Literatura

- [1] Buliński J., Gach S., Waszkiewicz Cz.: Ocena parametrów pracy owijarki do bel. Materiały IV Sympozjum im. Prof. Cz. Kanafojskiego: Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych. Politechnika Warszawska. Płock, 1994.
- [2] Borreani, G., Bisaglia C., Tabacco E.: Effects of a new-concept wrapping system on alfalfa round bale silage. Trans. ASAE, 2007, 50: 781-787.
- [3] Borreani G., Tabacco E.: New Oxygen Barrier Stretch Film Enhances Quality of Alfalfa Wrapped Silage. Agron., 2008, J 100: 942-948.
- [4] Dürr L., Frick R.: Gärsaftanfall bei der Lagerung von Grassilage-Rundballen. Tänkön, FAT-Berichte, 2003, 597:8.
- [5] Frick R.: Eignung von Wickelfolien für die Ballensilage. FAT – Berichte, 2004, 61: 16.
- [6] Foristal P.D., O'Kiely P., Lenchan J.J.: The influence of polyethylene film type and level of cover on ensiling conditions in baled silage. Proceedings of the Agricultural Research Forum, 11 – 12th Math 2002, Tullamore Ireland: 82.
- [7] Gach S.: Analiza i ocena technologii sporządzania kiszonek z zielonek niskotłuszczowych. Rozprawa habilitacyjna, SGGW Warszawa, 2003, s. 114.
- [8] Gach S.: Straty zielonki powstające podczas kiszenia i przechowywania. Postępy Nauk Rolniczych, 2005, nr 4, s. 91-101.
- [9] Gach S., Korpysz K., Ivanovs S., Skonieczny I.: Analiza parametrów technicznych owijarek do bel podsuszonej zielonki. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2008, nr 5: 20-24.
- [10] Gach S., Korpysz K., Skonieczny I.: Wybrane aspekty sporządzania kiszonek w belach osłanianych folią. [w:] Współczesne zagadnienia rozwoju sektora energetycznego i rolniczego. [Borowski P., Klimkiewicz M., Powalka M., red.]. SGGW Warszawa, 2010: 27-40.

- [11] Hancock, D.W., Collins M.: Forage preservation method influences alfalfa nutritive value and feeding characteristics. *Crop Sci.*, 2006, 46: 688-694.
- [12] Ivanovs S., Skonieczny I.: Investigation into certain ways of sealing a group of rolls of stalked crops. *Proceeding of the International Conference, New Technological Processes and Investigation Methods for Agricultural Engineering*, No. 10, Institute of Agricultural Engineering LUA, Raudondvaris, 8-9 September 2005: 186-192.
- [13] Ivanovs S., Gach S., Skonieczny I.: Sravnitel'naja ocenka, raschoda germetirizujuščej plenki pri različnyh tehnologijach pressovanija i germetizacii stebelčatych materialov. *Materiały 5 Międzynarodowej Naučno-praktycznej Konferencji „Ekologia i selskochozajstvennaja technika”*, t. 2, Sankt Petersburg, 2007: 225-231.
- [14] McNally, G.M., C. Laffin, P.D. Forristal, P. O'Kiely, and C.M. Small: The effect of extrusion conditions and material properties on the gas permeation properties of LDPE/LLDPE silage wrap films. *J. Plast. Film Sheeting*, 2005: 21: 27-37.
- [15] Mosch G.: Mit guter Folie silieren. *DLG Test*, 2002, Ausg. 1/02, s. 21-21.
- [16] Mosch G., Gäckler S.: Stretchen was die folie hält. *DLZ – Agrarmagazin*, 2003, Jg. 54, nr 5: 102-104.
- [17] O'Kiely P., Forristal D., Lenehan J.J.: Baled silage conservation characteristics as influenced by forage dry matter concentration, bale density and the number of wraps of plastic film used. *Proceeding of the Agricultural Research Forum, University College Dublin (Belfield)*, 2000: 61-62.
- [18] Paillat J.M., Gaillard D.: Air-tightness of wrapped bales and resistance of polythene stretch film under tropical and temperate conditions. *J. Agr. Engng. Res.*, 2001, 79(1): 15-22.
- [19] Pirkelmann H., Mitterleitner H.: Großballen: Hohe Leistung kostet viel. *DLG – Mitteilungen/agrar – inform.*, 1991, nr 5: 46-48.
- [20] Thaysen J.: Erfolgsfaktoren für Ballensilage. *Lohnunternehmen*, 2008, nr 3, s. 20-23.
- [21] Turlej A.: Kiszonka w belach – czy to się opłaca? *Technika Rolnicza*, 1997, R 46, nr 2, s. 24-25.
- [22] Schmerbauch K.J., Furl Ch., Kaiser E.: Grassilagebereitung mit einem hochverdichtenden Pressverfahren. *Landtechnik*, 1997, Jg. 52, nr 1: 16-17.
- [23] Waszkiewicz Cz., Lisowski A., Gach S., Zastawny J.: Prace badawczo-rozwojowe nad wybranymi maszynami do zbioru zielonek na siano i kiszonki. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie*, 2004, T. 4, Zeszyt 1(10): 293-309. Wróbel B., Janowska-Huflejt H., Barszczewski J.: Wpływ rodzaju folii i liczby owinięć beli na straty suchej masy i jakość kiszonki. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie*, 2010, T. 10, Zeszyt 4 (32): 143-154.