

Aspekty jakościowe kiszonek z zielonek niskołodygowych w formie sprasowanych bel osłanianych folią

Stanisław Gach, Krzysztof Korpysz

*Wydział Inżynierii Produkcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
e-mail: stanislaw_gach@sggw.pl*

Słowa kluczowe: zielonki niskołodygowe, zakiszanie w belach, jakość kiszonki

Wstęp

Zielone rośliny paszowe odgrywają ważną rolę w żywieniu zwierząt przeżuujących. Wśród nich wyróżnia się zielonki niskołodygowe, które stanowi ruń łąkowa pochodząca z trwałych użytków zielonych oraz z użytków przemiennych – lucerna i koniczyna lub ich mieszanki z trawami oraz zielonki wysokołodygowe, do których należą kukurydza, słonecznik, sorgo i inne. Zielonki niskołodygowe mogą być konserwowane w postaci siana, kiszonki lub suszu [6, 17, 39]. W strukturze sposobów konserwacji pasz objętościowych w naszym kraju przeważa jeszcze zbiór na siano, obserwuje się jednak systematyczny wzrost produkcji kiszonek, w tym również w formie prasowanej [6, 12, 17, 32]. Jakość kiszonki zależy w znacznym stopniu od jakości surowca, czyli podsuszanej zielonki przeznaczonej do zakiszania, jak również odpowiedniego podsuszenia (zakres 35–45% suchej masy) i zagęszczenia oraz skuteczności osłonięcia beli zapewniającego właściwe jej uszczelnienie i zachowanie hermetyczności [19, 23, 34]. Bardzo istotna jest także wysokość koszenia runi łąkowej [24, 26]. Dokładne zagęszczenie i szczelne osłonięcie konserwowanej masy roślinnej zapewnia odcięcie dopływu powietrza z zewnątrz [13, 25]. Pozytywny wpływ na jakość kiszonki ma też dodawanie środków konserwujących wspomagających proces kiszenia [6, 8, 23]. Sposób przechowywania i zabezpieczenia zielonki przed dostępem powietrza istotnie wpływa na wielkość strat ilościowych i jakościowych kiszonki. Dla uzyskania możliwie pełnego uszczelnienia przechowywanej kiszonki zastosowano, po raz pierwszy w Norwegii, metodę osłaniania zielonki w belach folią

zabezpieczającą je przed dostępem powietrza. Dotychczasowa praktyka i przeprowadzone badania wykazały dużą przydatność tej metody produkcji kiszonki, charakteryzującej się wysoką jakością i niskimi stratami. Ponadto znane i stosowane w praktyce są inne sposoby osłaniania bel [11, 16]. Celowe jest zatem dokonanie przeglądu doniesień literatury odnośnie wyników badań jakości kiszonki uzyskiwanej przy wykorzystaniu różnych sposobów osłaniania bel z podsuszanej zielonki.

Czynniki wpływające na jakość kiszonki

Jakość kiszonki zależy w znacznym stopniu od jakości surowca, czyli podsuszanej zielonki, a ruń łąkowa pochodząca z trwałych użytków zielonych w kraju często cechuje się małą wartością pokarmową [19, 24]. Wybór właściwego terminu koszenia ma znaczny wpływ na jakość paszy [41]. Wyniki wielu badań, jak również doświadczenia z praktyki wykazują, że wysokość pozostawionego ścierniska po skoszeniu powinna wynosić 5–6 cm w przypadku runi łąkowej oraz 6–8 cm przy koszeniu roślin motylkowatych drobnonasiennych. Dzięki temu mniejsze jest również prawdopodobieństwo zanieczyszczenia zielonki glebą [24, 41].

W celu zintensyfikowania podsuszania zielonki w polu zalecana jest mechaniczna obróbka skoszonej zielonki (kondycjonowanie), poprzez stosowanie kosiarki z zamontowanym kondycjonerem (zgniataczem lub spulchniaczem). W efekcie pracy zgniataczy następuje głównie zgniatanie i łamanie roślin, a spulchniaczy – ścieranie wierzchniej warstwy i nastroszenie pokosu. Zgniatacze są zalecane do obróbki roślin gruboładogowych, czyli motylkowatych i niektórych gatunków traw, natomiast spulchniacze – do runi łąkowej [15]. Niektóre kosiarki z kondycjonerami wyposażone są w dodatkowe urządzenia bierne lub aktywne do formowania pokosów. Dzięki temu eliminuje się przy zbiorze zielonek na kiszonkę zabiegi przetrząsania i zgrabiania, co w znacznym stopniu usprawnia przebieg zbioru.

Ze względu na efekty jakościowe optymalny zakres wilgotności względnej roślin podczas prasowania powinien wynosić 55–65% [24, 31, 39]. Korzystne zmiany biochemiczne zachodzące w roślinach zapewniają wówczas właściwy przebieg fermentacji runi łąkowej oraz eliminują powstawanie, a zarazem wyciekanie soków kiszonkowych, powodujących straty i zanieczyszczenie środowiska [11, 25].

Używane do zbioru, zarówno prasy zwijające (ze stałą lub zmienną komorą prasowania) jak również tłokowe formujące wielkogabarytowe bele prostopadłościenne mogą być wyposażane w zespoły rozdrabniające podsuszoną zielonkę, których rozwiązania konstrukcyjne są podobne do stosowanych w przyczepach zbierających. Dzięki rozdrobnieniu zielonki przed sprasowaniem następuje wzrost zagęszczenia bel zarówno cylindrycznych (o 5–15%) jak i prostopadłościennych (o 5–10%), co wpływa korzystnie na proces fermentacji, a więc i jakość kiszonki oraz efekty późniejszego jej skarmiania [2, 33, 39].

Dokładne zagęszczenie i szczelne osłonięcie konserwowanej masy roślinnej zapewnia odcięcie dopływu powietrza z zewnątrz, co sprzyja wytwarzaniu się kwasu mlekowego i dwutlenku węgla, konserwujących surowiec roślinny. Ponadto uszkodzenie błon komórkowych w efekcie obróbki mechanicznej koszonych roślin lub rozdrobnienie podczas prasowania powoduje uwalnianie z komórek substancji zawierających cukier i udostępnianie ich mikroorganizmom. Zmniejszenie wartości pH poniżej 4,0 i anaerobowe warunki ograniczają rozwój grzybów i bakterii oraz zmniejszają aktywność enzymów rozkładających zieloną masę i powodujących niepożądane procesy gnilne [41].

Poprawę podatności zielonek na zakiszanie, szczególnie trudno kiszających się (koniczyna, lucerna lub ich mieszanki z trawami), a tym samym zmniejszenie strat składników pokarmowych, można osiągnąć między innymi w wyniku sterowania przebiegiem procesu mikrobiologicznego za pomocą różnych dodatków kiszonkarskich. Obecnie zaleca się ich dozowanie nie tylko do pasz trudno, lecz także łatwo zakiszających się [5, 6, 8]. Sposób przechowywania i zabezpieczenia zielonki przed dostępem powietrza istotnie wpływa na wielkość strat ilościowych i jakościowych kiszonki [7, 13, 25, 32, 34].

W praktyce są stosowane następujące metody osłaniania folią kiszonki w belach [11]:

- indywidualne owinięcie z zastosowaniem owijarki,
- grupowe owinięcie z zastosowaniem owijarki,
- grupowe umieszczenie w workach z użyciem maszyny ładującej,
- okrywanie przyzmy bel folią kiszonkarską (tzw. metoda holenderska).

Jakość kiszonki w belach osłanianych folią

Badania jakości kiszonki w belach osłanianych folią prowadzone są w kilku ośrodkach naukowych i badawczych w kraju i za granicą. Badania prowadzone w Zakładzie Maszyn Rolniczych dotyczyły różnych technologii sporządzania kiszzonek z runi łąkowej trwałych użytków zielonych. Eksperymenty zrealizowano na terenie Zakładu Doświadczalnego IMUZ Falenty z zastosowaniem pras zwijających i prasy tłokowej formującej wielkogabarytowe bele cylindryczne [13, 37, 38].

Badania jakości kiszonki w belach cylindrycznych owijanych białą folią prowadzono przy zbiorze z udziałem prasy zwijającej stałokomorowej Z 279 produkcji Sipma SA w Lublinie, a do osłaniania zastosowano owijarkę Z 274 tego samego producenta [13]. Podczas owijania nakładano cztery warstwy folii grubości 25 μm . Dla określenia jakości kiszonki w całym przekroju beli pobierano próbki z warstwy zewnętrznej i ze środka beli. W porównywanych wariantach można było dostrzec nieznaczne zróżnicowanie zawartości badanych składników (białka, włókna, tłuszczów, popiołu i bezazotowych substancji wyciągowych) w kiszonce sporządzonej z traw zbieranych w pierwszym i trzecim pokosie, w porównywanych warstwach przekroju

poprzedniego beli. W efekcie wyprodukowano wartościową paszę w całym przekroju bel, o czym świadczyła wysoka zawartość białka oraz zawartość w kilogramie kiszonki powyżej 0,84 JPM (jednostki produkcji mleka wg INRA), jak również uzyskanie ocen bardzo dobrych i dobrych w punktowej skali Fliega-Zimmera.

W kolejnych badaniach podsuszoną zielonkę, w postaci nierozdrobnionej i rozdrobnionej na sieczkę o teoretycznej długości 150 i 75 mm, zbierano prasą zwijającą stałokomorową Z 571 [37]. Sprasowane bele były owijane siatką, a następnie rozciągliwą folią samoprzylepną koloru białego grubości 25 μm i szerokości 0,5 m na owijarce stacjonarnej Z 274. Po trzech miesiącach dokonano oceny sianokiszonki. Badania wykazały celowość rozdrabniania zielonki przeznaczonej do zakiszania, gdyż sianokiszonka z materiału rozdrobnionego, w porównaniu z sianokiszonką z zielonki nierozdrobnionej, charakteryzowała się wyższą zawartością składników pokarmowych oraz wartością energetyczną na podstawie klucza punktowej skali Fliega-Zimmera, która pozwoliła ocenić ją jako bardzo dobrą.

Celem innych badań było określenie jakości kiszonki produkowanej w technologii zbioru z zastosowaniem prasy wielkogabarytowej [38]. Ruń łąkowa była podsuszona do dwóch poziomów wilgotności $63,9 \pm 1,1\%$ oraz $54,9 \pm 1,5\%$. Zagęszczenie sprasowanych bel wynosiło $360\text{--}450 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Bele były układane w pryzmę i okrywane podwójnie folią grubości 150 μm . Jakość kiszonki oceniano organoleptycznie oraz na podstawie analizy chemicznej, wykorzystując przy tym aparat Infranalyzer 450. Otrzymane wyniki dotyczące zawartości w kiszonce pięciu wskaźników: białka, włókna, popiołu, tłuszczu i bezazotowych substancji wyciągowych nie odbiegały od zawartości tych składników w zielonce stanowiącej zakiszany surowiec. Również wartość energetyczna była zbliżona do świeżej zielonki. Podobnie ocena punktowa na podstawie skali punktowej Fliega-Zimmera, uwzględniająca udział kwasów: mlekowego, octowego i masłowego, pozwoliła ocenić paszę jako bardzo dobrą. Ocena organoleptyczna paszy wykazała, że kiszonka miała zapach winno-owocowy, barwę jasno- i ciemnooliwkową oraz bardzo dobrze zachowaną strukturę, podobnie jak w surowcu roślinnym.

Badania nad jakością kiszonki sporządzanej w belach z całych lub rozdrabnianych roślin przeprowadził Nowak [23]. Podsuszona zielonka była zbierana prasą wyposażoną w tradycyjny podbieracz palcowy oraz prasą z bijakowym zespołem podbierającym. Średnia masa bel formowanych prasą z podbieraczem bijakowym była wyższa o 25% w porównaniu z belami zwijanymi prasą z podbieraczem palcowym. Rodzaj zespołu podbierającego miał istotny wpływ na zawartość włókna surowego w kiszonce (27,72% s.m. dla podbieracza palcowego i 27,11% dla bijakowego). Pasza zebrana podbieraczem bijakowym zawierała istotnie więcej związków azotowych wyciągowych (44,86% s.m. wobec 43,82%) i miała wyższą wartość NEL (5,23 wobec 5,15 $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$). Bele o większym zagęszczeniu charakteryzowały się o 15% wyższą jakością (68,5 punktów Fliega-Zimmera) niż z zielonki zbieranej maszyną klasyczną.

Savoie i in. [35] dokonali porównania efektów zakiszania bel zielonki skoszzonej kosiarką z maceratorem w postaci zestawu karbowanych rolek obracających się z różnymi prędkościami, a także kosiarką rotacyjną wyposażoną w spulchniacz pokosów. Trawa skoszona pozostawała na polu przez 24 godziny, a następnie została zebrana prasą formującą bele cylindryczne przy prędkości roboczej 3,4 i 6,7 km · h⁻¹, które zostały owinięte folią do zakiszenia. Trawa po zbiorze kosiarką z maceratorem w czasie 24 godzin wysychała o 39% szybciej. Straty w obu sposobach zbioru były podobne i wynosiły sumarycznie dla koszenia, macerowania lub spulchniania i zwijania średnio 3,4%. Gęstość bel wahała się w granicach 122–147 kg s.m. · m⁻³ bez widocznego wpływu metody zbioru. Bele z trawy macerowanej wykazywały w ciągu pierwszych 4 dni kiszenia niższy wskaźnik pH niż bele po kondycjonowaniu tradycyjnym, co wskazywało na szybszą fermentację trawy macerowanej.

W pracy Sęka i Przybyła [36] przedstawiono wyniki badań jakości kiszonki sporządzonej z podwiedniętej lucerny wg trzech technologii zbioru, gdzie maszynami wiodącymi były: prasa zwijająca, prasa do bel prostopadłościennych i sieczkarnia polowa. Dokonano oceny wartości paszowej pięciu kiszzonek, w tym trzech otrzymanych z bel cylindrycznych pojedynczo owijanych folią oraz lucerny zakiszanej w silosie przejazdowym po zbiorze sieczkarnią polową i w minisilosie ułożonym z bel prostopadłościennych po zbiorze prasą Claas Qadrant 1200. Spośród trzech sianokiszzonek z bel cylindrycznych dwie różniły się zawartością suchej masy (25,6 i 39,1%), a trzecią stanowiły bele cylindryczne z uszkodzoną powłoką foliową podczas wyładunku z owijarki. Przeprowadzona ocena organoleptyczna pobranych prób wykazała, że maksymalną ocenę 10 punktów uzyskała kiszzonka z bel prostopadłościennych, a 8 punktów kiszzonka z bel cylindrycznych o wyższej zawartości suchej masy, pozostałe zaś – tylko 1 punkt. W ocenie wg skali Fliega-Zimmera najwyższą ocenę uzyskała kiszzonka z bel prostopadłościennych – 98 punktów (ocena bardzo dobra) oraz kiszonki z bel cylindrycznych nieuszkodzonych – 91 i 88 punktów (bardzo dobre). Kiszzonka z bel uszkodzonych była zadawalająca (47 pkt.), a kiszzonka w silosie przejazdowym tylko mierna (36 pkt.). Potwierdzenie tych wyników uzyskano w analizie zawartości azotu amoniakalnego. Kompleksowa ocena organoleptyczna i chemiczna kiszzonek wykazała, że najlepsza była kiszzonka z bel prostopadłościennych, a następnie kiszzonka z bel cylindrycznych [36].

Jakość kiszonki w belach sporządzanej z dodatkiem konserwantów

Zasadniczo mechanizm działania dodatków kiszonkarskich sprowadza się do obniżenia pH zielonej masy, co zapobiega psuciu się pasz pod wpływem szkodliwych drobnoustrojów i chroni przed niektórymi niepożądanymi zmianami chemicznymi. Złuszczają preparaty mikrobiologiczne stanowiące wyselekcjonowane bakterie kwasu mlekowego wymieszane z materiałem roślinnym, dzięki intensywnemu namnażaniu

niu, powodują szybkie przekształcenie cukrów roślinnych w kwas mlekowy. Wytworzony kwas mlekowy eliminuje rozwój szkodliwej mikroflory, nie dopuszczając do powstawania kwasu masłowego i octowego obniżających wartość paszową kiszonki [6].

Skuteczność działania preparatów zależy od równomiernego wymieszania określonej ich ilości z masą roślinną przeznaczoną do kiszenia, potrzebne jest przy tym dostosowanie technik aplikacji do rodzaju zielonek przeznaczonych do zakiszania m.in. przez stosowanie specjalnych dozowników preparatów chemicznych zamontowanych na maszynach zbierających [6]. Ze względu na stan skupienia rozróżnia się preparaty ciekłe (roztwory lub ich zawiesiny) i stałe (sproszkowane, granulowane). Obecnie w praktyce częściej stosuje się dozowniki do preparatów ciekłych, które są proste w budowie i uniwersalne, ponieważ można je stosować również do preparatów stałych rozpuszczonych w wodzie i rozprowadzanych w postaci zawiesiny. Najczęściej stosowane są dozowniki ciśnieniowe, w których uzyskuje się rozpylenie strumienia ciekłego preparatu na krople o średnicach takich, jak przy oprysku grubokroplistym, co sprzyja procesowi mieszania preparatu z zielonką. Ilość dozowanego preparatu reguluje się najczęściej wymieniając dysze. W prasach wyposażonych w zespół rozdrabniający dysza powinna być umieszczona za zespołem rozdrabniającym [6].

Badania nad jakością kiszonki z zastosowaniem dodatków kiszonkarskich (kwasu mrówkowego i preparatu microsil) przeprowadził Nowak [23]. Wpływ dodatków kiszonkarskich okazał się niejednoznaczny. Microsil istotnie zwiększał zawartość suchej masy w kiszonce (37,10%) wobec 36,20% w próbce kontrolnej. Dodatek kwasu mrówkowego i microsilu obniżały jednak zawartość białka ogólnego z 14,04% s.m. do 13,8% dla microsilu i 13,28% dla kwasu mrówkowego (wpływ istotny statystycznie). Dodatek microsilu nieznacznie (nieistotnie) zwiększał zawartość włókna surowego (28,09% s.m. wobec 27,72%). Natomiast kwas mrówkowy istotnie obniżał ten czynnik do poziomu 26,43% s.m. Dodatek kwasu mrówkowego istotnie zwiększał zawartość związków azotowych wyciągowych i energię netto laktacji (odpowiednio 46,21% s.m. wobec 43,79% i 5,30 MJ · kg⁻¹ wobec 5,17 MJ · kg⁻¹). Dodatek microsilu obniżał te parametry – odpowiednio do 43,11% s.m. i 5,11 MJ · kg⁻¹). Średnia wartość pH w belach formowanych prasą z podbieraczem bijakowym wyniosła 4,84 i była o 0,12 niższa niż przy klasycznym układzie. Najlepszą jakością kiszonki uzyskano z materiału najbardziej podsuszonego z dodatkiem kwasu mrówkowego (odpowiednio 74,70 i 69,20 punktów Fliega-Zimmera).

Stosowanie kwasu mrówkowego jako dodatku kiszonkarskiego korzystnie wpływa na skład chemiczny i stabilność tlenową kiszonek, jednak poglądy na temat efektów skarmiania kiszonek sporządzonych z jego udziałem nie są jednoznaczne [20]. Określenie stopnia wykorzystania przez mikroflorę żwacza kiszonek z dodatkiem kwasu mrówkowego oraz poziomu pobrania przez zwierzęta pozwala lepiej ocenić ich wartość pokarmową. Celem doświadczenia Kostulak-Zielińskiej i in. [20] było określenie efektywnego rozkładu żwaczowego oraz pobrania przez owce suchej masy i białka ogólnego w kiszonkach z dwóch mieszanek trawiasto-koniczynowych,

zakiszanych z dodatkiem konserwantów o różnej zawartości kwasu mrówkowego. Kiszonki sporządzone w belach owijanych folią poddano analizie składu chemicznego, zbadano rozkład suchej masy i białka ogólnego w zwaczu *in sacco*, a także przeprowadzono test na dowolne pobranie ocenianych kiszonek przez owce. Poziom pobrania nie zależały od składu botanicznego mieszanek i był znacznie wyższy w przypadku kiszonek sporządzonych z dodatkiem preparatu zawierającego kwas mrówkowy. W badanych kisonkach kwas mrówkowy obniżał rozkładalność suchej masy, natomiast nie stwierdzono jego wpływu na rozkładalność białka ogólnego. Wyższą rozkładalność białka ogólnego stwierdzono w mieszance z większym udziałem traw.

Badania nad zakiszaniem lucerny z dodatkiem konserwantów prowadzono również na Węgrzech [1, 8]. W pierwszej pracy przedstawiono wyniki badań procesów kisenia podsuszanej lucerny (od 42 do 46% wilgotności względnej) w belach formowanych bez dodatków konserwujących oraz z dodatkiem preparatu SIL-ALL w dawce 0,2%, aplikowanego przez agregat spryskujący SPRAY-FOIN. Bele były owijane w maszynie KOMBI PACK folią polietylenową o grubości 30 μm . Liczba warstw folii wynosiła od 10 do 12. Folia bardzo dobrze chroniła zakiszany materiał przed niekorzystnymi oddziaływaniami otoczenia i otrzymywano kisonkę o dobrej jakości. W innych badaniach stosowano prasę PÖTTINGER ROLLPROFI 3200 L SC oraz owijkarkę PÖTTINGER ROLLPROFI G 90 S. Bele były formowane z lucerny o wilgotności od 56,8 do 64,6%, w dwóch wariantach: bele z całych roślin oraz rozdrobnionych na sieczkę o długości 80 mm. Ponadto część bel była poddana zakiszaniu bez stosowania dodatków konserwujących, a część z dodatkiem preparatu SIL-ALL aplikowanym przy użyciu urządzenia SPRAY-FOIN w dawce 10 $\text{g} \cdot \text{Mg}^{-1}$. We wszystkich belach uzyskano kisonkę o dobrej jakości. Stosowanie dodatków konserwujących, zwłaszcza do lucerny pociętej na sieczkę, istotnie poprawiało jakość kisonki oraz zwiększało jej trwałość dzięki zahamowaniu rozwoju drobnoustrojów powodujących gnicie [8].

Jakość kisonki w belach zależnie od stosowanej folii

Wróbel i in. zrealizowali w IMUZ w 2007 r. badania, których celem była ocena strat suchej masy i jakości kiszonek w dużych belach w zależności od rodzaju folii i liczby jej warstw [40]. Kiszonki sporządzano z podsuszanej runi łąkowej pierwszego pokosu. Bele owijano 2, 4, 6 i 8 warstwami folii importowanej i krajowej, obie szerokości 500 mm i grubości 25 μm . Po trzech tygodniach oceniono szczelność owinięcia bel, 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: kisonki owinięte folią importowaną były mniej porażone niż

kiszonki owinięte folią produkcji krajowej. Większa liczba warstw folii istotnie wpłynęła też na zmniejszenie strat suchej masy kiszonki: 4 warstwy folii trzykrotnie, 6 warstw dziesięciokrotnie 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 8 krotnym) 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 uzyskały 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.

Jakość kiszonki w belach cylindrycznych owijanych folią o różnej barwie badano w Instytucie Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik – (FAT) w Tänikon (obecnie Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon) w Szwajcarii [10]. Celem badań było m.in. określenie wpływu jakości folii do owijania (przepuszczalność gazów oraz nagrzewanie folii) na jakość kiszonki. Dokonano analizy poziomu zawartości w kiszonce takich składników jak włókno surowe, surowe białko, surowy popiół i parametrów zakiszania kiszonki (pH, kwasy, alkohol, amoniak) w kiszonkach po dziesięciu miesiącach składowania. Próbkę pobierano z warstwy zewnętrznej 0–10 cm i oddzielnie z warstwy 10–60 cm. Jakość kiszonki oceniano na podstawie poziomu pH, zawartości cukru i poziomu kwasu mlekowego, octowego i masłowego (tab. 1). Wartość pH poniżej 5,0 wskazywała na intensywne zakwaszenie kiszonki.

Tabela 1. Wybrane parametry zakiszania i punkty DLG dla oceny jakości kiszonki [10]

Producent folii	Kolor folii	Zawartość s.m. 0–60 cm	pH dla 0–10 cm	Kwas octowy [g · kg ⁻¹ s.m.]	Kwas masłowy [g · kg ⁻¹ s.m.]	Kwas mlekowy [g · kg ⁻¹ s.m.]	Punkty DLG	
							do 10 cm	10–60 cm
Silotite	biała jasno-zielona	35,6	5,08	11,9	12,2	8,9	43	46
		34,0	5,21	18,7	20,2	6,1	37	37
Tenospin	biała jasno-zielona	34,0	5,18	10,6	15,6	5,1	34	36
		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 jasno-zielona	35,6	5,18	12,3	18,7	10,3	34	36
		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

Mimo spełnienia warunków technologicznych w większości bel uzyskano średnią lub niską jakość kiszonki, głównie ze względu na wysoki poziom kwasu masłowego, powyżej dopuszczalnej wartości 8 g na kg s.m. Powodem tego mogło być zanieczyszczenie podsuszanej zielonki glebą lub też zaistnienie fermentacji wtórnej w wyniku niskiego zagęszczenia bel podczas zbioru prasą zwijającą. Na podstawie zawartości kwasu masłowego i kwasu octowego, udziału amoniaku w kiszonce oraz wartości pH dokonano oceny punktowej wg stosowanej w Niemczech metody DLG.

Zasady oceny punktowej w skali Fliega-Zimmera i DLG przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Porównanie oceny punktowej jakości kiszonki wg klucza Fliega-Zimmera i DLG (opracowanie własne i [10])

Jakość kiszonki	Zakres punktów wg Fliega-Zimmera	Zakres punktów wg 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

Uzyskane w badaniach oceny punktowe mieszczą 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, przy czym ze względu na znaczące różnice trudno dokonać obiektywnej oceny wpływu jakości i koloru folii rozciągliwej (stretch) na jakość kiszonki.

Badania nie wykazały negatywnych zmian jakości kiszonki w belach owiniętych foliami koloru czarnego lub o zbliżonej barwie, pomimo silnego nagrzewania na powierzchni beli wywołanego promieniowaniem słonecznym [10]. Pomiar temperatury pozwoliły stwierdzić, 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 brązowozieloną zmierzono 56°C, a pod oliwkowozieloną – 52°C. Powierzchnia bel 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 między foliami o różnych kolorach wynosiły maksymalnie już tylko 7°C [10]. Oczywiście w decydujący sposób na stopień nagrzania wpływa światło słoneczne i temperatura zewnętrzna. W porównaniu do ciemnych folii, te o barwie białej i jasnozielonej lepiej odbijają światło słoneczne, zatem ich nagrzewanie jest słabsze.

W wyniku dotychczasowych badań stwierdzono, że czynnikami wpływającymi na przebieg fermentacji są: liczba warstw folii oraz grubość zastosowanej folii. Większość badaczy jest zgodnych, że do prawidłowego przebiegu fermentacji mleko-

wej i przechowywania kiszonek w belach, należy stosować co najmniej 4 warstwy folii polietylenowej grubości 25 μm [9, 22, 27, 29, 30]. Zalecana liczba warstw folii zależy od warunków klimatycznych i w krajach strefy gorącej trwałość folii jest znacznie mniejsza niż w krajach strefy umiarkowanej [28]. McNally i in. [21] wykazali, że folie z polietylenu (PE) o niskiej gęstości wykazują wyższą przepuszczalność gazów niż materiały z polietylenu o wyższej gęstości i wykazujące orientację cząsteczek uzyskaną w wyniku przetwarzania. Paillat i Gaillard [28] poinformowali, 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 [18] wynika, że przepuszczalność tlenu przez pojedynczą warstwę folii PE po rozciągnięciu do 150% swojej pierwotnej długości zwiększa się do wartości od 7750 do 9810 $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ w ciągu 24 h. Borreani i Tabacco [3, 4] badając nowe folie stretch o 20-krotnie mniejszej przepuszczalności tlenu niż polietylen (PE) powszechnie stosowany w praktyce, stwierdzili istotne zmniejszenie strat masy suchej substancji kiszonki z lucerny w porównaniu z typowymi foliami polietylenowymi. Umożliwia to dłuższe niż 8 miesięcy przechowywanie kiszonki z lucerny owiniętej czterema warstwami folii zamiast sześciu, a nawet ośmiu warstw, jak się powszechnie zaleca.

Podsumowanie

Wyniki dotychczasowych badań nad zakiszaniem zielonek sprasowanych w bele wielkogabarytowe wykazują, że przy zastosowaniu tej technologii można uzyskać wysoką jakość paszy, pod warunkiem spełnienia wyszczególnionych wcześniej podstawowych wymagań technologicznych. W wyniku dotychczasowych badań stwierdzono, że czynnikami wpływającymi na przebieg fermentacji są: liczba warstw folii oraz grubość zastosowanej folii. Większość badaczy jest zgodnych, że do prawidłowego przebiegu fermentacji mlekowej i przechowywania kiszonek w belach, należy stosować co najmniej 4 warstwy folii polietylenowej grubości 25 μm . Zalecana liczba warstw folii zależy od warunków klimatycznych i w krajach strefy gorącej trwałość folii jest znacznie mniejsza, niż w krajach strefy umiarkowanej. Zaprezentowane publikacje obejmują wyniki badań kiszonki w belach pojedynczych owijanych folią, natomiast brak jest wyników badań nad jakością kiszonki w belach przylegających do siebie i owiniętych tylko po stronie cylindrycznej z zastosowaniem owijarki szeregowej. Mając na uwadze znacznie mniejsze koszty tego sposobu w porównaniu z owijaniem pojedynczych bel cylindrycznych celowe wydaje się podjęcie badań nad jakością kiszonki, w szczególności zwracając uwagę na wartość paszy z płaskich powierzchni bel, które powinny szczelnie przylegać do siebie. Zastosowanie tej metody skutkuje mniejszym zużyciem folii, co korzystnie wpływa na całkowite nakłady związane z osłanianiem bel.

Uwagę zwraca wysoka jakość kiszzonek w belach składowanych w pryzmie odkrytych folią. Natomiast obecnie ten sposób, wg wspomnianej metody holenderskiej, jest w praktyce coraz mniej stosowany, ze względu na występowanie tzw. wtórnej fermentacji po otwarciu pryzmy. Potrzebne byłoby stosowanie dodatków konserwujących opóźniających ten proces, jak również formowanie pryzm o objętości dostosowanej do wielkości stada z możliwością skarmienia w ciągu ok. 10 dni. Ta metoda jest skutecznie zastępowana w praktyce przez składowanie bel prostopadłościennych w workach foliowych, co jest jednak droższe [11]. Brak jest badań jakościowych kiszzonek przechowywanej grupowo i w ten sposób osłanianych.

Możliwość poprawy zdolności zielonek do zakiszczania, szczególnie trudno kiszujących się, a tym samym zmniejszenia strat składników pokarmowych, można osiągnąć między innymi przez stosowanie różnych dodatków kiszonkarskich. Dozowniki ciśnieniowe oferujące grubokropliste rozpylenie strumienia ciekłego preparatu zapewniają właściwe zmieszanie preparatu z zielonką. Stosowanie dodatków sprzyja poprawie łatwości zakiszczania i powoduje zmniejszenie strat podczas przechowania. Natomiast z przedstawionego przeglądu wynika niejednoznaczny wpływ dodatków kiszonkarskich na zawartość składników pokarmowych oraz strawność paszy. Zagadnienie to powinno być przedmiotem dalszych badań żywieniowych wykonywanych na większych populacjach zwierząt.

Literatura

- [1] Bellus Z., Iván F. 2000. Effects of additives on the quality of silage bales. *Hung. Agricult. Eng.* 13: 48–49.
- [2] Besozzi M., Pignedoli S. 1996. Nuove tecnologie per l'insilamento delle rotoballe. *Meccanica agraria, L'Informatore Agrario* 41: 49–51.
- [3] Borreani G., Bisaglia C., Tabacco E. 2007. Effects of a new-concept wrapping system on alfalfa round bale silage. *Trans. ASAE* 50: 781–787.
- [4] Borreani G., Tabacco E. 2008. New oxygen barrier stretch film enhances quality of alfalfa wrapped silage. *Agron. J.* 100: 942–948.
- [5] Burs W., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B., Zastawny J. 2004. Użytkowanie kośne użytków zielonych. Materiały dla rolników. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego – Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Radom: 42 ss.
- [6] Dulcet E. 2001. Nowoczesne techniki zbioru zielonek i metody ich zakiszczania. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Rolniczej, Bydgoszcz: 132 ss.
- [7] Dürr L., Frick R. 2003. Gärsaftanfall bei der Lagerung von Grassilage-Rundballen. *Tänikon, FAT-Berichte*: 597–598.
- [8] Fenyvesi L., Bellus Z. 2000. Connections of compactness of silage bales. *Hung. Agricult. Eng.* 13: 20–24.
- [9] Foristal P.D., O'Kiely P., Lenchan J.J. 2002. 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, Tullamore Ireland*: 82.
- [10] Frick R. 2004. Eignung von Wickelfolien für die Ballensilage. *FAT – Berichte* 61: 16.
- [11] Gach S. 2003. Analiza i ocena technologii sporządzania kiszzonek z zielonek niskołodygowych. Rozprawa habilitacyjna, SGGW Warszawa: 114 ss.
- [12] Gach S. 2005. Straty zielonki w technologii zbioru na kiszonkę. *Post. Nauk Rol.* 2: 53–63.
- [13] Gach S. 2005. Straty zielonki powstające podczas kiszzenia i przechowywania. *Post. Nauk Rol.* 4: 91–101.
- [14] Gach S. 2009. Metody oceny technologii zbioru i konserwacji zielonych roślin paszowych. *Probl. Inż. Rol.* 4: 67–74.

- [15] Gach S., Korpysz K., Ivanovs S., Skonieczny I. 2008. Tendencje w rozwoju konstrukcji owijarek do bel podsuszonej zielonki. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 3: 7–10.
- [16] Gach S., Korpysz K., Skonieczny I. 2010. 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: 27–40.
- [17] Gach S., Pintara Cz. 2000. Zbiór zielonek z zastosowaniem kondycjonerów. *Post. Nauk Rol.* 4: 65–76.
- [18] Hancock D.W., Collins M. 2006. Forage preservation method influences alfalfa nutritive value and feeding characteristics. *Crop Sci.* 46: 688–694.
- [19] Jankowska-Huflejt H. 2007. Rolno-środowiskowe znaczenie trwałych użytków zielonych. *Probl. Inż. Rol.* 1: 23–34.
- [20] Kostulak-Zielińska M., Potkański A., Przybylski M. 2003. Wartość pokarmowa kiszonek z mieszanek trawiasto-koniczynowych, sporządzonych w balotach z dodatkiem kwasu mrówkowego. *Rocz.Nauk.Zoot.* 30(1): 89–103.
- [21] McNally G.M., Laffin C., Forristal P.D., O’Kiely P., Small C.M. 2005. The effect of extrusion conditions and material properties on the gas permeation properties of LDPE/LLDPE silage wrap films. *J. Plast. Film Sheeting* 21: 27–37.
- [22] Mosch G., Gäckler S. 2003. Stretchen was die Folie hält. *DLZ – Agrarmagazin* 54(5): 102–104.
- [23] Nowak J. 1997. Analiza i ocena technologii sporządzania kiszonek w formie bel cylindrycznych. Rozprawa habilitacyjna, Akademia Rolnicza Lublin: 58 ss.
- [24] Nowak J. 2000. Wpływ rodzaju i wilgotności zbieranej paszy na jakość kiszonki w belach cylindrycznych. *Post. Nauk Rol.* 5: 119–135.
- [25] Nowak J., Bzowska-Bakalarz M., Przystupa W. 2007. Straty polowe w produkcji siana i kiszonek. Monografia pod redakcją Janusza Nowaka. Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie: 185 ss.
- [26] Nowak J., Śańec P. 2001. Wybrane czynniki decydujące o jakości kiszonek w belach cylindrycznych. *Post. Nauk Roln.* 5: 95–110.
- [27] 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. Proceeding of the Agricultural Research Forum, University College Dublin (Belfield): 61–62.
- [28] Paillat J.M., Gaillard D. 2001. Air-tightness of wrapped bales and resistance of polythene stretch film under tropical and temperate conditions. *J. Agrc. Engng. Res.* 79(1): 15–22.
- [29] Pirkelmann H., Mitterleitner H. 1991. Großballen: Hohe Leistung kostet viel. *DLG – Mitteilungen/agrar – inform* 5: 46–48.
- [30] Pleskot R. 1998. Folie samoprzylepne do sianokiszonek. *Top Agrar Polska* 5: 124–125.
- [31] Podkówka W. 1998. Kierunki w produkcji kiszonek i siana w Europie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462: 25–39.
- [32] Podkówka W. 2001. Nowe kierunki w konserwacji pasz. Agroservis Poradnik dla rolników – Producent mleka w Unii Europejskiej: 93–101.
- [33] Roszkowski A. 1998. Technologie zakiszania zielonek niskołodygowych zbieranych prasami – ocena stanu i perspektywy. *Probl. Inż. Rol.* 6(1): 89–108.
- [34] Rotz C.A. 1955. Loss models for forage harvest. *Transaction of the ASAE* 38(6): 1621–1631.
- [35] Savoie P., Tremblay D., Charmley E., Theriault R. 1996. Round bale ensilage of intensively conditioned forage. *Canadian Agricultural Engineering* 38(4): 257–263.
- [36] Sęk T., Przybył J. 1997. Porównanie technologii zbioru sianokiszonki. Materiały VII Sympozjum im. prof. Cz. Kanafojskiego: Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych. Politechnika Warszawska, Płock: 202–207.
- [37] Waszkiewicz Cz., Gach S., Kostyra K., Lisowski A. 1999. Effect of size reduction degree on the quality of hay silage. *Annals of Warsaw Agricult. Univ. SGGW* 34: 29–32.
- [38] Waszkiewicz Cz., Lisowski A. 1999. Jakość paszy w technologii zbioru prasą wielkogabarytową. *Probl. Inż. Rol.* 3: 29–34.
- [39] Waszkiewicz Cz., Lisowski A., Gach S., Zastawny J. 2004. Prace badawczo-rozwojowe nad wybranymi maszynami do zbioru zielonek na siano i kiszonki. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie* T. 4 Zeszyt 1 (10): 293–309.
- [40] Wróbel B., Jankowska-Huflejt H., Barszczewski J. 2010. Wpływ rodzaju folii i liczby owinięć beli na straty suchej masy i jakości kiszonki. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie* T. 10 Zeszyt 4 (32): 295–306.
- [41] Zastawny J. 1993. Wartość pokarmowa różnie konserwowanych pasz objętościowych z użytków zielonych w świetle badań chemicznych i zootechnicznych. Rozprawa habilitacyjna, IMUZ, Falenty: 102.

Quality aspects of the short stalk green forage ensiled in form of bales wrapped in plastic film

Key-words: short stalk green forage, bale ensiling, silage quality

Summary

Paper presents the review of investigations on the quality of short stalk green forage ensiled in foil wrapped bales. Presented research results include two considered options: silage shaped as the cylindrical and cuboidal bales, stored in different way and wrapped in plastic film (to protect against the access of air), with or without addition of conservation agents. Moreover, some results of investigations concerning the effect of type and number of plastic film layers wrapped on cylindrical bales on silage quality were considered. On the basis of current investigations it was stated that the main factors affecting the fermentation process are: the number of plastic film layers (at least four) and thickness of used polyethylene plastic film (25 μm). Recommended number of plastic film layers depends on the climatic conditions; the plastic film stability is considerably worse in the warm countries in comparison with the countries located in moderate climate.

