

## PORÓWNANIE NIEKTÓRYCH PARAMETRÓW FOLII STRETCH Z POLIETYLENU Z DWOMA RODZAJAMI FOLII BIODEGRADOWALNEJ W PRODUKCJI KISZONKI\*

PIOTR KACORZYK<sup>1</sup>, MIROSLAW KASPERCZYK<sup>2</sup>, WOJCIECH SZEWCZYK<sup>1</sup>, ANDRZEJ LEPIARCZYK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institut Produkcji Roślinnej, Zakład Łąkarstwa, <sup>3</sup>Katedra Agrotechniki i Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

<sup>2</sup>*Institut Gospodarki Rolnej i Leśnej, Zakład Rolnictwa, Wyższa Szkoła Zawodowa im. Jana Grodka w Sanoku, ul. A. Mickiewicza 21, 38-500 Sanok*

**Synopsis.** Celem badań było porównanie niektórych parametrów i przydatności do zakiszania dwóch rodzajów folii modyfikowanej skrobią termoplastyczną, wytworzoną na bazie skrobi kukurydzianej, z folią wyprodukowaną z polietylenu. W procesie zakiszania zielonki pochodzącej z łąki górskiej, badane folie użyto, jako materiał okrywowy. Jakość kiszonki oceniono metodą organoleptyczną wg tzw. „klucza królewieckiego”. Parametry folii mierzono wg metody Elmendorfa (gramatura, wytrzymałość na rozdzielanie wzdłuż i w poprzek, wydłużenie względne przy zerwaniu wzdłuż). Nie stwierdzono większych różnic, w jakości kiszonki w zależności od rodzaju użytej folii. Nieznaczne różnice stwierdzono w barwie kiszonki w zależności od miejsca jej przechowywania. Wykazano zmiany w wartościach badanych parametrów poszczególnych typów folii w porównaniu do stanu sprzed użycia. Zmiany te były również zależne od miejsca przechowywania kiszonki.

**Słowa kluczowe:** parametry folii, jakość kiszonki, wpływ na środowisko

### WSTĘP

W produkcji kiszonki folia jest niezbędnym elementem składowym tej technologii. Wykorzystana jest zarówno do przykrywania, uszczelniania składowanej biomasy bądź owijania. Jej zastosowanie było znacznym postępem w tej technologii, gdyż znacząco ograniczyło straty składników pokarmowych w materiale zakiszonym [Radkowski i Kuboń 2006, Zastawny 1993]. Obecnie wykorzystywana folia jest produkowana z materiałów polimerowych (polietylen), odpornych na działanie czynników abiotycznych i biotycznych. A zatem po wykorzystaniu stanowi poważny problem w jej utylizacji [Szterk i Mikołajczak 2007, Stachurek 2012]. Niewielka jej część trafia do recyklingu, a reszta składowana jest na nielegalnych wysypiskach śmieci, bądź spalana. Szterk i Mikołajczak [2007] donoszą, że proces rozkładu tego rodzaju folii w naturalnych warunkach może trwać nawet 500 lat, a w tym czasie dochodzi do uwalniania licznych związków nieobojętnych dla środowiska. Foltynowicz i Jakubiak [2002] podają, że kluczowym elementem dla środowiska byłoby uzyskanie ze zdegradowanej folii takiego produktu, który byłby przyswojony przez środowisko. Rozwiązaniem tego problemu byłaby produkcja folii biodegradowalnej.

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* p.kacorzyk@ur.krakow.pl

\* Realized within the project BIOMASA (POIG 01.01.02-10-123/09) and partially financed by the European Union from the European Regional Development Fund

Celem badań było porównanie niektórych parametrów i przydatności do zakiszania runi łąki górskiej, dwóch rodzajów folii biodegradowalnej z folią wyprodukowaną z polietylenu.

## MATERIAŁ I METODY

W badaniach porównywano niektóre parametry dwóch rodzajów folii modyfikowanej (A i B) z folią PE Stretch do sianokiszzonek z polietylenu (handlowa) przed użyciem i po wykorzystaniu ich w produkcji kiszzonek. Wszystkie rodzaje folii wyprodukowano metodą rozdmuchu. Do wytworzenia folii modyfikowanej stosowanej w badaniach wykorzystano modyfikowaną skrobię termoplastyczną (TPSKW), uzyskana na bazie natywnej skrobi kukurydzianej woskowej dostarczonej przez firmę Cargill Polska. Skrobia kukurydziana woskowa charakteryzuje się tym, że w swoim składzie zawiera prawie 100% amylopektyny będącej polisacharydem o budowie rozgałęzionej. Folia typu A składała się w 30% skrobi termoplastycznej, 65% polietylenu i 5% bezwodnikiem maleinowym, jako kompatybilizator. Natomiast w folii typu B skrobia termoplastyczna stanowiła 45%, polietylen 50% i bezwodnik maleinowy 5% [Korol 2014, Korol i in. 2015].

Elementami oceny folii były: gramatura, wytrzymałość na rozdzieranie wzdłuż i w poprzek (N) ocenione metodą Elmendorf'a PN-ISO 6383-2: 2000, wydłużenie względne przy zerwaniu wzdłuż (%) PN- EN ISO527-3.

Badania przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Zakładu Łąkarstwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie położonej w Czarnym Potoku k. Krynicy (20°80' E, 49°40' N), w 2014 roku. Materiał do sporządzenia kiszzonek stanowiła roślinność łąki górskiej I odrostu. Roślinność tę skoszone w godzinach rannych, a następnie po 8 godzinach wędnięcia przy zawartości wody około 60% użyto do sporządzenia kiszzonek. Masa roślinna wiosną otrzymała następujące nawożenie: P – 18 kg, K – 50 kg i N – 60 kg·ha<sup>-1</sup>. Przed skoszeniem roślinności oceniono jej skład florystyczny metodą szacunkową Klapp'a. Kiszzonek sporządzono w 18 beczkach plastikowych wysokości 1 m i średnicy 50 cm, dla każdego rodzaju folii. Po napełnieniu beczek i dokładnym ubiciu materiału roślinnego szczelnie przykryto folią. Następnie po 3 beczki z każdym rodzajem folii przechowywano pod dachem i na wolnym powietrzu przez okres 6 miesięcy. Po zakończeniu procesu kiszenia wykonano ocenę parametrów folii, podobnie jak przed jej użyciem, oraz jakości kiszzonek metodą organoleptyczną zwaną „kluczem królewieckim”, gdzie parametrami oceny są: zapach, smak, barwa i struktura [Jamroz i in. 2001]. Uzyskane wyniki badań poddano jednoczynnikowej analizie wariancji, a uzyskane średnie podzielono przy użyciu testu Tukeya na grupy jednorodne.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Materiał kiszzonek stanowiła roślinność łąki górskiej. Gatunkami dominującymi biomasy roślinnej były dwa gatunki traw: kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*) i kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*). Pierwszy z tych gatunków stanowił 30–35% plonu runi, a drugi 15–18%. Obok tych traw w ilościach po 5–7% występowały jeszcze: wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*), tymotka łąkowa (*Phleum pratense*) i mietlica pospolita (*Agrostis capillaris*). Rośliny motylkowate były reprezentowane przez koniczynę białą (*Trifolium repens*) w ilości 8–10% i koniczynę łąkową (*Trifolium pratense*) w ilości śladowej. Grupa innych dwuliściennych stanowiła 15–17% plonu zielonej masy, a dominantami w niej były: przywrotnik pasterski (*Alchemilla monticola*), które występowały w ilości po 4–5%.

Wszystkie parametry składające się na ocenę organoleptyczną kiszonki były zadowalające. Nie stwierdzono większych różnic w ocenie w zależności od rodzaju użytej folii. Jedynie dało się zauważyć nieznaczne różnice w barwie kiszonki w zależności od miejsca jej przechowywania. Uzyskane efekty zakiszania są zbliżone do wyników uzyskanych przez Grabowicz i in. [2015]. Kiszonka przechowywana na polu była nieznacznie jaśniejsza – żółtozielona w porównaniu do przechowywanej pod zadaszeniem, która przypominała biomasę roślin świeżych. W sumie kiszonka przechowywana pod zadaszeniem uzyskała maksymalną ilość punktów – 15, zaś ocena kiszonki przechowywanej na polu pod tym względem była niższa o 1 punkt.

Oceniając parametry folii przed użyciem do zakiszania stwierdzono znaczne różnice w parametrach po między użytymi materiałami. Folia typu A posiadała prawie 4-krotnie większą masę w przeliczeniu na 1m<sup>2</sup>, a folia typu B aż 7-krotnie w porównaniu z folią czystego polietylenu (tab. 1).

Tabela 1. Gramatura folii przed użyciem i po 6 miesiącach przechowywania (g·m<sup>-2</sup>)

Table 1. Weight of foil before ensiling and after 6 months of storage (g·m<sup>-2</sup>)

Rodzaj folii Type of foil	Przed użyciem Before using	Miejsce przechowywania Storage place	
		pod zadaszeniem indoor	na polu outdoor
Folia handlowa* Market foil	19,7 a**	19,5 a	19,4 a
Folia typu A Foil A	76,4 b	73,6 b	73,4 b
Folia typu B Foil B	136,4 c	130,5 c	118,0 c

\* – szczegółowy opis w rozdziale „Materiał i Metody”/ particular description in „Material and Methods”

\*\* – grupy jednorodne wg testu Tukeya/homogeneous groups acc. to Tukey procedure

Obydwa rodzaje folii modyfikowanej cechowały się 15–17-krotnie mniejszą wytrzymałością na rozdieranie od folii handlowej (tab. 2). Folie modyfikowane były również 2-krotnie bardziej podatne na zerwanie od folii z czystego polietylenu (tab. 3).

Oceniając powyższe parametry wykonane po 6 miesięcznym przechowywaniu kiszonki stwierdzono znaczące zmiany w wartościach tych parametrów w porównaniu do stanu sprzed użycia. Zmiany te były również zależne od miejsca przechowywania kiszonki. Przechowywanie pod dachem nieznacznie ujemnie wpłynęło na masę 1m<sup>2</sup> w odniesieniu do stanu przed użyciem. Ubytek na wadze folii handlowej wynosił około 1%, a u obu rodzajów folii modyfikowanej około 4%. Natomiast w przypadku przechowywania kiszonki na wolnym powietrzu ubytek masy folii wynosił: u handlowej – 2%, typu A – 4%, typu B – 14%.

Przechowywanie kiszonki pod zadaszeniem również ujemnie wpłynęło na wytrzymałość na rozdieranie folii. W przypadku folii handlowej wartość ta zmniejszyła się zaledwie o 2%, folii typu A o 17%, a u typu B aż o 31%. Natomiast pod wpływem przechowywania kiszonki na wolnym powietrzu podatność folii na rozdieranie jeszcze bardziej się zwiększyła w odniesieniu do stanu przed jej użyciem. U folii handlowej wytrzymałość zmniejszyła się o około 9%, typu A o 50%, a typu B o 54%.

Tabela 2. Wytrzymałość folii na rozdzieranie wzdłuż i w poprzek przed użyciem i po 6 miesiącach przechowywania (N·mm<sup>-2</sup>)Table 2. Along and across tear strength of foil before ensiling and after 6 months of storage (N·mm<sup>-2</sup>)

Rodzaj folii Type of foil	Przed użyciem Before using	Miejsce przechowywania Storage place	
		pod zadaszeniem indoor	na polu outdoor
Folia handlowa* Market foil	2,00 a**	1,96 a	1,82 a
Folia typu A Foil A	0,12 b	0,10 b	0,06 b
Folia typu B Foil B	0,13 b	0,09 b	0,06 b

\* – szczegółowy opis w rozdziale „Materiały i Metody”/particular description in „Materials and Methods”

\*\* – grupy jednorodne wg testu Tukeya/homogeneous groups acc. to Tukey procedure

Tabela 3. Wydłużenie względne folii przy zerwaniu – wzdłuż i w poprzek przed użyciem i po 6 miesiącach przechowywania (%)

Table 3. Relative elongation of foil at break – along and across, before ensiling and after 6 months of storage (%)

Rodzaj folii Type of foil	Przed użyciem Before using	Miejsce przechowywania Storage place	
		pod zadaszeniem indoor	na polu outdoor
Folia handlowa* Market foil	430 a**	425 a	424 a
Folia typu A Foil A	245 b	225 b	187 b
Folia typu B Foil B	180 b	164 b	134 b

\* – szczegółowy opis w rozdziale „Materiały i Metody”/particular description in „Materials and Methods”

\*\* – grupy jednorodne wg testu Tukeya/homogeneous groups acc. to Tukey procedure

Na ostatni element oceny – podatność na wydłużenie względne przy zerwaniu u folii handlowej miejsca przechowywania nie miało większego wpływu. Natomiast u obu rodzajów folii modyfikowanej przechowywanie kiszonki pod zadaszeniem zmniejszyło ten parametr o ok. 9%, a przy przechowywaniu na wolnym powietrzu o ok. 25%.

Z otrzymanych wyników na uwagę zasługują trzy fakty:

- znaczne zmiany ocenianych parametrów folii modyfikowanej, które zaszły w czasie przechowywania kiszonki,
- wpływ czynników meteorologicznych na wielkość zmian,

– brak wpływu zmian w parametrach folii, na jakość kiszonki.

Przechowywanie kiszonki przez okres 6 miesięcy w najmniejszym stopniu wpłynęło na masę folii, a największym stopniu zwiększyło podatność na rozdieranie wzdłuż i w poprzek. Powyższe zmiany tych parametrów były potęgowane przy przechowywaniu kiszonki na wolnym powietrzu – pod wpływem bezpośredniego działania opadów atmosferycznych, promieniowania słonecznego. Przechowywanie na wolnym powietrzu w niewielkim stopniu zwiększyło podatność powyższego parametru u folii handlowej. Zmiany, które zaszły w folii modyfikowanej w czasie przechowywania kiszonki sugerują, że przy dłuższym przechowywaniu kiszonki zachodzące zmiany w folii mogą doprowadzić do dalszej degradacji folii, co wpłynęłoby ujemnie, na jakość kiszonki. Jednocześnie zmiany te dowodzą, że zużyta folia może w znacznym stopniu ulegać degradacji przy zastosowaniu procesów wspomagających. Jednym z takich procesów jest kompostowanie. Pęczek i inni [2013] podają, że kompostowanie materiałów polimerowych ogranicza strumień odpadów trafiających do środowiska. Jednak Stachurek [2012] podaje, że w czasie kompostowania folii modyfikowanej dochodzi do degradacji składników organicznych zaś pozostała część ulega rozproszeniu w środowisku – lecz w mniejszym stężeniu.

## WNIOSKI

1. Modyfikowana folia z udziałem skrobi termoplastycznej w ilości 30 i 45% nadaje się do przykrywania materiału kiszonkarskiego na okres około 6 miesięcy.
2. Określenie jej przydatności do przechowywania kiszonki na dłuższy okres czasu wymaga dalszych badań.
3. Parametry dotyczące rozdierania i wydłużenia wzdłuż oraz w poprzek są słabe i dyskwalifikują ją do owijania balotów.

## PIŚMIENNICTWO

- Foltynowicz Z., Jakubiak P. 2002. Poli (kwas mlekowy) – biodegradowalny polimer otrzymany z surowców roślinnych. *Polimery* 47(11–12): 769–774.
- Grabowicz M., Kaszkowiak J., Dorszewski P., Szterk P. 2015. Przydatność folii oksybiodegradowalnej do przechowywania kiszonek. *Logistyka* 4: 1869–1876.
- Jamroz D., Podkówka W., Chachułowa J. 2001. *Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo*. Cz. 3. Wyd. PWN Warszawa: ss. 408.
- Korol J. 2014. Wpływ zastosowania mieszadła statycznego na właściwości biokompozytów PEHD/skrobia modyfikowana. *Przem. Chem.* 93(4): 457–463.
- Korol J., Lenża J., Formela K. 2015. Manufacture and research of TPS/PE biocomposites properties. *Composites, Part B* 68(1): 310–316.
- Pęczek S., Pretura J., Lewiński P. 2013. Polimery z odnawialnych surowców, polimery biodegradowalne. *Polimery* 58(11–12): 835–846.
- PN-EN ISO 527-3:1998/AC:2002. Folie i płyty – Oznaczenie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Warunki badań folii i płyt.
- PN-ISO 6383-2:2000. Tworzywa sztuczne – Folie i płyty – Oznaczenie wytrzymałości na rozdieranie metodą Elmendorfa.
- Radkowski A., Kuboń M. 2006. Ekonomiczne aspekty konserwacji pasz objętościowych na przykładzie łąk trwałych i przemiennych. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria* 5(2): 87–92.
- Stachurek I. 2012. Problemy z biodegradacją tworzyw sztucznych w środowisku. *Zesz. Nauk. WSZOP Katowice* 1(8): 74–108.

- Szterk P., Mikołajczak J. 2007. Wykorzystanie folii biodegradowalnej przy produkcji kiszonek. *Wiad. Zoot.*, R 45(3): 39–47.
- Zastawny J. 1993. Wartość pokarmowa różnie konserwowanych pasz objętościowych z użytków zielonych w świetle badań chemicznych i zootechnicznych. *Falenty*: Wyd. IMUZ, Rozpr.: ss. 102.

P. KACORZYK, M. KASPERCZYK, W. SZEWCZYK, A. LEPIARCZYK

#### COMPARISON OF SOME PARAMETERS OF POLYETHYLENE STRETCH FOIL AND TWO TYPES OF BIODEGRADABLE FOIL USED IN SILAGE PRODUCTION

##### Summary

With modern technology of ensilage, foil is an essential product. But polyethylene foil is an important environmental problem because of the difficulty of its recycling. The search for materials that can improve the degree of biodegradation of the foil and reduce the harm influence on the environment. The aim of the study was to compare some parameters and suitability for silage two types of foil modified by thermoplastic starch, produced on the basis of corn starch with a foil produced from polyethylene only. In the process of ensiling of forage derived from a mountain meadow, foil was used as a covering material. The quality of silage was evaluated by organoleptic method. Parameters of the foil was measured by an Elmendorf method (density, tear strength and transverse elongation at break). No major differences in the quality of silage, depending on the type of foil used were detected. Minor differences were observed in the color of silage, depending on the place of storage. It has been shown changes in the values of the studied parameters of individual types of foil, compared to the state before use. These changes were also dependent on the storage conditions of silage. In the light of the study it should be stated that the current parameters of the investigated modified foils, concerning tear strength and elongation rate are weak and disqualify them for wrapping bales. The results indicate that the foils containing the thermoplastic starch is suitable for covering the silage material.

**Key words:** foil parameters, silage quality, environmental impact

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 13.03.2017

Do cytowania – *For citation*

Kacorzyk P., Kasperczyk M., Szewczyk W., Lepiarczyk A. 2017. Porównanie niektórych parametrów folii stretch z polietylenu z dwoma rodzajami folii biodegradowalnej w produkcji kiszonki. *Fragm. Agron.* 34(2): 28–33.