

*Janusz Nowak  
Akademia Rolnicza w Lublinie*

## **Technologia kiszenia pasz w dużych workach foliowych**

**Słowa kluczowe:** prasa silosowa, worek plastikowy, jakość kisonki

### **Wstęp**

---

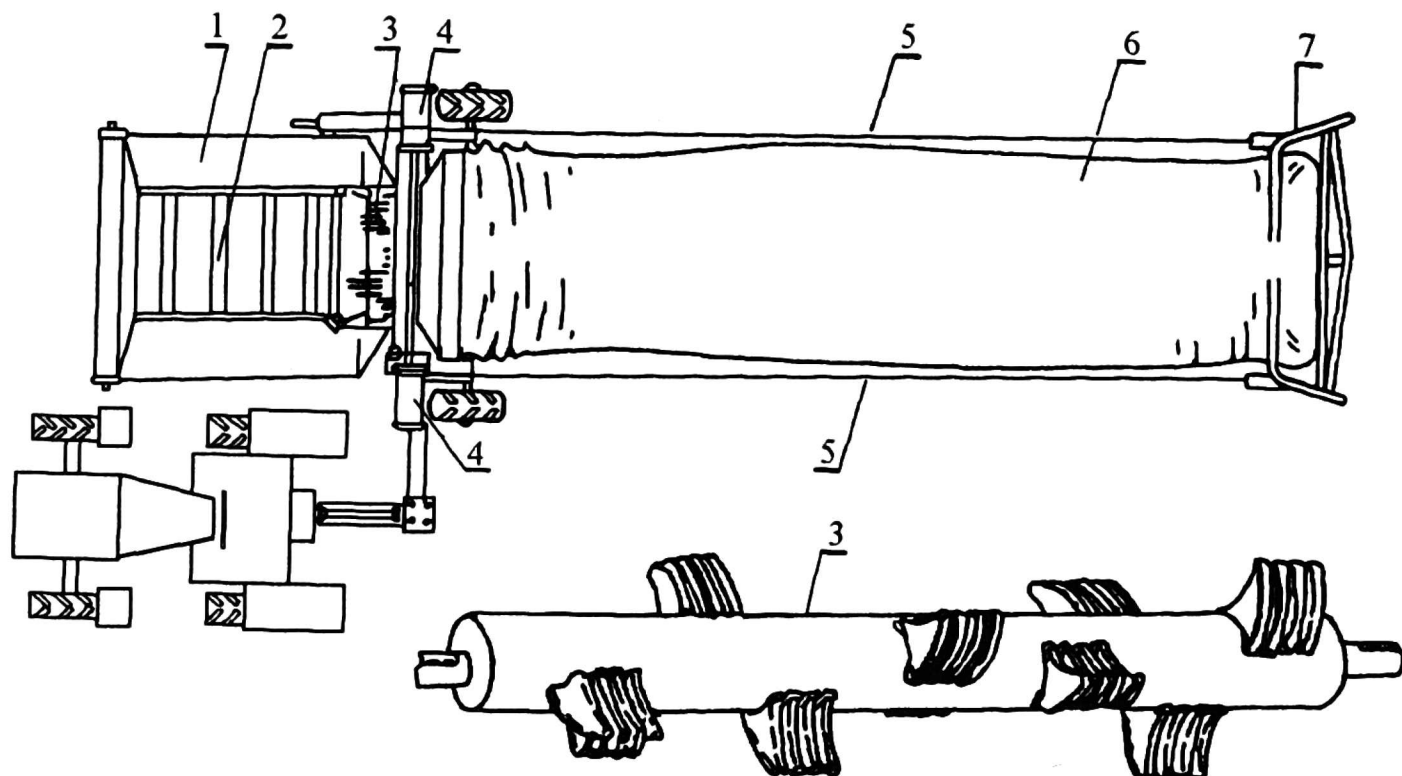
W Polsce ponad 60% masy plonów otrzymanych z trwałych i przemiennych użytków zielonych jest skarmiane w postaci siana i kisonki [4, 6]. Dotychczasowa praktyka ogranicza się przede wszystkim do produkcji siana. Jakość uzyskanej w ten sposób paszy jest często niezadowalająca ze względu na niekorzystny wpływ czynników atmosferycznych. Z kolei kisonki otrzymywane z traw świeżych charakteryzuje na ogół małe pobranie suchej masy przez zwierzęta i niskie wykorzystanie związków azotowych, co ujemnie wpływa na opłacalność produkcji [1, 5, 11, 12]. Kiszenie zielonek o dużej zawartości wody w przyzmacach i silosach przejazdowych związane jest z intensywnym wypływaniem soków kisonkowych, które zanieczyszczają środowisko i mają destrukcyjny wpływ na konstrukcję silosów, zwłaszcza betonowych. Szczególna wrażliwość betonu na działanie soków kisonkowych wynika z jego alkalicznego charakteru [9, 10]. Prawidłowo zbudowany silos powinien mieć sprawnie funkcjonujący system odprowadzania soków kisonkowych oraz zbiornik do ich gromadzenia. Regulacje prawne Unii Europejskiej wymagają, aby zawartość tych zbiorników była dostarczana do oczyszczalni celem neutralizacji.

W połowie lat osiemdziesiątych zaobserwowano duży wzrost popularności kiszenia pasz o podwyższonej zawartości suchej masy w wyniku wprowadzania wysoko wydajnych pras zbierających, które pozwalają na formowanie zbieranego materiału w duże beły prostopadłościenne lub cylindryczne. Technologie te są stosowane już od wielu lat w polskim rolnictwie i na ich temat istnieje wiele publikacji. Sporadyczne informacje dotyczą natomiast technologii sporządzania kisonki w dużych workach foliowych.

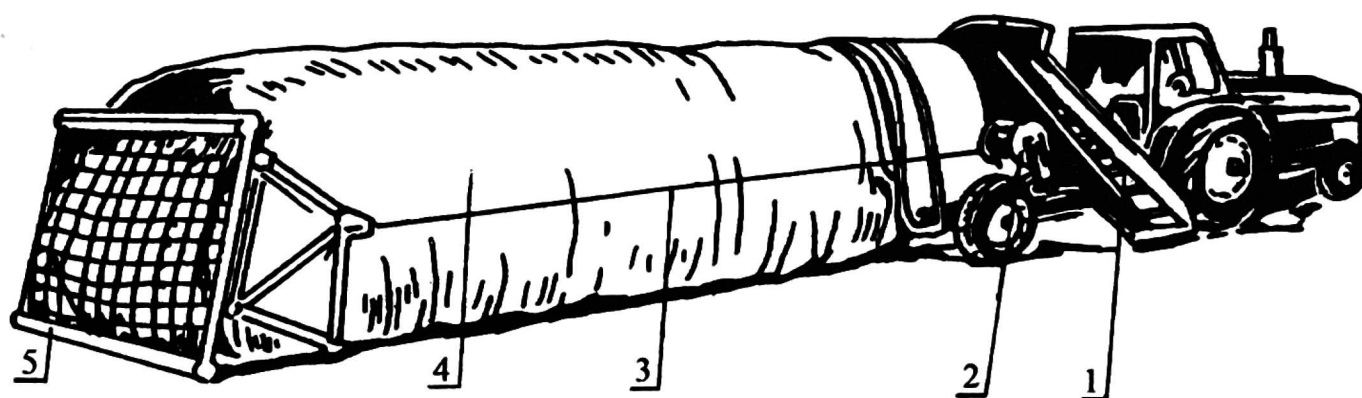
## Technika kiszzenia

---

Bogate doświadczenia w zakresie produkcji maszyn przeznaczonych do sporządzania kiszzonek w workach foliowych o dużych wymiarach mają firmy: AG BAG International Ltd. i Sioux Automation Center ze Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej oraz Eugenio Marangon & Figlio Sp.A. z Włoch. Pierwsze z wymienionych firm oferują interesujące rozwiązania konstrukcyjne maszyn do napełniania dużych worków foliowych zakiszczonym (magazynowanym) materiałem, które budzą zainteresowania farmerów i przedsiębiorstw usługowych w wielu krajach. Maszyny przeznaczone do napełniania worków foliowych rozdrobnionymi lub sypkimi materiałami, zwane prasami silosowymi (silage compactor), zbudowane są z następujących zespołów: układu napędowego, kosza zasypowego z przenośnikiem zasilającym oraz komory tłoczenia, za którą znajduje się prowadnica z umieszczonym na niej workiem o dużej wytrzymałości mechanicznej i odpornym na kwasy organiczne i czynniki atmosferyczne. Obecnie produkowane worki o średnicy od 2,4 m do 3,6 m i długości do 150 m są stosowane do konserwowania lub magazynowania rozdrobnionych albo sypkich materiałów (zielonka z trawy, lucerny, całych roślin kukurydzy, corn cob mix — CCM, wysłodki buraczane, wilgotne i suche ziarno zbóż i innych roślin, odpady przemysłu spożywczego, nawozy sztuczne, a także i kompost). Prasy silosowe (AG BAGGER G-6000, AG BAGGER G-6700, AG BAGGER G-7000, AG BAGGER M-7000, AG BAGGER MH-10 000) firmy AG BAG International Ltd. oraz maszyny Velosil produkowane przez włoską firmę Eugenio Marangon & Figlio Sp.A. wyposażane są w walec tłoczący, którego oś obrotu jest prostopadła do kierunku przesuwania się maszyny podczas jej pracy (rys. 1). Materiał jest doprowadzany do walca tłoczącego prasy silosowej ruchomą taśmą, która stanowi dno kosza przyjęciowego. Konstrukcja i wymiary tego kosza umożliwiają bezpośrednie dostarczanie zakiszczanego materiału ze skrzyni ładunkowej środka transportowego. Przed komorą tłoczenia jest umieszczony obrotowy dozownik, którego zadanie polega na zapewnieniu równomiernego przepływu materiału i eliminowaniu zapchań. W czasie dostarczania zbyt dużej porcji paszy do komory tłoczenia istnieje możliwość natychmiastowego wyłączenia napędu przenośnika podłogowego kosza przyjęciowego. Zagęszczenie paszy w worku foliowym dostosowuje się do rodzaju i wilgotności zakiszczanego materiału i jest regulowane umiejscowionym po obu stronach maszyny systemem hamulcowym. Stalowe linki umocowane pomiędzy zespołem hamulcowym a siatką przytrzymującą worek foliowy służą do tego, aby po osiągnięciu ustalonego wcześniej zagęszczenia paszy zwolnić hamulec, dzięki czemu maszyna może przesuwać się do przodu. Wypełniony worek foliowy zostaje na podłożu, które powinno być wolne od ostrych przedmiotów i zanieczyszczeń mogących go uszkodzić lub utrudniać pobieranie paszy. Miejsce składowania worka z paszą powinno być płaskie. W przypadku terenu pochylego worek należy napełniać „pod górę”. W żadnym wypadku nie może być taki „silos” umieszczony w poprzek zbocza. Oba końce rękawa foliowego



**Rysunek 1.** Prasa silosowa AG BAGGER G 6000: 1 — kosz zasypowy, 2 — przenośnik zasilający, 3 — wałek tłoczący, 4 — hamulec, 5 — linki stalowe, 6 — worek foliowy, 7 — siatka przytrzymująca



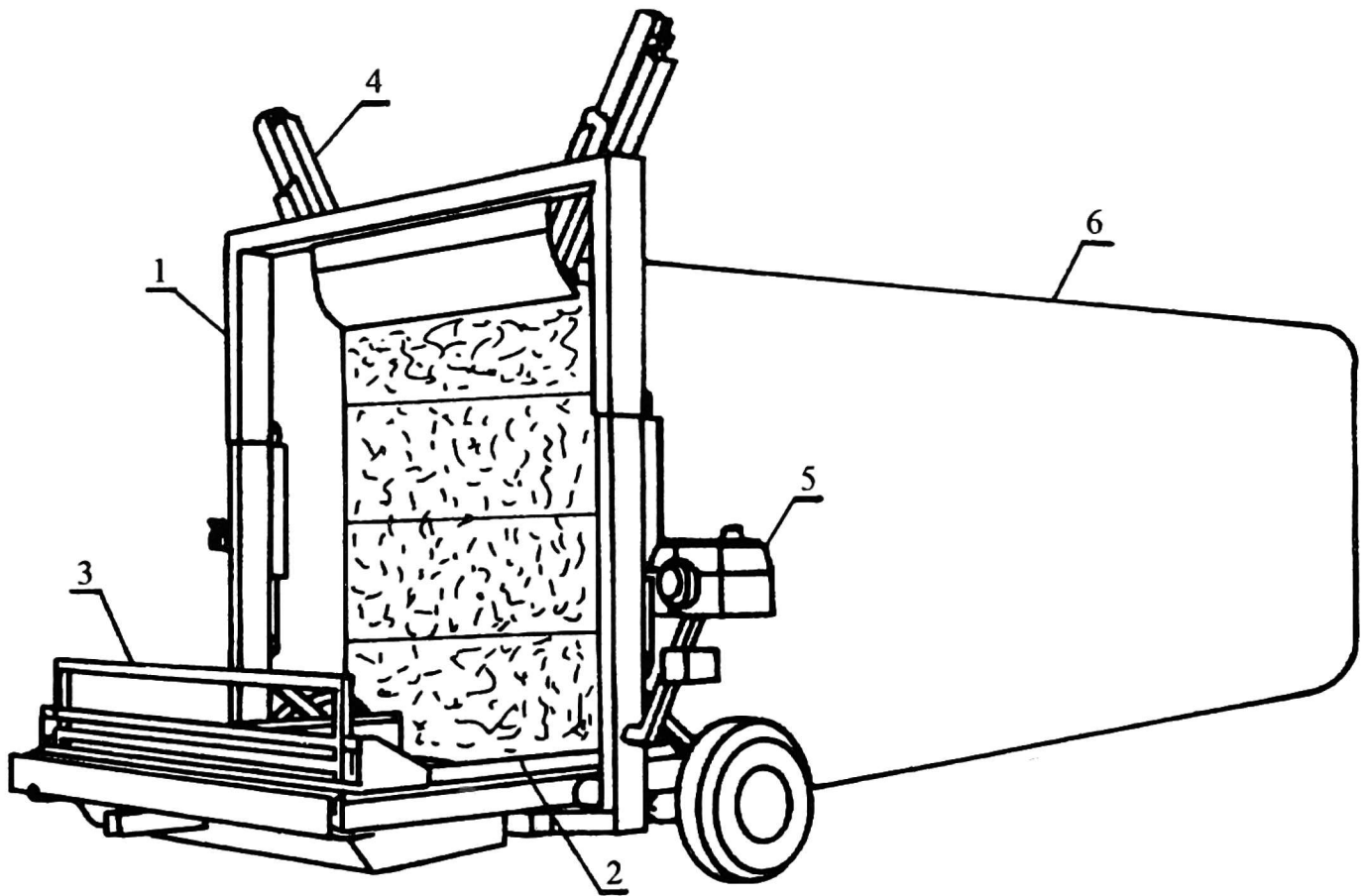
**Rysunek 2.** Prasa silosowa Roto Press Europe TCR: 1 — kosz zasypowy z przenośnikiem zasilającym, 2 — hamulec, 3 — linka stalowa, 4 — worek foliowy, 5 — siatka przytrzymująca, 6 — zespół podawania i tłoczenia

uszczelnia się poprzez specjalne zamknięcie podobne do zamka błyskawicznego lub też w wyniku zasypania piaskiem. Obciążanie końców worka tylko oponami jest niewystarczające i prowadzi często do psucia się konserwowanej paszy. W początkowym okresie składowania zakiszanego materiału powinno się umożliwić wydostawanie gazów powstających w procesach fermentacyjnych. Służą do tego specjalne wentyle, które zamyka się na stałe po kilku dniach składowania paszy.

Prasy silosowe produkowane przez amerykańską firmę Sioux Automation Center (Roto-Press Europe, Roto-Press Europe TCR) są wyposażane w ślimakowy zespół podawania i tłoczenia materiału do worka foliowego. Maszyny oznaczone symbolem TCR (twin coaxial rotor) posiadają dwa współosiowo pracujące elementy robocze (rys. 2). Takie rozwiązanie zapewnia równomierne podawanie zakiszanego materiału do worka foliowego. Wpływa to korzystnie na wydajność prasy silosowej oraz zagęszczenie paszy przygotowanej do kiszenia.

Oferta pras silosowych obejmuje zarówno maszyny napędzane ciągnikiem, jak i maszyny wyposażane we własną jednostkę napędową. Największa i najbardziej wydajna prasa silosowa, oznaczona symbolem AG BAGGER MH-10000, przeznaczona jest do napełniania worków o średnicy 3,3 m lub 3,6 m. Wymieniona maszyna jest wyposażona w silnik wysokoprężny Caterpillar Turbo o mocy 300 KM. Wydajność tej prasy silosowej wynosi około 150 t/h. Najnowsze propozycje firmy AG BAG International dotyczą chwytaków przeznaczonych do pobierania konserwowanego (magazynowanego) materiału w dużych workach foliowych. Obecnie produkowanych jest sześć modeli wybieraków o różnej pojemności (od 0,7 m<sup>3</sup> do 3,13 m<sup>3</sup>). Każdy z nich zbudowany jest z dwóch odpowiednio ukształtowanych szczęk, które łatwo zagłębiają się w pobierany materiał. Pionowe krawędzie tnące są wyposażone w stalowe zęby, które — rozluźniając materiał — ułatwiają jego pobieranie oraz napełnianie zamykających się szczęk.

Wysokie nakłady finansowe ponoszone na zakup folii rozciągliwej stosowanej przy sporządzaniu kiszonek w formie pojedynczych bel cylindrycznych i prostopadłościennych dały początek wprowadzania nowych sposobów zabezpieczania konserwowanej paszy przed dostępem powietrza. Firmy takie jak AG BAG International Ltd., Sioux Automation Center oraz Pronovost z Kanady rozpoczęły produkcję maszyn przeznaczonych do umieszczania bel formowanych prasami wielkogabarytowymi w dużych workach foliowych. Maszyny Flex-Tube F-5401 i F-5475 służą do napełniania worków belami formowanymi prasami zwijającymi. Pierwsza z wymienionych maszyn, wyposażona w silnik Kohlera o mocy 8 KM, przeznaczona jest do umieszczania bel o średnicy 120 cm i maksymalnej długości 150 cm w workach o długości nie przekraczającej 45 m. Konstrukcja maszyn oznaczonych symbolami MR-5603 umożliwia ich stosowanie przy sporządzaniu kiszonek zarówno w formie dużych bel cylindrycznych, jak i prostopadłościennych. Najnowsza oferta firmy AG BAG dotyczy maszyn przeznaczonych do napełniania dużych worków foliowych tylko belami prostopadłościennymi. Maszyny oznaczone symbolami MR-802H cha-



**Rysunek 3.** Maszyna MR-802 H firmy AG BAG: 1 — rama maszyny, 2 — platforma załadowcza, 3 — zespół właczania beli, 4 — układ rozciągania worka foliowego, 5 — silnik

rakteryzują się największymi wymiarami „kanału właczania” bel do worka (szerokość 292 cm, wysokość 244 cm) spośród oferowanych obecnie tego typu rozwiązań technicznych.

W celu łatwego umieszczania bel z paszy (a zwłaszcza cylindrycznych) w dużych workach zabezpieczających, wymienione wcześniej maszyny są wyposażane w zespół rozciągania folii. Stanowią go szerokie łopatki sterowane hydraulicznie, które zapewniają rozciąganie folii o około 15%. Takie przygotowanie „opakowania” wpływa również korzystnie na przyleganie folii do powierzchni bel zakiszane materiału. Warto również dodać, że maszyny przeznaczone do napełniania worków belami formowanymi przez prasy zwijające posiadają znacznie więcej elementów wchodzących w skład zespołu rozciągania folii.

## **Jakość kiszonek sporządzanych w dużych workach foliowych**

Wyniki porównawczych badań prowadzonych nad zakiszaniem zielonek o różnej zawartości suchej masy wykazały, że lepszej jakości paszę otrzymuje się w dużych workach foliowych napełnianych prasą silosową w porównaniu z kisonką sporządzaną w formie dużych bel cylindrycznych owijanych czterema warstwami folii

**Tabela 1.** Skład chemiczny kiszonek sporządzanych z lucerny o różnej zawartości suchej masy [7]

Wyszczególnienie	Sposób zakiszania			
	bele cylindryczne		duże worki foliowe	
	zawartość suchej masy w zakiszanej paszy			
	27%	40%	27%	40%
pH	5,38	5,69	4,74	4,63
Zawartość kwasu mlekowego [% s.m.]	3,09	1,97	2,96	3,43
Zawartość kwasu octowego [% s.m.]	0,42	0,21	0,84	0,50
Zawartość kwasu masłowego [% s.m.]	0,14	0,06	0,004	0,001
Zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie [% s.m.]	2,39	2,08	2,13	2,09
Zawartość azotu amoniakalnego [% N ogólnego]	21,8	17,0	14,4	11,8
Zawartość azotu niebiałkowego [% N ogólnego]	63,1	61,3	59,2	56,2
Punkty wg skali Fliega-Zimmera	70	80	96	100

rozciągliwej. Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że pasza uzyskana z zielonki o znacznej przewadze lucerny (ponad 90%, średnia długość siewki około 1,25 cm), którą przechowywano w dużych workach foliowych przez 60 dni, charakteryzowała się niższą wartością pH oraz mniejszą zawartością kwasu masłowego w porównaniu z kisonką z bel formowanych prasą zmienno-komorową New Holland 848 [7]. Warto również zwrócić uwagę na fakt, że produkt końcowy pochodzący z bel zwijanych z materiału o małym podsuszeniu (27% zawartości suchej masy) cechuje duża zawartość azotu amoniakalnego, a udział azotu niebiałkowego przekracza 63% ogólnej ilości azotu. Najwyższą jakością kisonki ocenianą wg skali Fliega-Zimmera, a także i na podstawie zawartości azotu amoniakalnego otrzymano z zielonki podsuszanej do 40% zawartości suchej masy, którą umieszczano w dużych workach foliowych. Pasza ta uzyskała 100 punktów po 60. dniach przechowywania, co w porównaniu z kisonką z bel cylindrycznych jest wartością o 20 punktów większą. Największa różnica w jakości kisonek (dla porównywanych metod konserwowania) dotyczyła paszy otrzymanej z zielonki o 27% zawartości suchej masy. Wynosiła ona 26 punktów na korzyść kisonki pochodzącej z dużych worków foliowych.

Dane zamieszczone w tabeli 2 wskazują, że materiał konserwowany w dużych workach foliowych podlega intensywniejszym procesom fermentacyjnym niż pasza zakiszana w formie bel cylindrycznych owijanych czterema warstwami folii rozciągliwej [8]. Wynika to z dwóch głównych powodów. Pierwszy z nich dotyczy większego zagęszczenia paszy znajdującej się w dużym worku foliowym (do napełniania którego stosowano prasę silosową), a tym samym lepszego zapewnienia warunków bez-tlenowych, zwłaszcza w początkowej fazie konserwowania. Drugi natomiast powód

**Tabela 2.** Skład chemiczny kiszonek z drugiego pokosu lucerny sporządzanych w formie bel cylindrycznych i w dużych workach foliowych [8]

Wyszczególnienie	Sposób zakiszania <sup>1</sup>					
	bele cylindryczne			duże worki foliowe		
	dni konserwowania					
	3	9	60	3	9	60
pH	5,68	5,48	5,10	4,93	4,55	4,44
Zawartość kwasu mlekowego [% s.m.]	0,31	1,14	1,85	1,73	2,83	4,97
Zawartość kwasu octowego [% s.m.]	0,69	0,79	1,12	1,73	2,83	1,83
Zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie [% s.m.]	6,7	6,4	6,6	5,6	5,2	4,4
Zawartość azotu amoniakalnego [% N ogólnego]	2,4	4,1	5,3	2,6	3,6	4,9
Zawartość azotu niebiałkowego [% N ogólnego]	—	65	59	—	51	50

<sup>1</sup> Wilgotność zakiszanej paszy około 61%.

związany jest z lepszym rozdrobnieniem materiału, które zapewnia łatwiejszy dostęp bakteriom do zawartości soków komórkowych zakiszanej paszy. Istotne różnice w pH i zawartości kwasu mlekowego w porównywanych paszach wystąpiły już w trzecim dniu zakiszania. Wartość pH materiału zakiszane go z zastosowaniem prasy silosowej wynosiła wtedy 4,93. Wskaźnik ten dla paszy konserwowanej w stanie nie rozdrobnionym wynosił 5,68, a po 60 dniach magazynowania jego wartość nie była niższa niż 5. Warto zwrócić uwagę na zmiany w zawartości kwasu mlekowego i octowego w porównywanych paszach. W trzecim dniu zakiszania materiału zbieranego prasą zwijającą zaobserwowano ponad 2-krotnie większą zawartość kwasu octowego niż kwasu mlekowego. Dla paszy rozdrobnionej te relacje były znacznie korzystniejsze — zawartość kwasu octowego stanowiła około 70% zawartości kwasu mlekowego. W końcowym okresie prowadzenia badań (po 60 dniach konserwowania zielonek) otrzymane kiszonki charakteryzowały się większą zawartością kwasu mlekowego niż octowego. Pasza pochodząca z dużego worka foliowego zawierała pierwszego kwasu ponad 2,7 razy więcej niż kwasu octowego. Dla kiszonki z bel cylindrycznych te relacje były mniej korzystne. Zawartość kwasu octowego stanowiła ponad 60% zawartości kwasu mlekowego.

Wyniki badań żywieniowych prowadzonych z zastosowaniem kiszonek, których podstawowe parametry zamieszczono w tabeli 2, wykazały istotne różnice w ilości pobieranej paszy i dziennych przyrostów masy ciała młodego bydła opasowego. Pasza otrzymana z materiału rozdrobnionego była chętniej pobierana przez zwierzęta w zestawieniu z kiszonką pochodzącą z bel cylindrycznych. Wskaźnik dziennego zużycia paszy — odniesiony do dziennego przyrostu masy ciała — wynosił 6,6 dla grupy zwierząt, które jako paszę objętościową (skarmianą do woli) otrzymywały kiszonkę sporządzaną w dużym worku foliowym. Wartość tego wskaźnika wynosiła 7,8 dla

**Tabela 3.** Skład chemiczny kiszonek sporządzanych w dużych workach foliowych napelnianych prasą silosową [3]

Wyszczególnienie	Sposób konserwowania	
	bez dodatku	z dodatkiem <sup>1</sup>
Zawartość suchej masy [%]	26,8	30,1
Substancja organiczna [% s.m.]	89,5	89,8
Neutralne włókno detergent. [% s.m.]	51,1	46,4
Kwaśne włókno detergent. [% s.m.]	34,9	32,1
Węglowodany rozp. w wodzie [% s.m.]	1,31	3,19
Azot amoniakalny [% N ogólnego]	9,38	8,04
Zawartość kwasu mlekowego [% s.m.]	8,98	4,03
Zawartość kwasu octowego [% s.m.]	2,60	1,49
pH	4,17	4,12

<sup>1</sup> Dodatek roztworu soli kwasów karboksylowych: 8,1 litra na tonę zakiszanej paszy.

grupy zwierząt, którym podawano (także do woli) kiszonkę sporządzaną w formie bel cylindrycznych.

Na uwagę zasługują rezultaty badań prowadzonych nad oceną wpływu dodatku roztworu soli kwasów karboksylowych na jakość kiszonki otrzymywanej w dużych workach foliowych napelnianych prasą silosową. Z danych zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że pasza uzyskana z dodatkiem środka konserwującego charakteryzowała się korzystniejszym składem chemicznym w zestawieniu z kiszonką otrzymaną w procesie fermentacji naturalnej [3]. Największe różnice dotyczyły przede wszystkim zawartości kwasów organicznych i węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie. W kiszonce otrzymanej z dodatkiem roztworu soli kwasów karboksylowych (w ilości 8,1 litra na tonę konserwowanej zielonki) zawartość kwasu mlekowego była ponad 2-krotnie mniejsza niż w paszy kontrolnej. Podobne relacje odnosiły się również do zawartości kwasu octowego. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że kiszonka otrzymana z udziałem środka konserwującego charakteryzowała się mniejszą zawartością neutralnego i kwaśnego włókna detergentowego — i to nie tylko w zestawieniu z paszą z grupy kontrolnej, ale także w porównaniu z materiałem konserwowanym. Podobne rezultaty uzyskano we wcześniejszych badaniach prowadzonych przez Charmleya i in. [2]. Wyjaśnienia tych przemian autorzy upatrują w hydrolizie hemiceluloz i znacznym ograniczeniu natężenia procesów fermentacyjnych zachodzących w kiszonym materiale w wyniku stosowania środka konserwującego. Tego typu procesy decydują również o tym, że kiszonkę otrzymaną przy udziale wymienionego środka konserwującego charakteryzuje stosunkowo duża zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (55% początkowej ich zawartości w zakiszanej paszy). W kiszonce z grupy kontrolnej udział tych cukrów wynosił 1,31% (w odniesieniu do suchej masy), co stanowi zaledwie 23% początkowej ich



zawartości. Kiszonka otrzymana w doświadczeniu prowadzonym przez Charmleya i in. [3] uzyskała bardzo wysoką ocenę nie tylko ze względu na korzystne warunki kiszenia, ale i również ze względu na wysoką przydatność zielonki do tego typu konserwowania.

Wyniki doświadczeń żywieniowych prowadzonych z zastosowaniem kiszzonek, których podstawowe parametry zamieszczono w tabeli 3, wykazały znaczne różnice w ilości pobieranej paszy, jak i dziennych przyrostach masy ciała karmionych zwierząt. Kiszonka otrzymana z dodatkiem roztworu soli kwasów karboksylowych była chętniej pobierana przez zwierzęta w porównaniu z paszą kontrolną. Średnie (dzienne) pobranie tej paszy było o ponad 20% wyższe niż kiszonki sporządzanej bez dodatku środków konserwujących. Równocześnie natomiast jednostkowy wskaźnik zużycia paszy był znacznie korzystniejszy (o około 13%) dla grupy zwierząt karmionych kiszonką z dodatkiem środka konserwującego.

## **Podsumowanie i wnioski**

---

Technologia sporządzania kiszzonek w dużych workach foliowych z uwagi na wymagane znaczne nakłady inwestycyjne na zakup drogich maszyn (sieczkarnie, prasy silosowe) może znaleźć zastosowanie w gospodarstwach konserwujących duże ilości pasz lub w przedsiębiorstwach usługowych. Ten sposób konserwacji zapewnia uzyskanie dobrej jakości produktu końcowego przy minimalnych stratach składników pokarmowych. Hermetyczne zabezpieczenie zakiszane go materiału przed dostępem powietrza i opadów atmosferycznych eliminuje straty związane z wypływaniem soków i tym samym zapobiega zanieczyszczeniu nimi środowiska naturalnego [13]. Ze względu na duże koszty ponoszone na zakup worków foliowych metoda ta może być zalecana do konserwowania przede wszystkim wysokowartościowej i bogatej w energię paszy. W wielu krajach europejskich tą techniką zakiszania uzyskuje się dobrej jakości paszę z wysłodków buraczanych o podwyższonej zawartości suchej masy (około 20–22%). Otrzymana kiszonka charakteryzuje się wysoką zawartością energii i może być stosowana przez cały rok w żywieniu krów mlecznych.

Czynnikami decydującymi o przyjęciu tej nowej metody zakiszania pasz i wprowadzeniu jej do praktyki są — obok gwarancji uzyskania produktu dobrej jakości — także nakłady ponoszone na jego wytworzenie. Analizy ekonomiczne prowadzone w Niemczech wykazały, że jednostkowe koszty sporządzania kiszzonek w silosach przejazdowych (o pojemności 1200 ton) i w dużych workach foliowych z zastosowaniem pras silosowych (przy rocznym wykorzystaniu maszyny do sporządzania około 20000 ton kiszonki) są zbliżone [14]. Przewaga nowej metody wynika z lepszej jakości uzyskanego produktu i mniejszych strat towarzyszących procesowi zakiszania. Zaletą tego sposobu konserwowania jest również fakt uzyskania wartościowej paszy już po 3–4 tygodniach.

- 
- [1] Besozzi M., Pignedolis S. 1996. Nuove tecnologie per l'insilamento delle rotoballe. *L'Informatore Agrario* 41: 49–51.
- [2] Charmley E., McQueen R.E., Veira D.M. 1994. Influence of carboxylic salts on silage conservation, and voluntary intake and growth of steers given lucerne silage. *Animal Production* 58(2): 221–229.
- [3] Charmley E., Veira D.M., Berthiaume R., McQueen R.E. 1995. Effect of a mixture of salts of carboxylic acids on silage conservation, voluntary intake and growth rate of cattle fed grass silages. *Canadian Journal of Animal Science* 75(3): 397–404.
- [4] Kotapska T., Olszewski T. 1977. Comparison of three techniques of forage conservation. Proceedings of the XIII International Grassland Congress. Leipzig, 18–27 May: 1341–1344.
- [5] Leopold S. 1997. Gemeinschaftsprojekt Rübenfutter. *Neue Landwirtschaft*, 9: 56–58.
- [6] Lewicki C. 1975. Niektóre zagadnienia dotyczące racjonalnego wykorzystania trwałych użytków zielonych w produkcji pasz. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 173: 85–93.
- [7] Nicholson J.W.G., Charmley E., Bush R.S. 1992. Effect of moisture level on ensiling characteristics of alfalfa in big bales or chopped and compacted in plastic tubes. *Canadian Journal of Animal Science* 72(2): 347–357.
- [8] Nicholson J.W.G., McQueen R.E., Charmley E., Bush R.S. 1991. Forage conservation in round bales or silage bags: effect on ensiling characteristics and animal performance. *Canadian Journal of Animal Science* 74(4): 1167–1180.
- [9] O'Donnell C., Dodd V.A., O'Kiely P., Richardson M. 1995. A study of the effects of silage effluent on concrete: Part 1. Significance of concrete characteristics. *Journal of Agricultural Engineering Research* 60(2): 83–92.
- [10] Ostapiuk J., Rzeszotarski A., Dmochowska J. 1990. Płaskie silosy do kiszenia pasz. *Prace Wydziału Nauk Przyrodniczych i Biologicznych, seria B* 38: 305–318.
- [11] Ostrowski R., Daczewska M. 1992. Wpływ różnych sposobów konserwowania traw na ich strawność i wartość pokarmową. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 31: 327–337.
- [12] Rydzik W., Lewicki C. 1975. Wpływ różnych metod konserwowania porostu łąkowego na jego wartość pokarmową. Cz. 1. Wpływ różnych metod konserwowania porostu łąkowego na jakość i wartość pokarmową otrzymanych pasz oraz wielkość strat składników pokarmowych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 173: 85–93.
- [13] Uebe N., Dammer S. 1997. Körner und Spindeln für den Winter. *Neue Landwirtschaft* 4: 70–72.
- [14] Wolf J., Mahlkow-Nerge K. 1997. Das Silo in der Pelle. *Neue Landwirtschaft* 8: 57–62.

## **Technology of ensiling forage crops in big plastic bags**

---

**Key words:** silage compactor, plastic tube, silage quality

### **Summary**

Paper presents a review of the machines used for silage preparation in big plastic tubes. A special attention was paid to the machines for filling plastic bags with fodder crops of different form (chopped, big round bales and square bales). Comparative qualitative evaluation was performed for the silages produced from green forage of different dry matter content harvested in form of round bales wrapped with flexible plastic or put into big plastic tubes.

*Adres do korespondencji:*

*dr hab. Janusz Nowak*

*Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego*

*Akademia Rolnicza*

*ul. Głęboka 28*

*20-612 Lublin*