

Tadeusz Olszewski

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

Janusz Nowak

Akademia Rolnicza w Lublinie

Wybrane aspekty produkcji kiszonek w belach cylindrycznych

Wstęp

Kiszenie pasz zielonych w postaci bel cylindrycznych formowanych prasami zwijającymi jest metodą konserwowania powszechnie stosowaną w wielu krajach. Wyniki badań dotyczące jakości otrzymanego produktu wykazują jednak, że zapewnienie warunków dla przebiegu właściwej fermentacji w zakiszonym materiale jest trudne. Stosunkowo niski stopień zagęszczenia zielonki w beli, wynikający ze sposobu jej formowania przez maszynę zbierającą, oraz częściowa przepuszczalność powietrza przez folię rozciągliwą (worek foliowy) nie zawsze gwarantują anaerobową fermentację [9, 10, 14]. Podkreśla się również, że jakość kiszonek jest lepsza, jeśli prasa zwijająca posiada zespół rozdrabniający. Pocięcie materiału wpływa na zwiększenie stopnia zagęszczenia bel oraz ułatwia dostęp bakterii kwasu mlekowego do zawartości komórek roślinnych zakiszanej paszy.

W niniejszym artykule przedstawiono wybrane problemy związane z formowaniem bel cylindrycznych oraz dokonano oceny skuteczności różnych sposobów zabezpieczania kiszzonego materiału przed dostępem powietrza.

Formowanie bel cylindrycznych

Prasy zwijające stanowią w wielu krajach europejskich podstawową grupę maszyn stosowanych w technologii zbioru suchych pasz objętościowych. Wynikiem intensywnie prowadzonych prac badawczo-konstrukcyjnych w latach 80-tych są urządzenia pozwalające na sprawny zbiór zielonek przeznaczanych do zakiszania [1, 2, 15, 19]. Jednym z podstawowych czynników decydujących o jakości kiszonki jest stopień zagęszczenia konserwowanej paszy. Zależy on od parametrów zbieranego materiału oraz rodzaju komory roboczej prasy zwijającej. W wielu opracowaniach spotyka się stwierdzenia, że prasy zmiennokomorowe pozwalają na formowanie bel

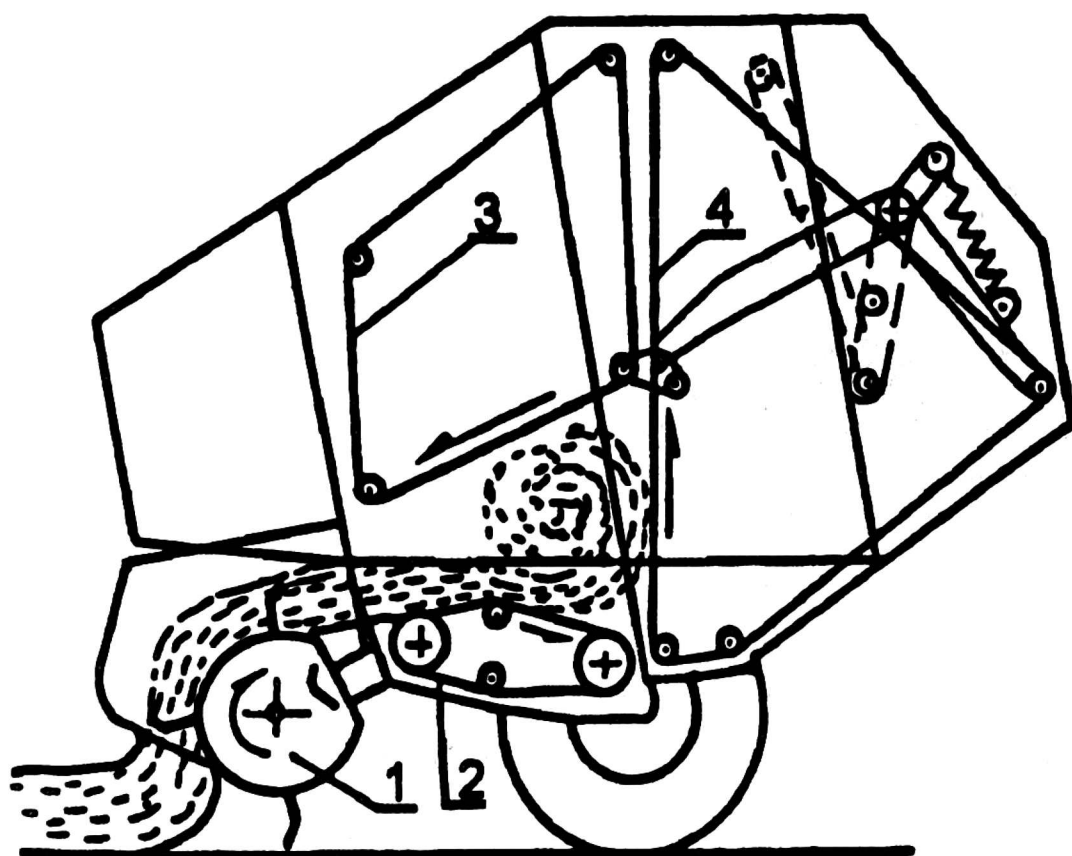
Tabela 1. Podstawowe parametry bel cylindrycznych formowanych prasami zwijającymi o różnej budowie komory roboczej [6]

Prasa zwijająca			Charakterystyka bel (wilgotność zielonki 65%)				
rodzaj	zespół formowania beli	wymiary* komory [m]	wymiary* [m]	masa [kg]	gęstość [kg m ⁻³]		
					średnia	zewnątrznej warstwy (0,2 m)	rdzenia
Stało-komorowa	pasowy	1,8 · 1,5	1,96 · 1,5	1022	226	402	124
	pasowy	1,5 · 1,2	1,59 · 1,2	725	304	355	265
	rolkowy	1,5 · 1,2	1,62 · 1,2	766	310	431	219
	łańcuchowo-prętowy	1,5 · 1,2	1,65 · 1,2	990	387	498	304
	rolkowy	1,2 · 1,2	1,37 · 1,2	510	288	363	210
Zmienno-komorowa	pasowy	1,6 · 1,2	1,77 · 1,2	1070	362	340	378
	pasowy	1,6 · 1,2	1,2 · 1,2	500	368	366	368

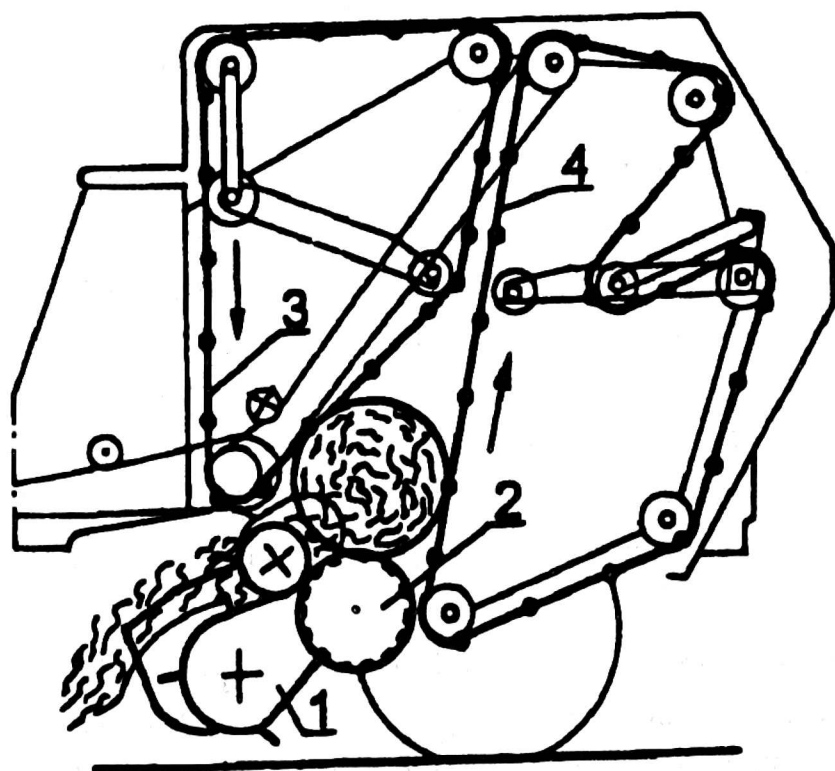
* średnica · szerokość

o większej gęstości w porównaniu z belami pochodzącymi z pras o stałym przekroju komory roboczej [3, 4, 17, 20]. Nie są one jednak w pełni zgodne z wynikami badań prowadzonych przez Colzaniego i Usai'a [6]. Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że o stopniu zagęszczenia materiału w beli cylindrycznej decyduje nie tylko rodzaj komory zwijającej maszyny roboczej, ale również typ zespołów, z których jest ona zbudowana. Prasy stałokomorowe wyposażone w przenośnik łańcuchowo-prętowy formowały bele o większym zagęszczeniu materiału w zestawieniu z belami zwijanymi przez inne maszyny. Najwyższym stopniem sprasowania paszy charakteryzowały się bele o największej średnicy. Były one formowane prasą o stałym przekroju komory roboczej z zespołami przenośników taśmowych. Warto również zwrócić uwagę na znaczne różnice w zagęszczeniu wewnętrznych i zewnętrznych partii bel formowanych prasami stałokomorowymi, które wynikają ze sposobu zwijania materiału. Są one dość znaczne, jeśli średnica beli jest duża. Bardziej wyrównanym zagęszczeniem materiału charakteryzują się bele formowane prasami zmienokomorowymi. Z przedstawionego zestawienia wynika, że maszyny o stałym przekroju komory roboczej (z wyjątkiem prasy wyposażonej w przenośnik łańcuchowo-prętowy) formują bele o niższym stopniu zgniotu w zestawieniu z prasami zmienokomorowymi. Zalety maszyn stałokomorowych sprawiły jednak, że obecnie są one częściej stosowane w wielu krajach (np. Niemcy, Włochy) [21, 22].

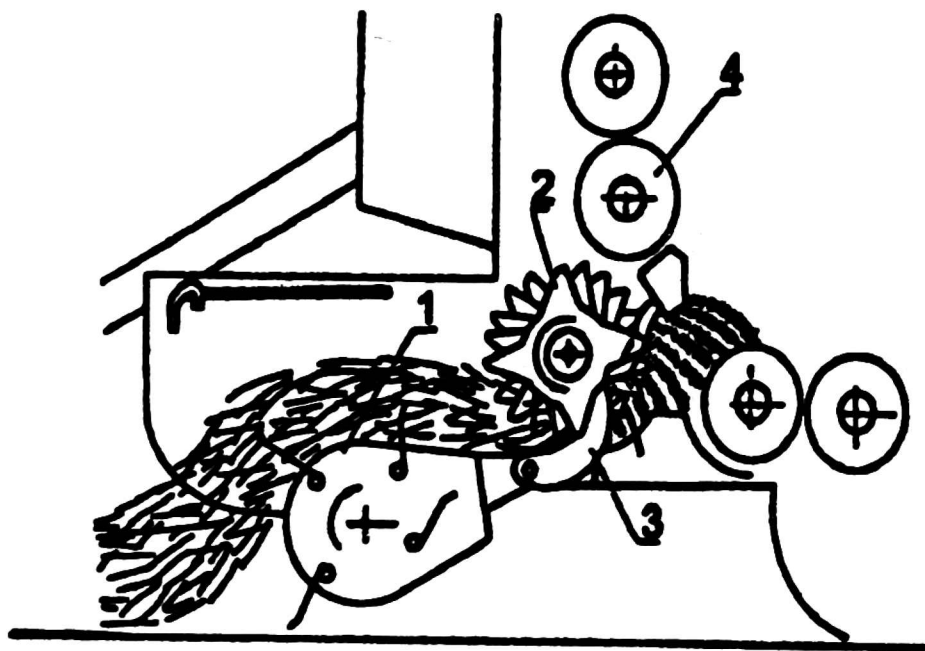
W ostatnich latach, ze względu na szerokie rozpowszechnienie sposobu kiszenia zielonek w belach cylindrycznych, obserwuje się zwiększone zainteresowanie rozwiązaniami pras zwijających, pozwalających na uzyskanie dużego stopnia zagęszcze-



Rysunek 1. Schemat prasy zwijającej RP 165 (firma Welger): 1 — podbieracz; 2 — dolny system pasowy; 3, 4 — główne zespoły przenośników taśmowych



Rysunek 2. Schemat prasy zwijającej KR 8-16 (firma Krone): 1 — podbieracz; 2 — walec podający; 3, 4 — zespoły przenośników łańcuchowo-prętowych

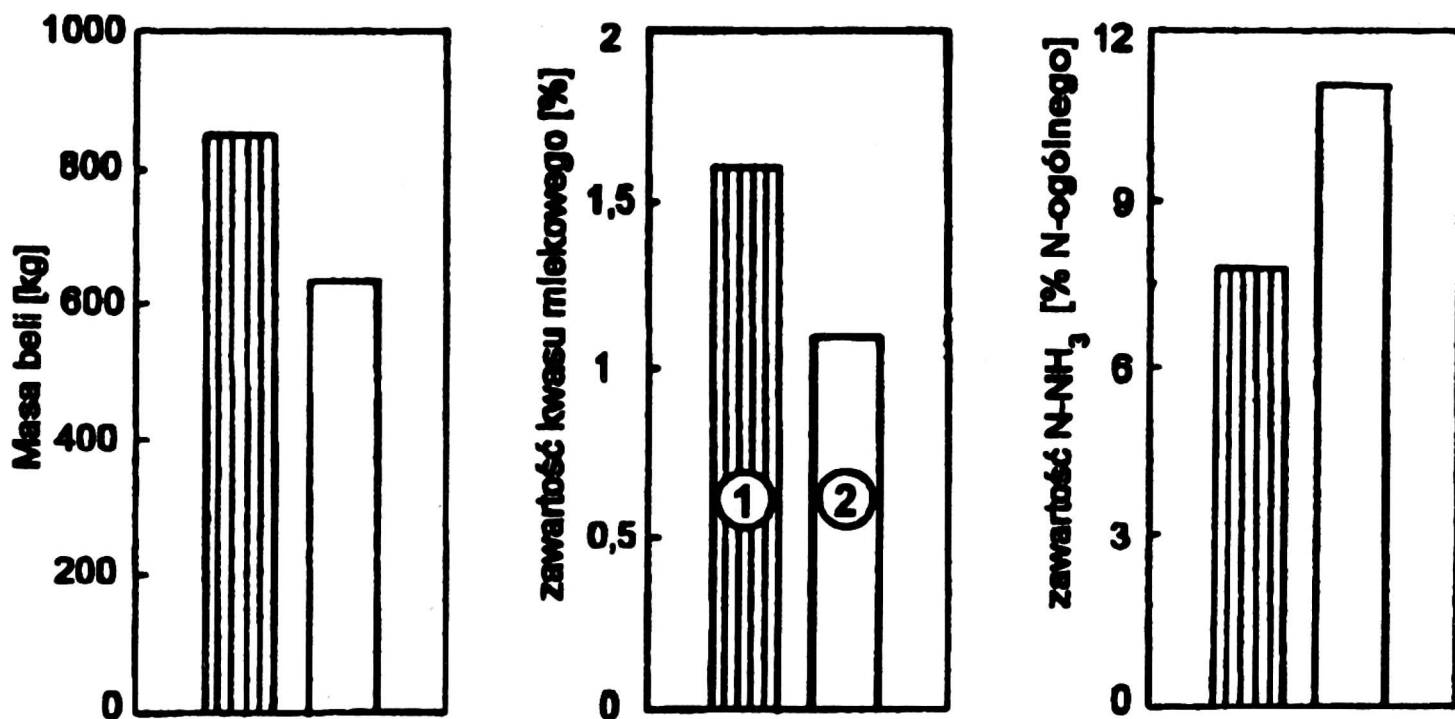


Rysunek 3. Główne zespoły robocze prasy Rollant 56 Roto Cut: 1 — podbieracz; 2 — bęben tnący; 3 — krawędzie przeciwnące; 4 — walce komory formowania beli

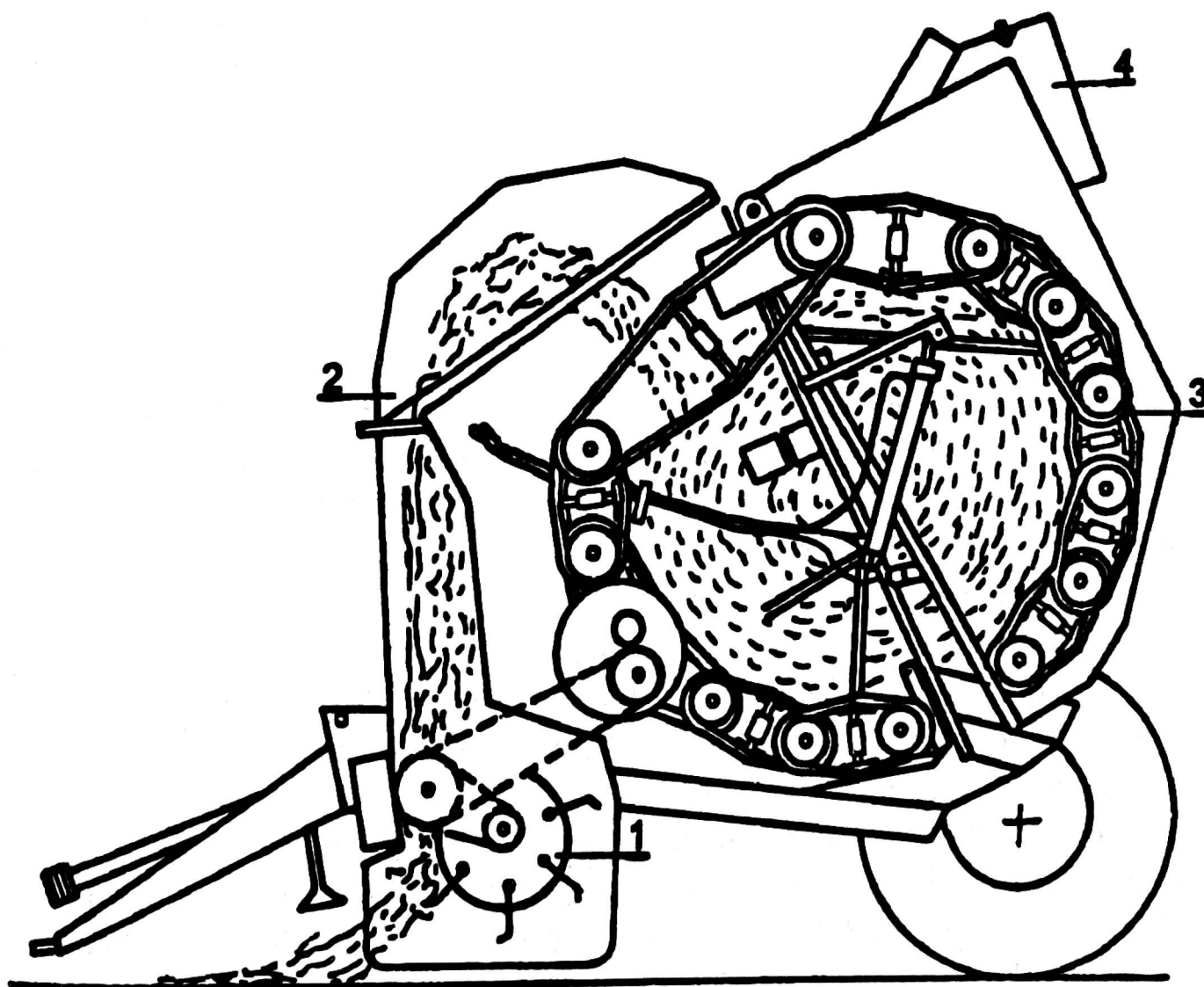
nia zbieranej paszy [13, 16]. Prace badawczo-konstrukcyjne zmierzają w dwu kierunkach. Pierwszy z nich dotyczy pras zmiennokomorowych, których rozwiązania eliminują trudności związane z początkiem formowania rdzenia beli (rys. 1 i 2). Drugi kierunek rozwoju pras zwijających polega na wyposażaniu ich w zespoły rozdrabniające. Większość obecnie produkowanych tego typu maszyn stanowią prasy o stałym przekroju komory roboczej — Claas, Deutz-Fahr, Welger (rys. 3). Zwiększenie stopnia zagęszczenia materiału w beli, będące również wynikiem jego rozdrobnienia, może wpływać korzystnie na wydajność eksploatacyjną maszyny zbierającej. Istnieją natomiast poważne obawy związane z owijaniem bel. Wciąganie sznurka przez obracającą się belę uformowaną z pociętego materiału może być utrudnione ze względu na obniżony współczynnik tarcia. Podobny problem występuje również podczas zbioru słomy o bardzo niskiej wilgotności, gdyż zewnętrzne warstwy materiału w uformowanej beli są znacznie rozdrobnione przez zespół roboczy prasy zwijającej.

Warto również dodać, że niektóre renomowane firmy oferujące dotychczas tylko prasy stałokomorowe (np. Krone, Claas) podjęły produkcję maszyn o zmiennym przekroju komory roboczej.

W krajach skandynawskich opracowano oryginalną metodę formowania bel cylindrycznych z rozdrobnionego materiału przeznaczanego do zakiszania. Główną maszyną jest prasa zwijająca, która nie ma zespołu podbierającego. Jej zadanie polega tylko na zwijaniu beli z materiału dostarczanego przez współpracującą sieczkarnię. Z zależności przedstawionych na rysunku 4 wynika, że kiszonka otrzymana w belach formowanych prasą Orkel charakteryzuje się wyższą kwasowością i niższą zawartością azotu amoniakalnego w zestawieniu z paszą pochodzącą z bel zwijanych tradycyjną prasą. Wyższy stopień zagęszczenia materiału eliminuje w znacznym stopniu



Rysunek 4. Podstawowe parametry kiszonki [12]: 1 — bele formowane prasą zwijającą Orkel GP 1202; 2 — bele formowane klasyczną prasą zwijającą o stałym przekroju komory roboczej



Rysunek 5. Zasada działania prasy zwijającej Orkel GP 1202: 1 — podbieracz bijakowy; 2 — kanał wyrzutowy; 3 — zespoły formowania bali; 4 — zespół owijania bali siatką

obecność powietrza w uformowanej beli, a ułatwiony dostęp bakterii kwasu mlekowego do zawartości komórek zakiszanej paszy wpływa korzystnie na przebieg procesów fermentacyjnych. Należy również dodać, że wady tej technologii, związane przede wszystkim z małą wydajnością i dużymi stratami zielonki (utrudnione podawanie do komory roboczej), stały się powodem do poszukiwania nowych rozwiązań. Opracowano konstrukcję prasy wyposażonej w bijakowy zespół podbierający, który przejął funkcję sieczkarni (rys. 5).

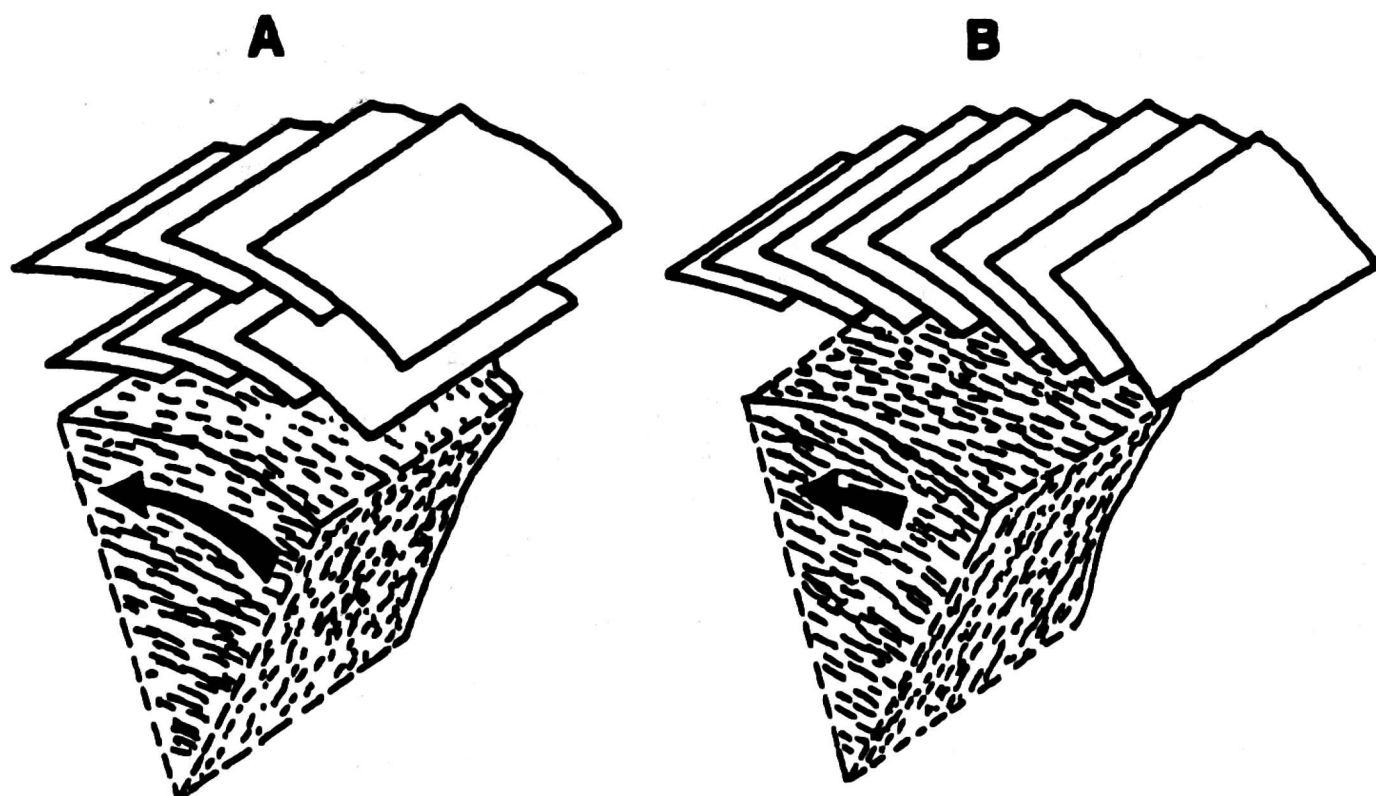
Zabezpieczanie kiszzonego materiału przed dostępem powietrza

Jednym z podstawowych czynników decydujących o jakości produkowanych kiszzonek jest skuteczność zabezpieczenia konserwowanej paszy przed dostępem powietrza. W warunkach anaerobowych następuje gwałtowny rozwój bakterii rozkładających cukry do kwasu mlekowego, którego obecność w zakiszczonym materiale hamuje rozwój niepożądanych mikroorganizmów [5, 18, 23]. Zabezpieczanie kiszzonej zielonki w belach cylindrycznych przed dostępem powietrza może być realizowane poprzez:

- umieszczanie bel w workach foliowych o grubości 0,15–0,30 mm;
- przykrycie folią silosową zgrupowanych bel;
- owijanie folią rozciągliwą pojedynczych bel;
- owijanie folią rozciągliwą bel czołowo przylegających do siebie.

Ostatnia z wymienionych metod ma na celu zmniejszenie zużycia folii, gdyż wyeliminowane jest jej nakładanie na czołowe powierzchnie bel. Istnieją natomiast poważne trudności w skutecznym zabezpieczeniu konserwowanej paszy przed dostępem powietrza w przypadku niedostatecznego przylegania bel do siebie. Pewne problemy wynikają również wtedy, jeśli bele nie są jednakowej średnicy. Powstające załamania folii mogą być miejscem dostępu powietrza. Pobieranie kiszzonej paszy z długiego "rulonu" wiąże się z wtórną fermentacją tej partii paszy, która pozostaje do późniejszego skarmiania. Należy jednak dodać, że ta metoda zabezpieczania nie znalazła szerszego zastosowania również ze względu na znaczne ceny oferowanych owijarek, które charakteryzują się złożoną konstrukcją.

W początkowym okresie wprowadzania technologii zakiszania zielonek zbieranych prasami zwijającymi do zabezpieczania bel przed dostępem powietrza stosowano folię silosową oraz worki foliowe. Wyniki prowadzonych badań wykazały, że przykrywanie folią bel ułożonych w sterty jest rozwiązaniem korzystnym tylko ze względu na małe nakłady pracy i kapitału [10]. Ten sposób zabezpieczania okazał się dość ryzykowny, ponieważ nieszczelności osłony powodowały znaczne straty konserwowanej paszy. W celu uniknięcia tych problemów zaproponowano umieszczanie

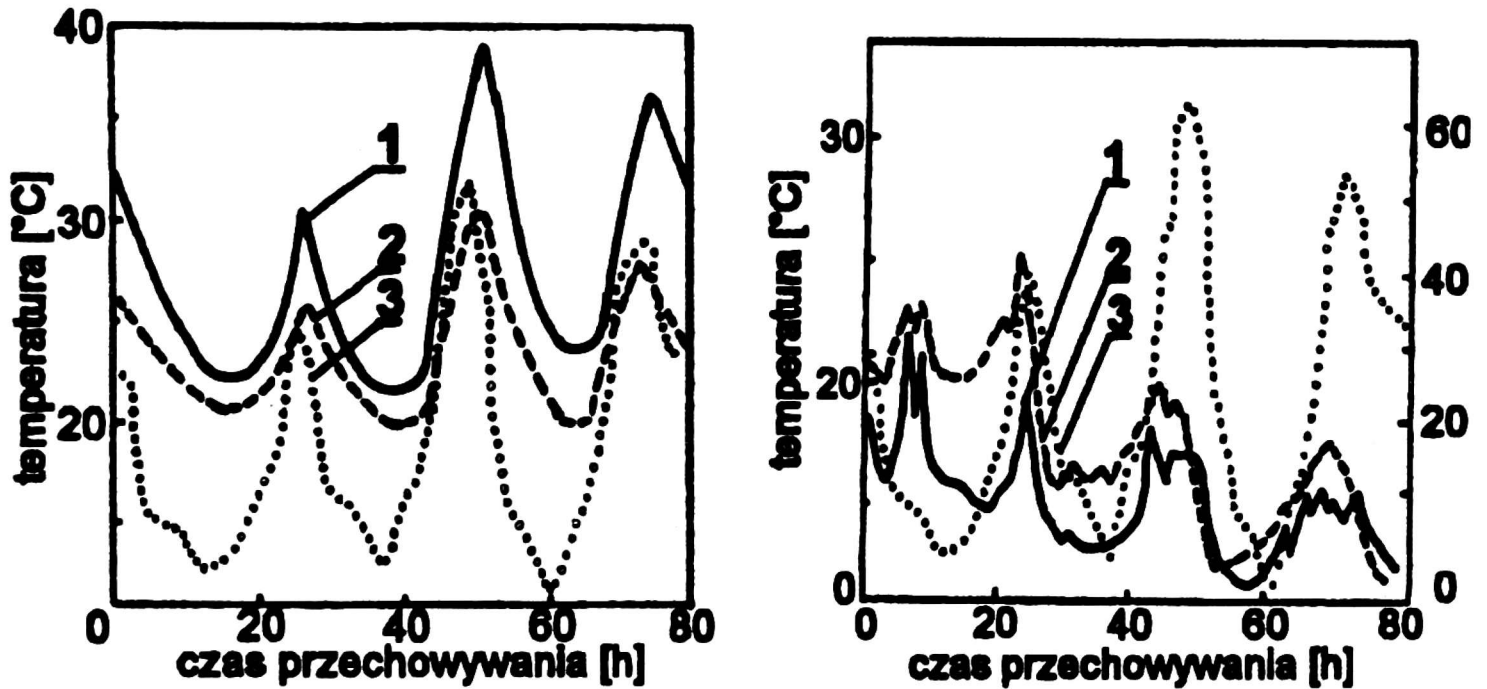


Rysunek 6. Sposoby nakładania 4 warstw folii na belę cylindryczną: A — 50 % przykrycia warstwy poprzednio nałożonej; B — 75 % przykrycia

bel w workach foliowych, z których część mogła nadawać się do ponownego zastosowania. Rozwiązanie to okazało się bardziej pracochłonne, a zużycie folii (w odniesieniu do jednej beli) było ponad dwukrotnie wyższe. Metoda nakładania worków foliowych na dwie bele ustawione jedna na drugiej jest korzystniejsza pod względem zużycia materiału zabezpieczającego.

Najnowszy sposób zabezpieczania konserwowanej paszy przed dostępem powietrza polega na mechanicznym owijaniu bel folią rozciągliwą o grubości 25–35 mikronów, charakteryzującą się dużą elastycznością i wytrzymałością na rozrywanie. Podczas owijania wymagane jest wstępne naprężenie folii powodujące jej rozciąganie w granicach 30–50%. Ma to na celu zwiększenie jej przyczepności do owijanego materiału lub poprzednio nałożonych warstw. W celu skutecznego zabezpieczania konserwowanej paszy przed dostępem powietrza wymagane jest nakładanie 3–5 warstw materiału [8, 22]. Wyniki badań prowadzonych przez Gaillarda wykazały, że korzystniejszy sposób owijania folią polega na przykryciu 50% poprzednio nałożonej warstwy (rys. 6).

W wielu opracowaniach podejmuje się problemy związane ze stopniem hermetyczności zabezpieczenia bel w zależności od koloru folii rozciągliwej, jak również z wpływem tego parametru na temperaturę zakiszanej paszy [7, 9]. Z zależności przedstawionych na rysunku 7 wynika, że temperatura materiału konserwowanego w beli pokrytej czarną folią jest znacznie wyższa w zestawieniu z belami zabezpieczonymi białą folią. Warto również zwrócić uwagę na przebieg zmian ciśnienia gazów wewnątrz opakowania. Jest ono w dużym stopniu uzależnione od temperatury otocze-



Rysunek 7. Wpływ koloru folii rozciągliwej (0,025 mm, 4 warstwy) na temperaturę zakiszanej paszy i ciśnienie gazów wewnątrz opakowania [9]: 1 — folia czarna; 2 — folia biała, 3 — temperatura otoczenia

nia. Większe wartości ciśnienia zarejestrowano w opakowaniach białych, co świadczy o większej hermetyczności folii tego koloru. Może o tym decydować współczynnik pochłaniania promieniowania słonecznego, jak również temperatura zakiszanej paszy.

Rezultaty badań dotyczące strat związanych z kiszeniem zielonek w belach cylindrycznych nie zawsze potwierdzają przewagę folii białej nad czarną folią rozciągliwą. Z danych zamieszczonych w tabeli 2 wynika, że zabezpieczanie konserwowanej paszy przed dostępem powietrza poprzez umieszczenie jej w workach foliowych jest metodą nie zapewniającą dobrej jakości produktu końcowego. Takie wnioskowanie wydaje się uzasadnione, gdyż niekorzystnym procesom kiszenia towarzyszą duże straty suchej masy [14, 18]. Mogą one być powodowane:

- stosunkowo dużą ilością powietrza "zamkniętego" w opakowaniu beli w czasie umieszczenia jej w worku;
- wnikaniem powietrza do konserwowanej paszy przy braku szczelności opakowania.

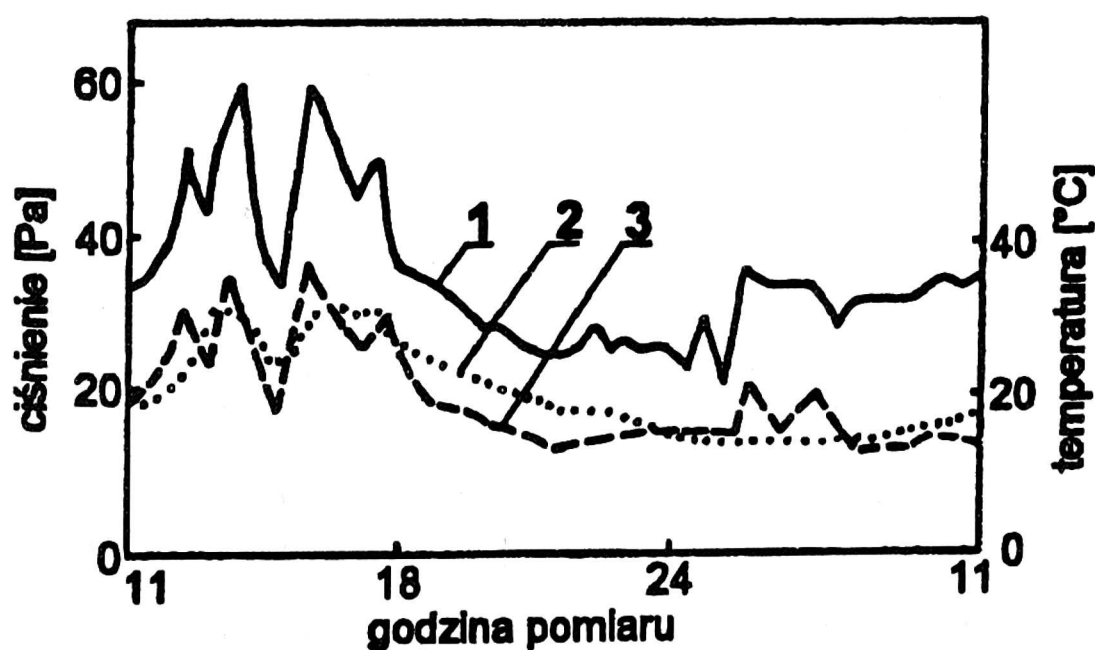
Nakładanie kilku warstw folii rozciągliwej ściśle przylegających do siebie zapewnia większą skuteczność zabezpieczenia przed dostępem powietrza.

Bogate doświadczenia wielu krajów z zakresu zakiszania zielonek zbieranych prasami zwijającymi wskazują, że jednym z czynników decydującym o hermetyczności opakowania jest sposób ułożenia bel, zwłaszcza owijanych folią [8, 9, 10]. Pionowa pozycja "minisilosów" jest korzystniejsza od pozycji, w której podłużna oś symetrii bel jest równoległa do podłoża. Większa skuteczność zabezpieczania konserwowanej paszy przed dostępem powietrza wynika z dwu przyczyn. Pierwsza z nich jest związana z ograniczoną deformacją bel (lepsza przyczepność nakładanych warstw folii zapewnia większą szczelność). Druga natomiast przyczyna stanowi o zmniejszo-

Tabela 2. Straty masy paszy zakiszanej w belach cylindrycznych (okres przechowywania 6 miesięcy) [9, 10]

Zakiszany materiał	Rodzaj zabezpieczenia	Masa beli [kg]	Wilgotność zielonki [%]	Straty suchej masy [%]
Lucerna	worki foliowe czarne (0,15 mm)	430	47,4	15,0
	folia rozciągliwa biała (0,03 mm, 3 warstwy)	535	50,9	5,0
	folia rozciągliwa biała (0,045 mm, 3 warstwy)	415	55,8	7,7
	folia rozciągliwa biała (0,03 mm, 5 warstw)	517	46,4	2,8
Rajgras	worki foliowe czarne (0,15 mm)	384	62,4	18,5
	folia rozciągliwa biała (0,03 mm, 3 warstwy)	458	54,1	9,3
	folia rozciągliwa biała (0,03 mm, 5 warstw)	430	55,2	2,5
Kostrzewa łąkowa	worki foliowe czarne (0,15 mm)	314	63,9	54,5
	folia rozciągliwa biała (0,03 mm, 3 warstwy)	558	70,2	2,7
	folia rozciągliwa biała (0,03 mm, 5 warstw)	557	71,1	2,3
Trawa łąkowa	folia rozciągliwa biała (0,025 mm, 4 warstwy)	302	30,3	2,0 (1)
	folia rozciągliwa czarna (0,025 mm, 4 warstwy)	366	53,8	7,5 (1)
	folia rozciągliwa biała (0,025 mm, 4 warstwy)	474	71,7	0,45 (2)
	folia rozciągliwa czarna (0,025 mm, 4 warstwy)	333	56	0,65 (2)

1) — okres badań 1987/1988; 2) — okres badań 1988/1989



Rysunek 8. Wpływ sposobu ułożenia bel cylindrycznych owijanych folią rozciągliwą (0,025 mm, 4 warstwy) na ciśnienie gazów wewnątrz opakowania (2 i 3 dzień składowania) [9]: 1 — pionowa pozycja; 2 — pozioma pozycja; 3 — temperatura otoczenia

nym ryzyku uszkodzenia opakowania przez ptactwo, jako że na czołowych powierzchniach bel są nałożone liczne warstwy folii niezbyt ściśle przylegające do zakiszzonego materiału. Podczas konserwowania materiału o dużej wilgotności i małym stopniu zagęszczenia (lub nierównomiernym zagęszczeniu) proces deformacji bel może osiągać znaczne rozmiary i powodować "odklejanie się" poszczególnych warstw folii. Zmniejszenie szczelności opakowania pogarsza warunki kiszenia paszy, co w efekcie może spowodować złą wartość żywieniową produktu końcowego.

Podsumowanie

Jakość kiszonki otrzymywanej w belach cylindrycznych w dużym stopniu jest uzależniona od skuteczności zabezpieczenia konserwowanego materiału przed dostępem powietrza. Mechaniczne owijanie bel folią rozciągliwą może zapewnić przebieg właściwej fermentacji w zakiszanej zielonce, jeśli zostaną spełnione następujące warunki:

- duże i równomierne zagęszczenie uformowanych bel;
- co najmniej czterokrotne owijanie materiału folią;
- pionowa pozycja "minisilosów";
- wyeliminowanie uszkodzenia opakowania w czasie przechowywania bel.

Na podstawie dokonanego przeglądu piśmiennictwa można stwierdzić, że owijanie bel folią rozciągliwą jest skuteczniejszym sposobem zabezpieczenia kiszzonego materiału przed dostępem powietrza niż umieszczanie bel w workach foliowych. Nakładanie kilku warstw folii ściśle przylegającej do powierzchni bel zapewnia korzystniejszy przebieg procesów fermentacyjnych ze względu na małą ilość powietrza znajdującego się w "minisilosie".

Literatura

- [1] Anonyme R. 1986. Royal show review-bale silage is wrapped up. *Power Farming* 65(8): 24–27.
- [2] Bazaille B. 1987. Presse a balles rondes informatisee. *Bulletin Technique du Mechanisme et de L'equipement Agricoles* 22: 43–45.
- [3] Bertram H. 1985. Ballensilage mit Folienwickelgeräten. *Landtechnik* 5: 193–194.
- [4] Bertram H. 1987. Überbetriebliche Silagebereitung in rechteckigen Grossballen. *Lohnunternehmen* 4: 242–245.
- [5] Ciotti A., Canale A. 1987. L'insilamento dei foraggi con la fasciatura delle rotoballe. *L'informatore Agrario* 9: 105–110.
- [6] Colzani G., Usai R. 1986. L'insilamento del foraggio raccolto con rotoimballatrici. *L'informatore Agrario* 39: 31–48.
- [7] Corporaal J. 1993. Černa nebo bílá-která folií je lepší? *Mechanizace Zemědělství* 4: 184–185.
- [8] Dmítrewski J., Gach S., Sypuła H. 1991. Przegląd konstrukcji owijarek do bel sianokiszonki. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze* 6: 20–24.

- [9] Gaillard F. 1982. Lensilage en balles rondes. *Fourrages* 91: 37–55.
- [10] Gaillard F., Zwaenepoel P. 1987. Balles rondes sous film étirable. *Bulletin Technique du Mécanisme et de L'équipement Agricoles* 18: 37–46.
- [11] Gieroba J., Nowak J. 1992. Wybrane zagadnienia rozwoju pras zwijających. Część II — Prasy zwijające o stałej komorze zwijania. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 4: 6–9.
- [12] Kjus O., Selmer-Olsen I. 1992. Norwegian experiences with round bale silage. Proceeding of the 14 th General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti — Finland: 149–152.
- [13] Mo M., Saue O. 1988. Recent developments in feed conservation. Proceedings of the 12th General Meeting of the European Grassland Federation, Dublin-Ireland: 126–143.
- [14] Ohyama Y., Masaki S., Hara S. 1975. Factors influencing aerobic deterioration of silage and changes in chemical composition after opening silos. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 26(8): 1137–1147.
- [15] Olszewski T., Nowak J. 1994. Nowości w maszynach do zbioru zielonek. *Technika Rolnicza* 1–2: 15–19.
- [16] Olszewski T. 1992. Postęp w technice prasowania pasz objętościowych. *Technika Rolnicza* 3: 21–24
- [17] Pintara Cz. 1993. Kiszzenie zielonek o podwyższonej zawartości suchej masy w postaci bel cylindrycznych. Konferencja naukowa nt.: Nowe rozwiązania w technikach zbioru i przetwarzania pasz objętościowych. IBMER. Warszawa: 77–84.
- [18] Podkówka W. 1978. Nowoczesne metody kiszzenia pasz. PWRiL. Warszawa.
- [19] Volk L. 1993. Runde und eckige Ballen sind gefragt. *Dlz* 7: 52–54.
- [20] Wienefeld H. 1985. Grosspackensilage im Blickpunkt. *Landtechnik* 4: 163.
- [21] Voermans J.A.M. 1979. Labour and machine use in forage conservation. Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's, Brighton-UK: 46–52.
- [22] Wood D. 1986. Silage making. Wrapped up. *Power Farming* 65(5): 9–10.
- [23] Woolford M.K. 1990. The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology* 68(2): 101–116.

Selected aspects of ensilage production in round bales

Summary

Basing on the literature selected problems connected with the formation of round bales from green fodder with elevated dry weight content are discussed and an evaluation of the effectiveness of different methods for preventing the access of air to the ensilaged matter is presented.

The more important parameters of bales formed by round balers and selected qualitative indices of the ensilage obtained with the use of the above machines with different design of the various assemblies are presented.