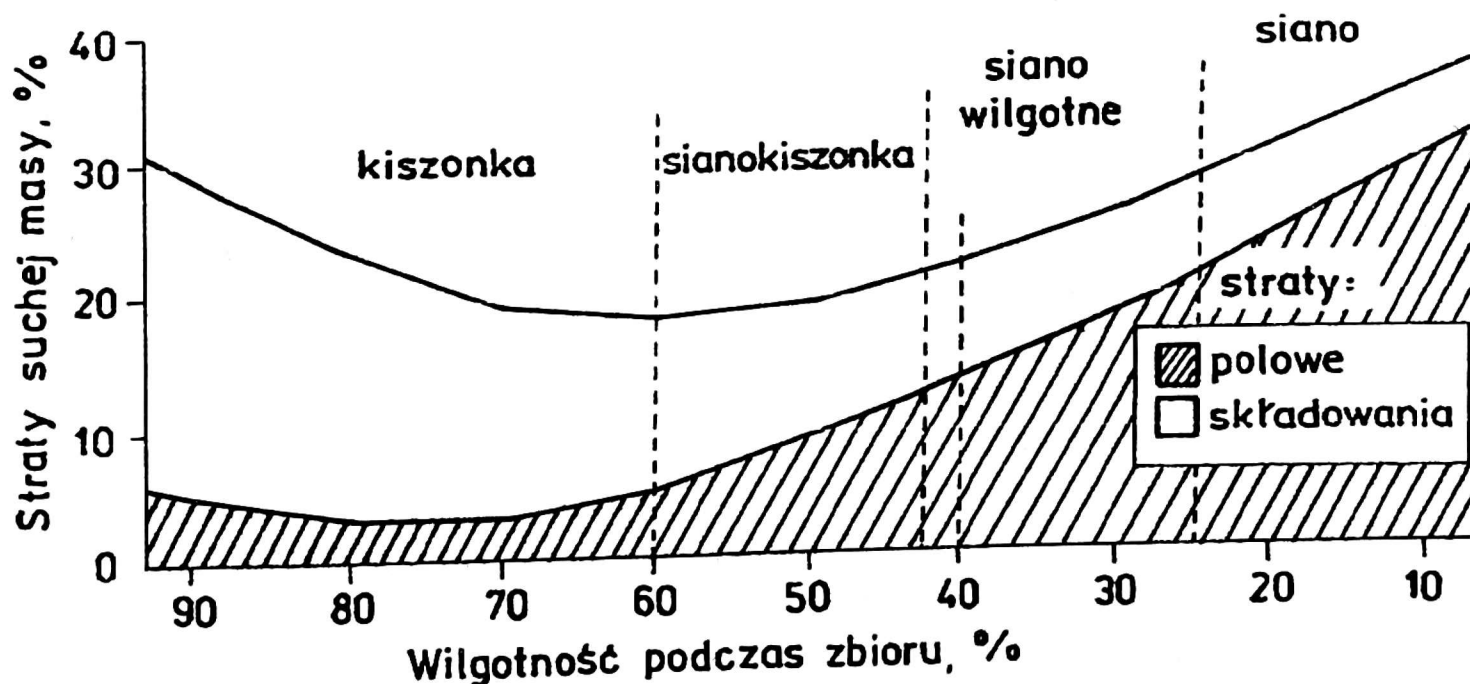


Jan Gieroba, Janusz Nowak, Józef Sawa
Instytut Mechanizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej w Lublinie

Alternatywne technologie zbioru siana

Wstęp

Szybkie obniżenie wilgotności ściętych traw lub innych roślin przeznaczonych na siano (do przynajmniej 20%) to podstawowy warunek uzyskania paszy dobrej jakości i ograniczenia strat w okresie magazynowania. Przechowywanie siana o wilgotności powyżej 20% może powodować rozwój procesów mikrobiologicznych, objawiających się zmianą zapachu oraz wzrostem temperatury składowanej masy. Procesy te powodują nie tylko straty składników pokarmowych i wartości smakowych pasz, ale pozostawiają produkty metabolizmu szkodliwe zarówno dla zwierząt, jak i dla ludzi [2, 8, 18]. Każdy sposób zbioru pasz związany jest z ponoszeniem strat polowych i magazynowych, których wysokość zależna jest od warunków i technologii zbioru. Przykładowe kształtowanie się zależności pomiędzy dwoma wymienionymi rodzajami strat przedstawiono na rysunku 1 [19]. Zmienne warunki pogodowe oraz ograniczone organizacyjne i techniczne możliwości gospodarstw rolnych wpływają na wybór technologii zbioru i magazynowania słomiatych pasz objętościowych.



Rysunek 1. Wpływ wilgotności i sposobu zbioru pasz na straty polowe i magazynowe

Rozwiązaniem mogącym poszerzać te możliwości jest zbiór siana o podwyższonej wilgotności (30–35%) prasami o wysokim stopniu zgniotu z równoczesnym stosowaniem konserwantów chemicznych i biologicznych (inokulantów) oraz zabezpieczaniem zebranej masy folią. Technologie te, mogące mieć szczególne zastosowanie w latach o niekorzystnych warunkach zbioru, mają zarówno zalety, jak i ograniczenia. Za ich stosowaniem, poza oszczędnościami nakładów na budowę silosów, przemawiają następujące względy:

- skrócenie czasu pozostawania siana na polu, co zmniejsza ryzyko pogorszenia pogody oraz przyspiesza odrost roślin;
- ograniczenie strat polowych i magazynowych, głównie z powodu mniejszej podatności roślin na okruszanie i niewłaściwych procesów mikrobiologicznych podczas składowania;
- zmniejszenie, szczególnie w latach o krytycznych warunkach zbioru, nakładów robocizny na zbiór siana.

Ograniczeniem, w szerokim stosowaniu technologii zbioru siana o podwyższonej wilgotności, jest konieczność wyposażenia maszyn zbierających w aplikatory konserwantów pasz, mogących powodować zniszczenia metalowych części maszyn, oraz wysokie koszty niektórych środków chemicznych. Dyskusyjna jest także wartość żywieniowa pasz z dodatkiem niektórych środków konserwujących [12, 16, 17]. W przypadku zakiszania podwędniatego siana zbieranego prasami zwijającymi, z równoczesnym owijaniem folią bel cylindrycznych, o opłacalności tej technologii decydują koszty folii [4]. Jednakże pomimo tych ograniczeń rolnicy w wielu krajach stosują środki konserwujące przy zbiorze wilgotnego siana, gdyż technologie te dają wymierne efekty ekonomiczno-organizacyjne, głównie w żywieniu bydła.

Wymagania stawiane konserwantom pasz

Działanie konserwantu zależne jest od rodzaju wchodzącego w jego skład związku aktywnego, którego wpływ na proces konserwacji paszy może następować poprzez ograniczenie warunków rozwoju mikroorganizmów, a głównie w wyniku:

- ograniczenia dostępu wody i tlenu;
- zmianę stężenia pH środowiska;
- bezpośredniego wpływu na rozwój mikroorganizmów.

Prawie wszystkie środki chemiczne mogące mieć zastosowanie w konserwacji pasz zostały poddane badaniom laboratoryjnym. Wynika z nich, że z około 100 przetestowanych związków chemicznych 1/3 zabezpiecza siano (o wilgotności \approx 35%) przed pleśnieniem [1, 8]. Wieloletnie wyniki badań podawane przez Rotza [14] wykazują, że największą skuteczność zabezpieczania wilgotnego siana dają: wodorotlenek amonu, mocznik, kwas propionowy, preparaty mikrobiologiczne. Ograniczona

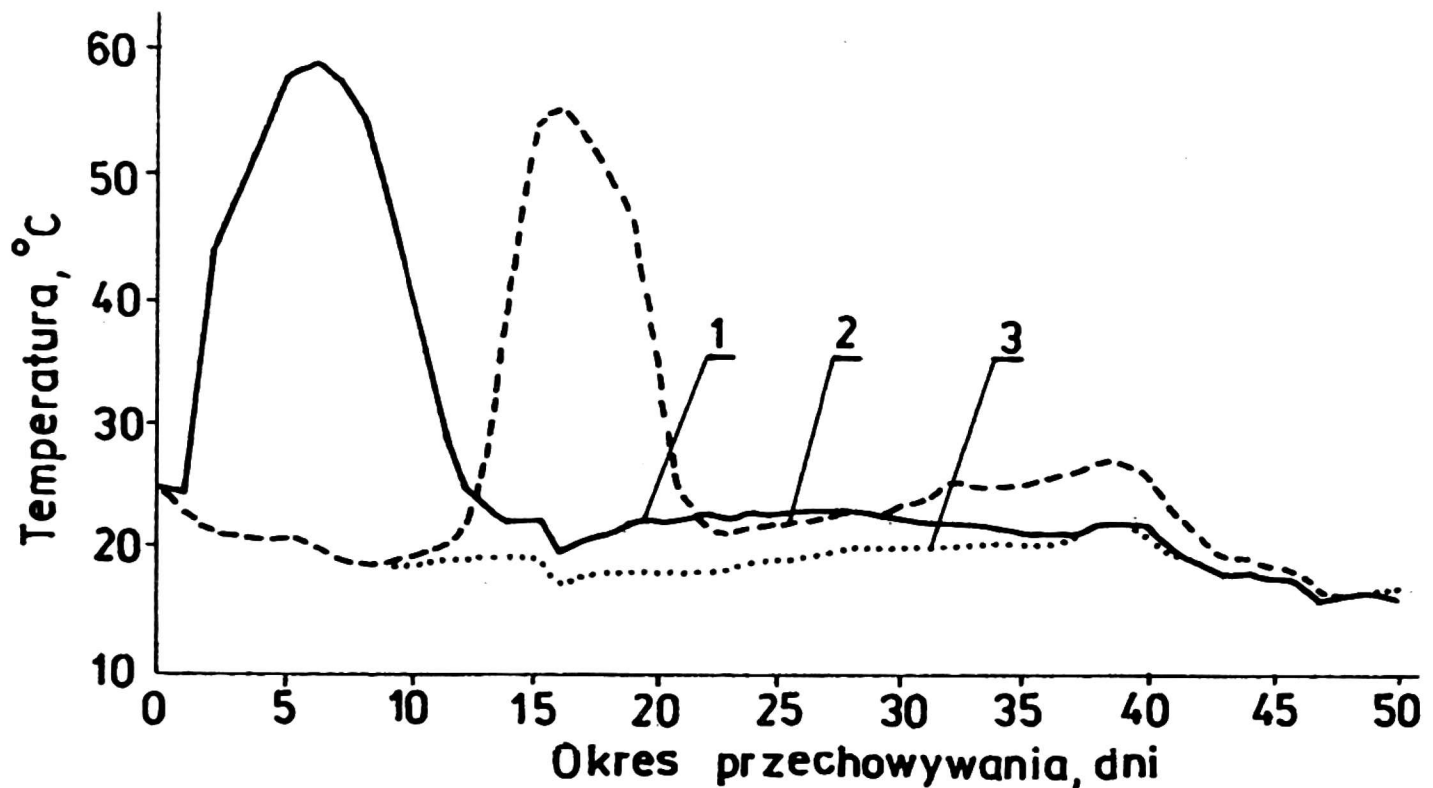
liczba środków mogących mieć zastosowanie w produkcji rolniczej wynika z faktu, że związki te muszą spełniać szereg wymagań, a między innymi:

- skutecznie ograniczać wzrost niepożądanych mikroorganizmów i pleśni w sianie, którego wilgotność przekracza 20%;
- być dopuszczonymi, przez upoważnione laboratoria, do stosowania jako dodatki do pasz;
- ograniczać straty magazynowanych pasz;
- nie posiadać właściwości korodujących;
- być łatwym w dystrybucji, transporcie i aplikacji;
- nie powodować istotnego zwiększenia kosztów produkcji pasz.

Zasady stosowania preparatów konserwujących

Stosowanie do zbioru wilgotnego siana chemicznych preparatów konserwujących, poprzedzone wyborem rodzaju środka, wymaga określenia stężenia preparatu w roztworze cieczy roboczej. Poziom stężenia preparatu jest zależny od właściwości chemicznych i zakładanego okresu działania oraz od wilgotności zbieranego siana, a także od atmosferycznych i technicznych warunków zbioru. Dawka preparatu jest zazwyczaj określana na podstawie badań laboratoryjnych, a następnie dostosowywana w cyklu badań do przeciętnych warunków polowych. Skuteczność aplikacji konserwantów jest w znacznym stopniu uzależniona od fizycznych właściwości preparatu. Szczególne znaczenie ma czas parowania kropli roztworu, co z kolei wpływa na ilość preparatu docierającego do zbieranych roślin w czasie prowadzonego zabiegu. Stosując jako konserwant szybko ulatniający się kwas propionowy, należy liczyć się, że jedynie 40% preparatu zostanie zatrzymane w masie siana. Z badań prowadzonych przez Loceya i in. [8] wynika, iż nieodpowiednie stężenie preparatu może jedynie krótkotrwale ograniczyć rozwój procesów mikrobiologicznych, których przejawem jest wzrost temperatury magazynowanej masy siana (rys. 2). Te niekorzystne właściwości konserwantów można korygować poprzez dobór aplikatorów umożliwiających równomierne rozmieszczenie preparatu w masie siana lub stosowanie rozpylaczy zapewniających uzyskanie właściwego spektrum kropel. Wpływ średnicy kropli aplikowanego środka chemicznego na stopień jego pochłaniania przez masę siana podano w tabeli 1 [2]. Niektórzy autorzy podają, że mieszanie związków konserwujących poprawia skuteczność ich działania, np. dodawanie formaldehydu do kwasu propionowego [10].

Konserwanty chemiczne mogą być stosowane przed koszeniem roślin podczas podsuszania lub w czasie zbioru podwędniętej masy paszy. Wyniki badań wskazują, że stosowanie tych preparatów — zarówno przed, jak i podczas koszenia roślin — jest mało efektywne. Dawkowanie konserwantów na powierzchnię pokosu bezpośrednio przed zbiorem jest mało skuteczne, a ponadto wiąże się z koniecznością wykonania dodatkowego zabiegu w stosowanej technologii [1]. Jako najwłaściwszy czas stosowania konserwantów przyjmowany jest moment zbioru siana. W innych przy-



Rysunek 2. Zmiany temperatury siana o wilgotności 35%, magazynowanego z dodatkiem roztworu kwasu propionowego i amoniaku: 1 — próba kontrolna; 2 — siano z dodatkiem 0,2% konserwantu; 3 — siano z dodatkiem 0,4% konserwantu

Tabela 1. Wpływ wielkości kropli i rodzaju preparatu na retencję przez masę siana [2]

Sposób wytworzenia kropli	Średnica kropli [μm]	Retencja preparatu przez siano [%]			
		kwas propionowy		propionian amonu	
		ogółem	zakres	ogółem	zakres
Atomizer tarczowy	200	41	30–50	—	—
Rozpylacz szczelinowy lub uderzeniowy	50–400	42	36–48	78	56–97
Rozpylacz wibracyjny	700–1200	74	44–96	91	82–99

padkach aplikacja preparatów na powierzchnię pokosu, bez aktywnego jego spulchniania, ogranicza głębokość przenikania konserwantu, co jest uznawane za podstawową przyczynę występowania niekorzystnych procesów mikrobiologicznych podczas magazynowania paszy [15]. Wpływ sposobu zbioru na ilość preparatu docierającego do zbieranej masy oraz równomierność jego rozmieszczenia w małowymiarowych belach prostopadłościennych podano w tabeli 2 [2]. Z przedstawionych w tej tabeli danych wynika, że pomimo braku różnic w ilości preparatu pochłoniętego przez siano wystąpiły one w jego rozprzestrzenieniu się na przekroju beli, o czym świadczą także różnice temperatur podczas magazynowania siana. Nierównomierne rozmieszczenie konserwantów w sianie zebranym bez aktywnego spulchniania masy w miejscu dozowania preparatu podają także Holden i Sneath [6].

Tabela 2. Wpływ sposobu dozowania na ilość i równomierność rozmieszczenia kwasu propionowego oraz kształtowanie się temperatur w procesie konserwacji siana [2]

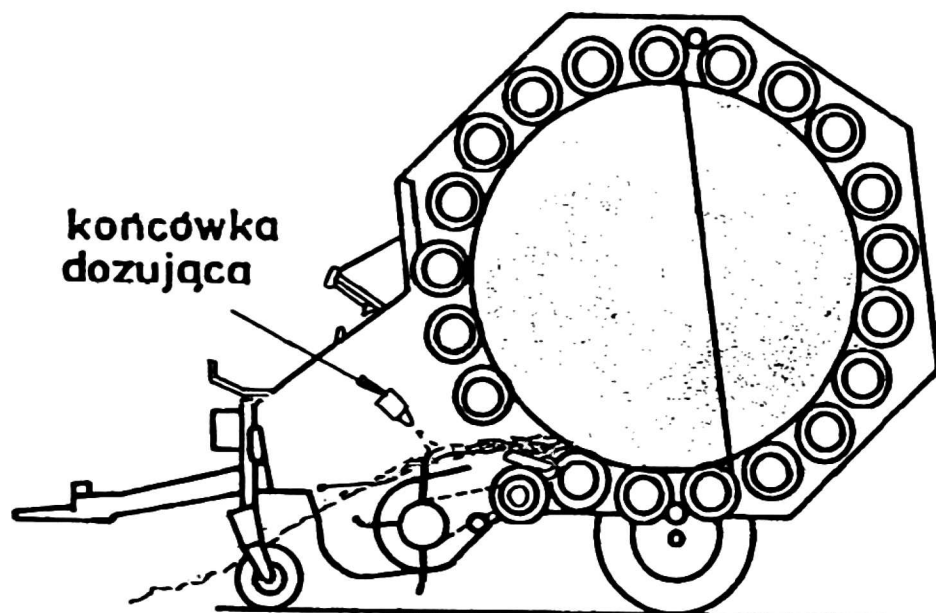
Miejsce dozowania preparatu	Retencja kwasu [%]	Współczynnik zmienności [%]	Wilgotność masy siana [%]	Analizy z temperaturą >35°C [%]
Na pokos przed zbiorem				
przetrzęsaczo-zgrabiarka + osłona z przodu	46	42	33	21
przetrzęsaczo-zgrabiarka + osłona z tyłu	44	39	33	47
W czasie zbioru prasą				
(różne umieszczenie rozpylaczy w obrębie podbieracza — 3 sposoby)	41	79	31	81
Siano zbierane prasą bez dodatku konserwanta	—	—	33	100

Problem równomiernego dozowania preparatów jest również ważny w przypadku stosowania szczepionek bakterii z dodatkiem enzymów. Te metody konserwacji wymagają zapewnienia odpowiednich warunków dla rozwoju bakterii, co w przypadku *Lactobacillus* wiąże się z zapewnieniem beztlenowego środowiska oraz wilgotności około 23% [13]. Mniejsze wymagania stawiane są inokulantom zawierającym bakterie z grupy *Bacillus*, gdyż w tym przypadku proces konserwacji może przebiegać w warunkach tlenowych [16].

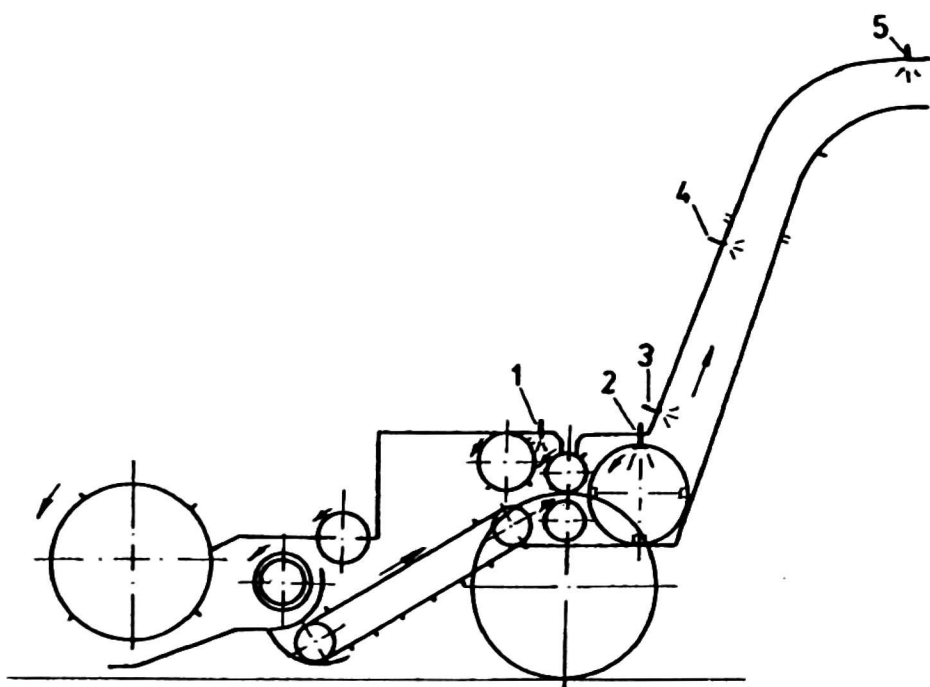
W przypadku zbioru podwędniętego siana prasami wysokiego stopnia zgniotu warunkiem zabezpieczenia zebranej masy jest jej zagęszczenie (do 200 kg s.m./m³ dla bel cylindrycznych i do 250 kg s.m./m³ dla dużych bel prostopadłościennych), przeprowadzenie zbioru przy wilgotności masy powyżej 30% oraz szczelne owinięcie lub okrycie bel siana folią.

Sposoby i uzyskiwane efekty zbioru siana o podwyższonej wilgotności

Środki konserwujące można stosować bezpośrednio podczas zbioru siana, jak i w czasie jego magazynowania. W praktyce rolniczej do zabezpieczenia nie dosuszonego siana często stosowany jest chlorek sodu, który w czasie składowania rozsypany jest ręcznie na poszczególne warstwy magazynowanej paszy.



Rysunek 3. Sposób dodawania środka konserwującego do paszy zbieranej prasą zwijającą o stałej komorze formowania beli

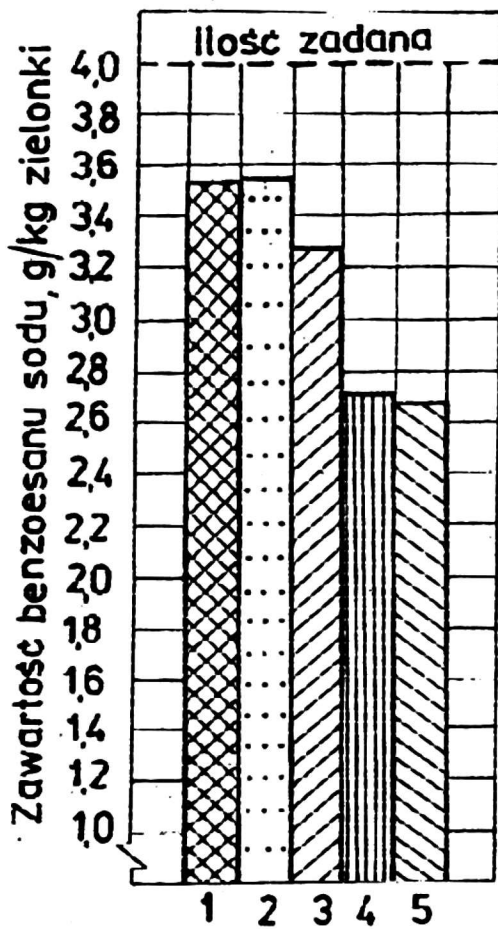


Rysunek 4. Miejsca dozowania preparatu do zielonki w sieczkarni zbierającej:

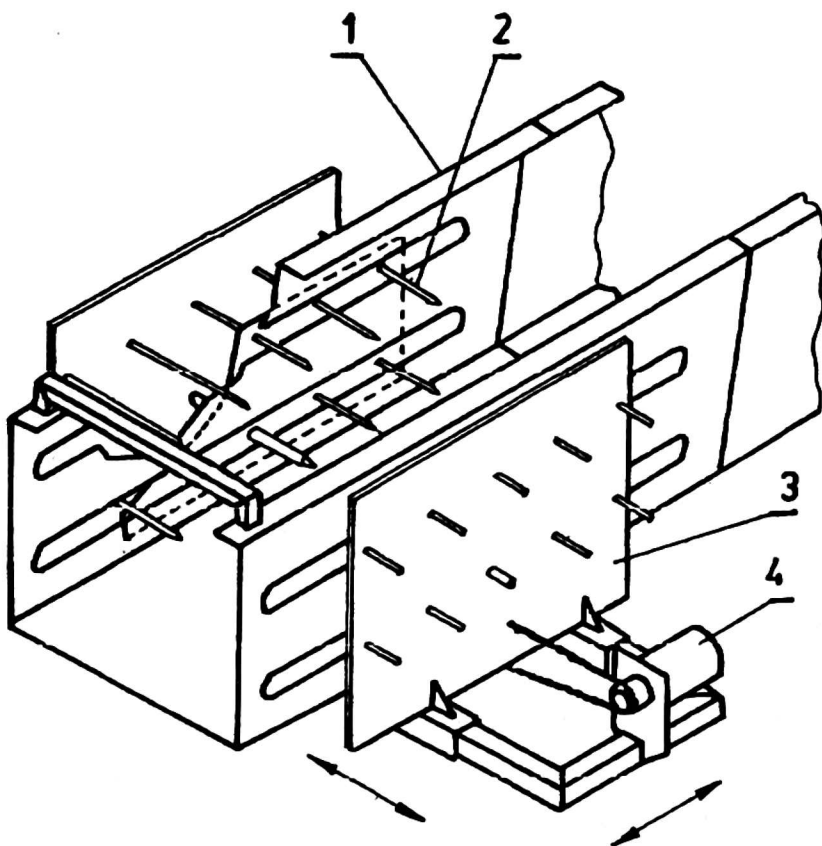
- 1 — przed zespołem walców zgniatających;
- 2 — w zespole rozdrabniającym;
- 3 — w dolnej części kanału wylotowego;
- 4 — w środkowej części kanału wylotowego;
- 5 — na końcu kanału wylotowego (przed końcówką sterującą)

Z badań wynika, że nawet 5-procentowy dodatek tego związku może być niewystarczający. Konserwanty pasz, mające najczęściej postać roztworów wodnych, dozowane są za pomocą różnego typu aplikatorów i dysz rozpylających, które umożliwiają wytworzenie kropeł o średnicy około 1 mm. Obok spektrum kropeł duże znaczenie ma odpowiednie umiejscowienie, w maszynie do zbioru siana końcówek dozujących preparat.

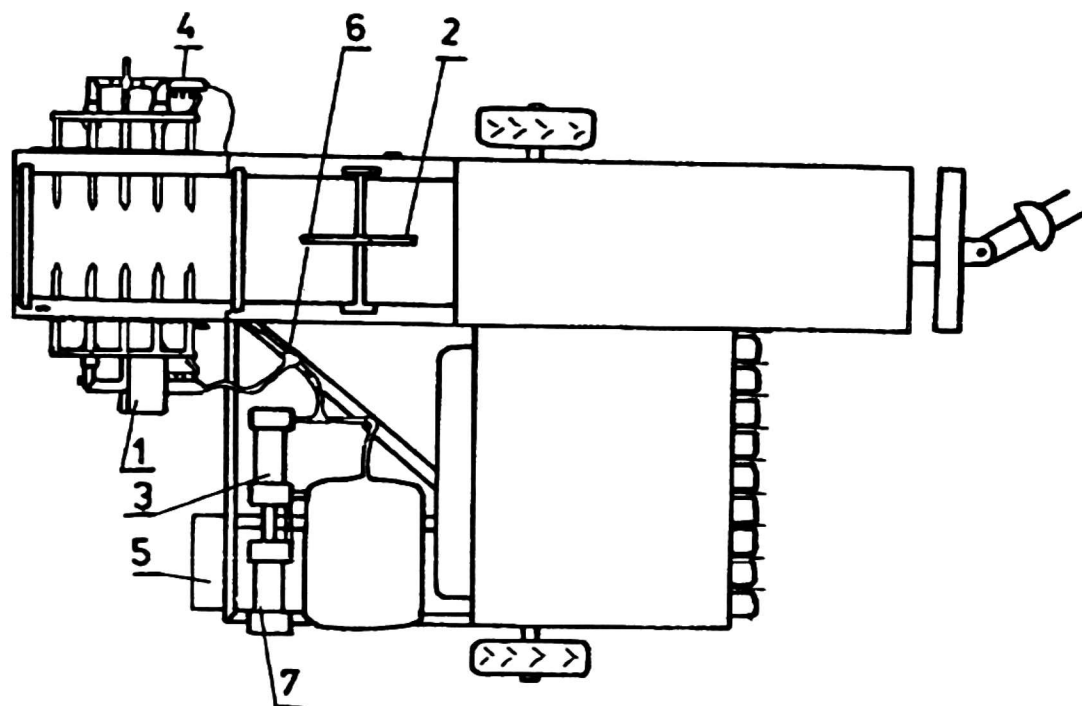
Przykładowe ich rozmieszczenie w maszynach stosowanych do zbioru pasz przedstawiono na rysunkach 3 i 4. Ich umiejscowienie decyduje zarówno o równomierności rozmieszczenia preparatu w zbieranej masie, jak i jego ponoszonych stratach polowych. Problem ten jest szczególnie istotny przy zbiorze pasz sieczkarniami polowymi. Wyniki badań przedstawione na rysunku 5 wykazują, że straty preparatu mogą dochodzić do 33%, a współczynnik nierównomierności wymieszania preparatu ze zbieraną masą może się wahać od 11,6% do 22,6% [3]. Podstawową wadą dozowania preparatów (wg rys. 3 i 4) jest bezpośredni kontakt masy siana



Rysunek 5. Rozkład zawartości benzoianu sodu w zielonce w zależności od miejsca dozowania w siewkarni zbierającej (rys. 4): 1 — przed zespołem walców zgniatających; 2 — w zespole rozdrabniającym; 3 — w dolnej części kanału wylotowego; 4 — w środkowej części kanału wylotowego; 5 — na końcu kanału wylotowego (przed końcówką sterującą)



Rysunek 6. Aplikator preparatów konserwujących montowany na klasycznej prasie wysokiego stopnia zgniotu: 1 — prowadnica bel; 2 — końcówka dozująca; 3 — płyta dozownika; 4 — silnik hydrauliczny



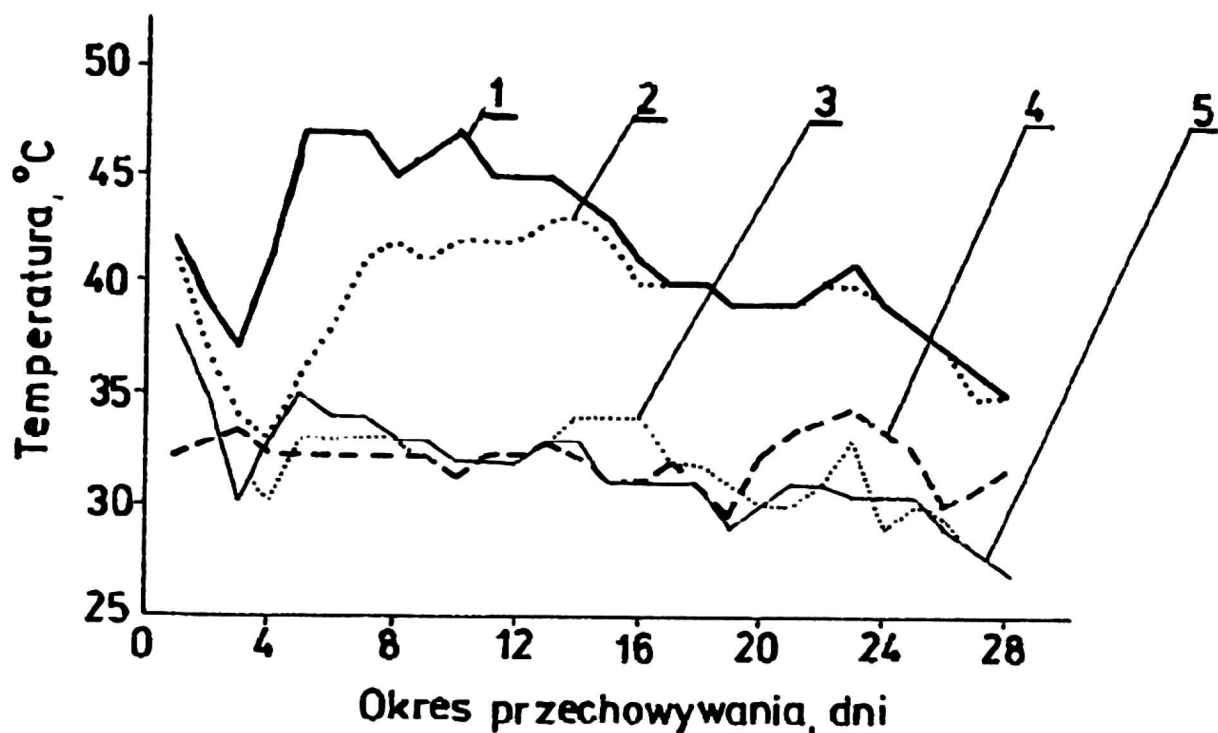
Rysunek 7. Miejsce zamontowania aplikatora preparatów konserwujących (wg rys. 6) na klasycznej prasie wysokiego stopnia zgniotu: 1 — silnik hydrauliczny; 2 — koło zębate zespołu wiążącego; 3 — dozownik; 4 — rozdzielacz; 5 — pulpit sterowniczy; 6 — zawór sterujący; 7 — siłownik hydrauliczny

zawierającego korozyjne związki chemiczne z zespołami roboczymi maszyn. Najlepszym rozwiązaniem, praktycznie eliminującym wymienione wady, jest aplikator konserwantów do bel prostopadłościennych, formowanych tradycyjnymi prasami wysokiego stopnia zgniotu (rys. 6 i 7) [7]. Wymieniony aplikator dozuje konserwanty pasz pod ciśnieniem 15 MPa w 54 punktach, a o efektach zbiegu decyduje nie tyle równomierność rozmieszczenia preparatu, ale stężenie roztworu, które miało wpływ na przebieg procesu konserwacji, wyrażonego wysokością temperatur w pierwszych tygodniach przechowywania (rys 8).

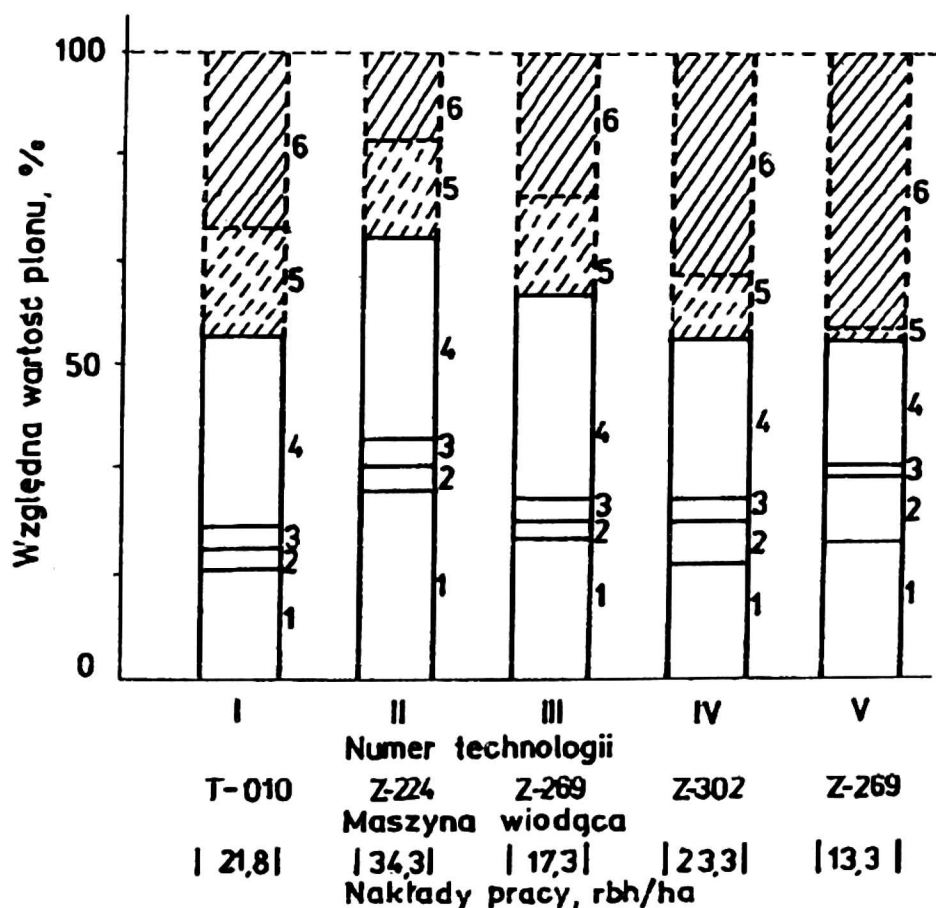
Siano o podwyższonej wilgotności, zbierane prasami wysokiego stopnia zgniotu, może być skutecznie zabezpieczane poprzez dodatek konserwantów chemicznych lub inokulantów, przy równoczesnym szczelnym okryciu bel folią [4]. Zabieg ten w naszych warunkach można wykonać kilkoma sposobami z wykorzystaniem dostępnych maszyn:

- umieszczenie bel w workach foliowych;
- owijanie bel cylindrycznych folią;
- owijanie folią bel, które przylegają czołowo do siebie;
- przykrycie zgrupowanych bel folią.

Zbiór prasami wysokiego stopnia zgniotu siana o podwyższonej wilgotności z równoczesnym zabezpieczeniem zebranej masy folią nie jest jednoznacznie pozytywnie oceniany [9, 11]. Jako optymalne rozwiązanie zaleca się dla tej metody zbioru, obok okrycia folią, stosowanie środków chemicznych ułatwiających przebieg właściwej fermentacji.



Rysunek 8. Wpływ stężenia kwasu propionowego na przebieg temperatury paszy o wilgotności 30% w pierwszym miesiącu składowania: 1 — próba kontrolna; 2 — 0,5%; 3 — 1,0%; 4 — temperatura otoczenia; 5 — siano o wilgotności 20%



Rysunek 9. Struktura kosztów i nakłady pracy na zbiór pasz w pięciu ocenianych technologiach: 1 — koszty eksploatacji maszyn; 2 — koszty zabezpieczenia plonu; 3 — koszty pracy; 4 — straty paszy w przeciętnych warunkach zbioru i magazynowania; 5 — przyrost strat plonu przy pogorszeniu warunków zbioru; 6 — wartość plonu netto

Tabela 3. Wyniki konserwacji siana z lucemy w pierwszych miesiącach po zbiorze [16]

Wyszczególnienie	Wilgotność masy w czasie zbioru [%]						
	do 20		20–25		25–30		
	kontrola (siano)	kontrola (siano)	bez dodatków	kwas propionowy	kontrola (siano)	bez dodatków	kwas propionowy
Straty suchej masy w czasie magazynowania [%]	1,0	1,0	4,9	3,5	1,2	8,2	6,1
Zawartość białka surowego [%]	18,9	18,9	19,4	19,2	18,8	19,8	19,7
Organoleptyczna ocena siana (skala 5-punktowa) *							
kolor	1,3	1,3	3,4	3,1	1,2	3,7	3,3
splesnienie	1,2	1,2	2,2	1,5	1,0	2,8	1,9

* ocena: 1 — siano koloru zielonego, bez splesnień, 5 — siano koloru brunatnego, splesniałe.

Z kolei Rotz [16] na podstawie wieloletnich badań zaleca doskonalenie technologii zbioru siana suszonego na polu, gdyż jest to najkorzystniejsze rozwiązanie (tab. 3). Ocena technologii zbioru siana wykonana dla naszych krajowych warunków wykazała, że zbiór pasz słomiatych o podwyższonej wilgotności można uznać za technologię uzupełniającą, jako że wymaga niskich nakładów pracy i eliminuje straty pasz ponoszone w gorszych warunkach zbioru. Analizowano pięć technologii (od I do V), w tym: trzy dotyczące zbioru siana, gdzie maszynami wiodącymi były: przyczepa zbierająca T-010 — I, prasa zbierająca Z-224 — II, prasa zwijająca Z-269 — III oraz dwie dotyczące zbioru podwędniętej zielonki z wykorzystaniem ścinacza zielonek Z-302 - IV i prasy zwijającej Z-269 współpracującej z owijarką bel Z-274 — V [4]. Końcowe wyniki tych badań przedstawiono na rysunku 9.

Podsumowanie

Na podstawie przedstawionej analizy wyników badań szeregu wymienionych autorów można wnioskować, że ocena technologii zbioru siana o podwyższonej wilgotności nie jest jednoznaczna. Przyjęte kryteria oceny uwzględniały te z technicznych możliwości zbioru pasz słomiatych o podwyższonej wilgotności, które przy niskich stratach polowych skutecznie zabezpieczają zebraną masę roślin przed rozwojem niekorzystnych procesów mikrobiologicznych. Przyczyną, która wpłynęła na ujmowanie problemu w tym aspekcie, jest wzrost zainteresowania, nie tylko rolników, jakością pasz podawanych zwierzętom gospodarskim. W ostatnich latach coraz częściej podnoszony jest problem produkcji pasz ekologicznych, a więc wolnych od szkodliwych dla ludzi i zwierząt substancji, będących także wynikiem przemian mikrobiologicznych zachodzących w okresie magazynowania.

Do pasz o uznanych walorach żywieniowych zaliczane jest siano, jednak technologia jego zbioru w warunkach polowych wiąże się z dużym stopniem ryzyka wynikającego z pogorszenia pogody.

Wdrożenie do rolnictwa pras o wysokim stopniu zgniotu, a szczególnie nowych generacji tych maszyn — pras wielkowymiarowych — otworzyło nowe możliwości zbioru pasz. Prasy te można wyposażać także w aplikatory konserwantów, a uzyskane bele pasz zabezpieczać folią i poddawać procesowi kiszenia.

Technologie zbioru pasz słomiatych prasami wielkowymiarowymi, przy równoczesnym stosowaniu chemicznych środków konserwujących lub inokulantów oraz okrywaniu bel folią, wydają się być najbardziej właściwym sposobem zbioru pasz w gospodarstwach średnio- i wielkoobszarowych. Stosowanie tych technologii wymaga zarówno odpowiedniego wyposażenia technicznego, jak i świadomości rolników o konieczności przestrzegania zaleceń dotyczących dawek i stężenia aplikowanych związków konserwujących pasze. Czynnikiem, który coraz bardziej będzie

skłaniał gospodarstwa do zbioru siana o podwyższonej wilgotności, będzie małe ryzyko strat paszy podczas zbioru i magazynowania, ale o wyborze technologii przede wszystkim zadecyduje rachunek ekonomiczny.

Literatura

- [1] Benham C.L., Redman P.L. 1979. Preservation of moist hay — a review. Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's, Brighton UK: 88–95.
- [2] Charlick R.H., Holden M.R., Klinner W.E., Shepperson G. 1980. The use of preservatives in haymaking. *Journal of Agricultural Engineering Research* 25(1): 87–97.
- [3] Dulcet E. 1993. Badania nad równomiernością wymieszania konserwantu z zielonką w procesie zbioru na kiszonkę oraz nad wielkością strat. Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy — rozprawy 58: 44.
- [4] Gieroba J., Nowak J., Sawa J. 1993. Wstępna ocena efektywności zakiszania zielonek zbieranych prasami zwijającymi. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 408: 267–273.
- [5] Gieroba J., Nowak J., Sawa J. 1993. Zakiszanie zielonek w formie dużych bel cylindrycznych. *Postępy Nauk Rolniczych* 2: 59–66.
- [6] Holden M. R., Sneath R.W. 1979. Application of preservative chemicals to hay at baling. Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's, Brighton UK: 248–251.
- [7] Khalilian A., Worrell M. A., Cross D. L. 1990. A device to inject propionic acid into baled forages. *Transactions of the ASAE* 33(1): 36–40.
- [8] Lacey J., Lord K.A., Cayley G.R. 1981. Chemicals for preventing moulding in damp hay. *Animal Feed Science and Technology* 6(4): 323–336.
- [9] Lingvall P., Lindberg H. 1989. High quality silages by wrapping big bales. *Journal of the British Grassland Society* 44(2): 138–145.
- [10] Lord K.A., Lacey J. 1978. Chemicals to prevent the moulding of hay and other crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 29(3): 574–575.
- [11] Mayne C.S., Gordon F.J. 1986. The effect of harvesting system on nutrient losses during silage making. Part 2 — In silo losses. *Grass and Forage Science* 41(3): 341–351.
- [12] Mo M. 1979. The potential of conserved forage for milk production. *Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's*, Brighton UK: 154–163.
- [13] Nelson M.L., Headley D.M., Loesche J.A. 1989. Control of fermentation in high-moisture baled alfalfa by inoculation with lactic acid-producing bacteria: II. Small rectangular bales. *Journal of Animal Science* 67(6): 1586–1592
- [14] Nelson M.L., Klopfenstein T.J., Britton R.A. 1989. Control of fermentation in high-moisture baled alfalfa by inoculation with lactic acid-producing bacteria: I. Large round bales. *Journal of Animal Science*. 67(6): 1577–1585.
- [15] Podkówka W., Janicki B. 1978. Badania nad przechowywaniem prasowanego siana wilgotnego z dodatkiem konserwantów. IBMER Warszawa XXII/680: 15.
- [16] Rotz C.A. 1991. The best ways to get hay to dry depend on the weather, of course, and weather you're working with first or later cuttings. *Hoard's Dairyman* 136(9): 394.
- [17] Rotz C.A. 1991. Best recommendation is to field dry hay. *Hoard's Dairyman* 136(5): 212.
- [18] Zwaenepoel P., Pelissier D. 1979. Etude du conservateur pour foin "Littofoin". *Bulletin d'Information du CNEEMA* 258: 47–57.
- [19] 1994. Get ready to make hay — supplement. *Hoard's Dairyman* 139(6): 16–22.

Alternative technologies of hay harvest

Summary

In the paper some problems connected with harvest and conservation of hay of high moisture content are presented. General requirements and the principles of application of chemical and biological additives for damp hay conservation are discussed. Special attention is paid to the technical aspects of additives application during harvest with classical high pressure balers and with round balers. The effect of some additives on fodder quality is also presented.