

JAN GIEROBA, JANUSZ NOWAK

## WPLYW SPOSOBU PRZECHOWYWANIA WIELKOWYMIAROWYCH BEL SIANA NA STRATY SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH

Dynamika wzrostu pogłowia bydła i jego produktywności zależy w dużym stopniu od zasobu łądgowych pasz objętościowych, które poza wartością pokarmową cechują się również działaniem dietetycznym, warunkującym prawidłowy przebieg procesów fizjologicznych w organizmie zwierzęcym [1, 4, 14].

Ograniczenie kosztów produkcji mięsa i mleka wymaga tanich metod konserwacji plonów roślin bogatych w białko, które powinny być zbierane i przechowywane przy możliwie najniższych stratach składników pokarmowych. Zasadniczym rodzajem łądgowych pasz objętościowych jest siano, którego wartość pokarmowa w chwili skarmiania uzależniona jest od jego składu botanicznego, okresu koszenia zielonki, warunków naturalnego suszenia, sposobu zbioru, wilgotności, metody i okresu przechowywania. Przeważającą część tych pasz przechowuje się obecnie w postaci luźnego bądź też sprasowanego materiału. W gospodarstwach wielkotowarowych coraz częściej zbiera się siano i słomę pokombajnową w postaci małych prostokątnych i dużych cylindrycznych bel. W ostatnich latach pojawiły się w wielu krajach nowe maszyny formujące duże prostopadłościennne stogi, których niewątpliwe zalety czynią coraz bardziej popularnymi [2, 3, 9, 12].

W zależności od metod zbioru i sposobu przechowywania materiału obserwuje się różne straty składników pokarmowych podyktowanych stratami mechanicznymi oraz wynikającymi z ujemnych procesów zachodzących w składowanym materiale jak i również z wpływu czynników atmosferycznych.

### *Przemiany zachodzące podczas przechowywania wilgotnego siana*

Przechowywanie siana związane jest zawsze z występowaniem ilościowych i jakościowych strat składników pokarmowych w wyniku zachodzących przemian, które są w wielu wypadkach korzystne i ich praktyczna wartość polega na poprawie smakowitości produktu końcowego. Charakter i wielkość zachodzących procesów uzależnione są od

stanu materiału w chwili jego składowania, a więc od poziomu wilgotności oraz od sposobu jego przechowywania.

Kontynuacja procesów życiowych, a głównie oddychania przez żywe komórki składowanego materiału roślinnego, powoduje wzrost temperatury w wyniku wydzielania energii cieplnej, która sprzyja rozwojowi bakterii i grzybów pleśniowych. W początkowej fazie zachodzi oddychanie tlenowe, ponieważ materiał zawiera powietrze, które przenika do jego wnętrza. Procesy życiowe komórek roślinnych powodują wzrost temperatury do około 50°C, w której nie występują większe straty składników pokarmowych i nie stanowi ona niebezpieczeństwa.

W drugim stadium samozagrzewania się wilgotnego siana występuje rozwój bakterii termofilnych i temperatura osiąga około 70°C. Powyżej tej temperatury zachodzące przemiany chemiczne wyzwalają znaczne ilości ciepła powodując szybki wzrost temperatury składowanego materiału, a w przypadku dostępu powietrza powstaje pożar.

Oddychanie żywych komórek i działanie drobnoustrojów w przechowywanym materiale roślinnym powodują straty najbardziej rozpuszczalnych, a zatem cenniejszych składników pokarmowych. Spośród wielu czynników decydujących o zagrzewaniu się siana podczas składowania decydujące znaczenie posiada zawartość wilgoci i rozpuszczalnych składników pokarmowych, głównie węglowodanów. Liczne badania dowodzą, że składowanie materiału nawet o znacznej wilgotności, ale bardzo ubożego w składniki pokarmowe nie wywołuje groźnych komplikacji lub tylko nieznaczne [11, 14].

Wiele miejsca w dotychczasowych badaniach nad przechowywaniem wilgotnego siana zajmują opracowania Currie i Festensteina [6, 7], które dotyczą między innymi czynników określających samozagrzewanie i samozapłon jak również przemian węglowodanów. Festenstein badał w warunkach kontrolowanej temperatury przemiany zachodzące w sianie z tymotki, kostrzewy łąkowej i białej koniczyny o wilgotności 42—45%. W tabeli 1 przedstawiono wyniki jego niektórych badań, z których wynika, że wzrostowi temperatury składowanego materiału towarzyszy spadek pH. Ilość rozpuszczalnego i lotnego azotu zwiększała się dość znacznie w zakresie niższych temperatur, a następnie ulegała zmniejszeniu w taki sposób, że siano o najwyższej temperaturze (165°C) zawierało niewiele mniej tych składników niż materiał wyjściowy. Nieznaczny wzrost ogólnego azotu w całym zakresie temperatur, może być podyktowany zmniejszaniem się suchej masy w wyniku zachodzących procesów mikrobiologicznych i chemicznych. Interesująca jest dynamika przemian węglowodanów rozpuszczalnych, w których fruktozan stanowiący początkowo ponad połowę tej frakcji, ulega gwałtownej konwersji

Tabela 1

Zmiany zawartości składników siana o wilgotności 42—45% przechowywanego w warunkach kontrolowanej temperatury, wg Festenstein'a [7]

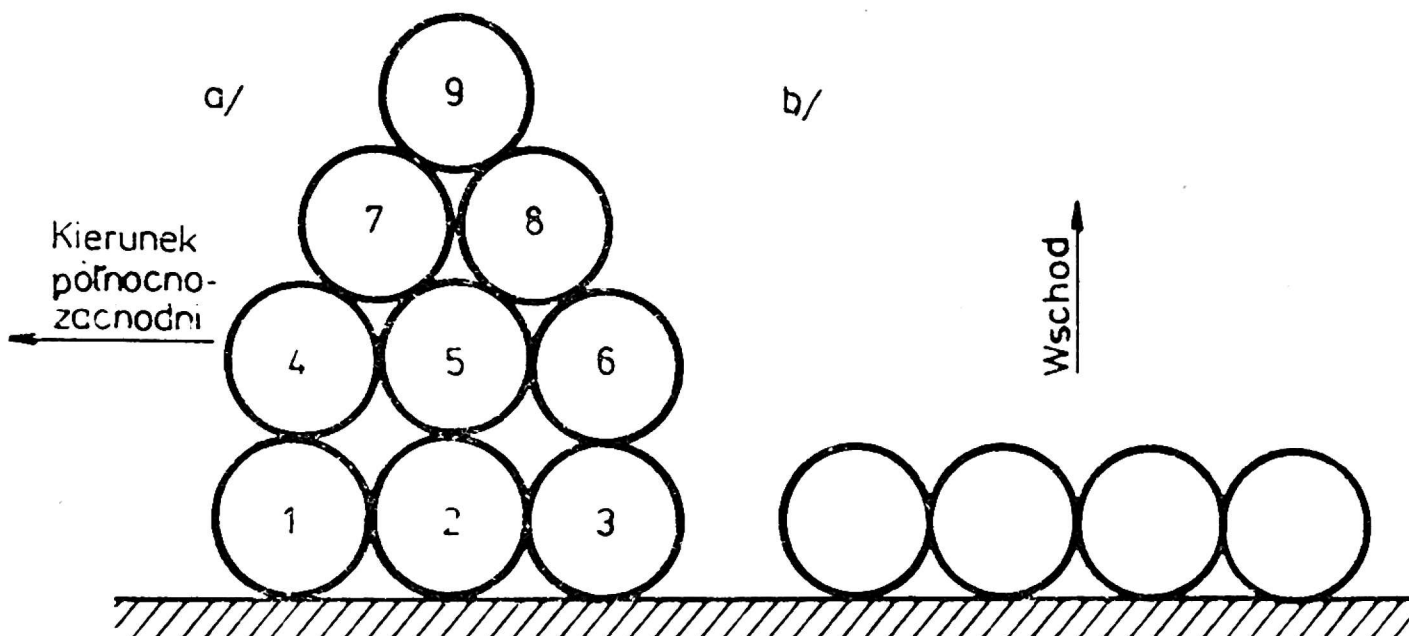
Maksymalna temp. °C	Liczba dni	pH	Związki azotowe			Węglowodany rozpuszczalne % s.m.			
			N-rozpuszcz. % ogól. N	N-lotny % ogól. N	N-ogólny % s. m.	glukoza	pentoza	fruktoza	fruktosan
—	—	6,2	22	1,7	1,18	0,2	0,0	0,8	1,7
68	4	5,3	41	7,1	1,24	0,4	0,1	1,5	0,6
70	18	4,7	49	1,5	1,24	0,2	0,3	1,2	0,3
87	3	5,6	37	5,1	1,23	0,3	0,1	1,2	0,3
96	4	5,1	35	6,9	1,31	0,2	0,3	1,6	0,0
92	4	3,8	41	8,8	1,19	0,2	0,2	1,8	0,0
95	6	4,5	32	4,9	1,27	0,1	0,5	0,7	0,0
98	6	4,3	33	5,6	1,34	0,1	0,4	0,6	0,0
96	18	3,8	26	1,1	1,34	0,1	0,6	0,2	0,0
165	38	4,6	18	1,6	1,38	0,0	0,0	0,0	0,0

na fruktozę już po osiągnięciu przez materiał temperatury 70°C. W materiale, którego temperatura przekraczała 100°C istniały śladowe ilości węglowodanów rozpuszczalnych.

### Przechowywanie dużych cylindrycznych bel

Wybór form i sposobu przechowywania siana i słomy pokombajnowej zależy w dużym stopniu od stosowanej technologii ich zbioru, kierunku produkcji i możliwości magazynowo-technicznych gospodarstwa rolnego. Technologia zbioru materiałów objętościowy z zastosowaniem pras rolujących ogranicza w znacznym stopniu metody przechowywania dużych bel cylindrycznych ze względu na trudności w manipulowaniu nimi, a to głównie w magazynach krytych. Z wyżej wymienionych względów cylindryczne bele przechowuje się najczęściej na wolnym powietrzu i bez przykrycia. Część z nich składa się w stertach o niewielkiej liczbie poziomych warstw, a jeszcze inne pozostawia się pojedynczo na polu lub bliżej miejsca ich użytkowania. Wiąże się to z bardzo dużymi ilościowymi i jakościowymi stratami składników pokarmowych, na które istotny wpływ mają takie czynniki jak: kształt, wielkość i usytuowanie pojedynczych bel bądź stert, wielkość opadów

atmosferycznych, okres składowania oraz rodzaj i wilgotność składowanego materiału [8, 10]. Interesujące badania nad składowaniem dużych cylindrycznych bel słomy i siana prowadził Gaillard i Thiberge [8]. Część materiału składowano w stertach złożonych z 10 segmentów zawierających po 8 bel oraz w postaci pojedynczych bel (rys. 1). W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań dotyczące jakości materiału poszcze-



Rys. 1. Przechowywanie dużych cylindrycznych bel: a) sterta, b) pojedyncze bele, wg Gaillarda i Thiberge'a [8].

gólnych bel, które formowane były prasą IHF241 i przechowywane w stercie przez okres około 6 miesięcy (od lata 1975 do 9 stycznia 1976). Bele poddawane analizie pochodziły z wewnętrznych segmentów strefy, które nie były narażone na działanie czynników atmosferycznych w takim stopniu jak segmenty zewnętrzne. Z danych zawartych w tabeli wynika, że strata suchej masy przechowywanego materiału w belach wynosiła średnio 34%. Znaczna zawartość materiału zupełnie zepsutego w belach stwarza pewne komplikacje przy jego pobieraniu i zadawaniu zwierzętom. Wynika to między innymi z niekorzystnego oddziaływania zepsutej paszy na organizm zwierzęcy w przypadku zadawania całej masy tego materiału za pomocą rozdrabniaczy i rozwijaczy bel. Ponadto rozwijacze bel pracują niewłaściwie przy dozowaniu materiału z bel zdeformowanych i znacznie zepsutych.

Niezbyt korzystne rezultaty osiągnięto z przechowywania pojedynczych bel słomy i siana zbieranych maszynami Hesston 5600 i New Holland 850. W tabeli 3 przedstawiono niektóre wyniki badań dotyczące składowania nie przykrytych bel siana i słomy formowanych prasą

Tabela 2

Wyniki przechowywania w stercie dużych cylindrycznych bel formowanych prasą IMF 241, wg Gaillarda i Thiberge'a [8]

Numer beli (rys. 1)	Masa początkowa beli kg	Materiał zepsu- ty (1) (41 <sup>0</sup> /o s.m.)		Materiał wilgotny (74,8 <sup>0</sup> /o s.m)		Materiał dobry (81,5 <sup>0</sup> /o s.m)		s.m. mat. dobrego
		kg	kg s.m	kg	kg s.m	kg	kg s.m	s.m. mat począt. × 100 <sup>0</sup> /o
1	480	81	33	79	59	320	261	74
2	450	121	49,6	79	59	250	204	65
3	450	86	35,3	60	44,9	304	248	76
4	510	80	32,8	90	67,3	340	277	74
5	510	134	54,9	86	54,3	290	236,4	67
6	490	50	20,5	140	104,7	300	245	66
7	440	105	43,1	145	108,5	190	155	51
8	510	134	54,9	96	71,8	280	228	64
9	460	117	48	113	85	230	187,5	56
Razem	4300	908	372	888	665	2504	2041	średnio 66

(1) okres przechowywania bel około 6 miesięcy o średniej miesięcznej sumie opadów  $\sim$  65 mm

New Holland 850. Okres składowania wynosił od 6 do 10 miesięcy. Z danych wynika, że przy tym sposobie przechowywania występują dość duże straty materiału wynoszące 16—47%. Czynnikiemami decydującymi o wielkości tych strat są między innymi wielkość i stopień sprasowania bel, okres przechowywania, ilość opadów i stan podłoża.

Składowanie cylindrycznych bel jest zawsze związane z ich deformacją, głównie tych bel, które stanowią dolne warstwy formowanych stert. Przyczynia się to do łatwiejszego wnikania opadów atmosferycznych w głąb bel, powodując tym samym większe straty.

### Przechowywanie dużych bel prostopadłościennych

W ostatnich latach w wielu krajach o wysoko rozwiniętym rolnictwie pojawiła się nowa technologia zbioru siana i słomy z zastosowaniem maszyn formujących duże prostopadłościenne bele. Firmy takie jak John Deere, Hesston, McKee Bros produkują zestawy maszyn, tworzące linie technologiczne, w których poszczególne operacje począwszy od zbioru, transportowania i użytkowania są całkowicie zmechanizo-

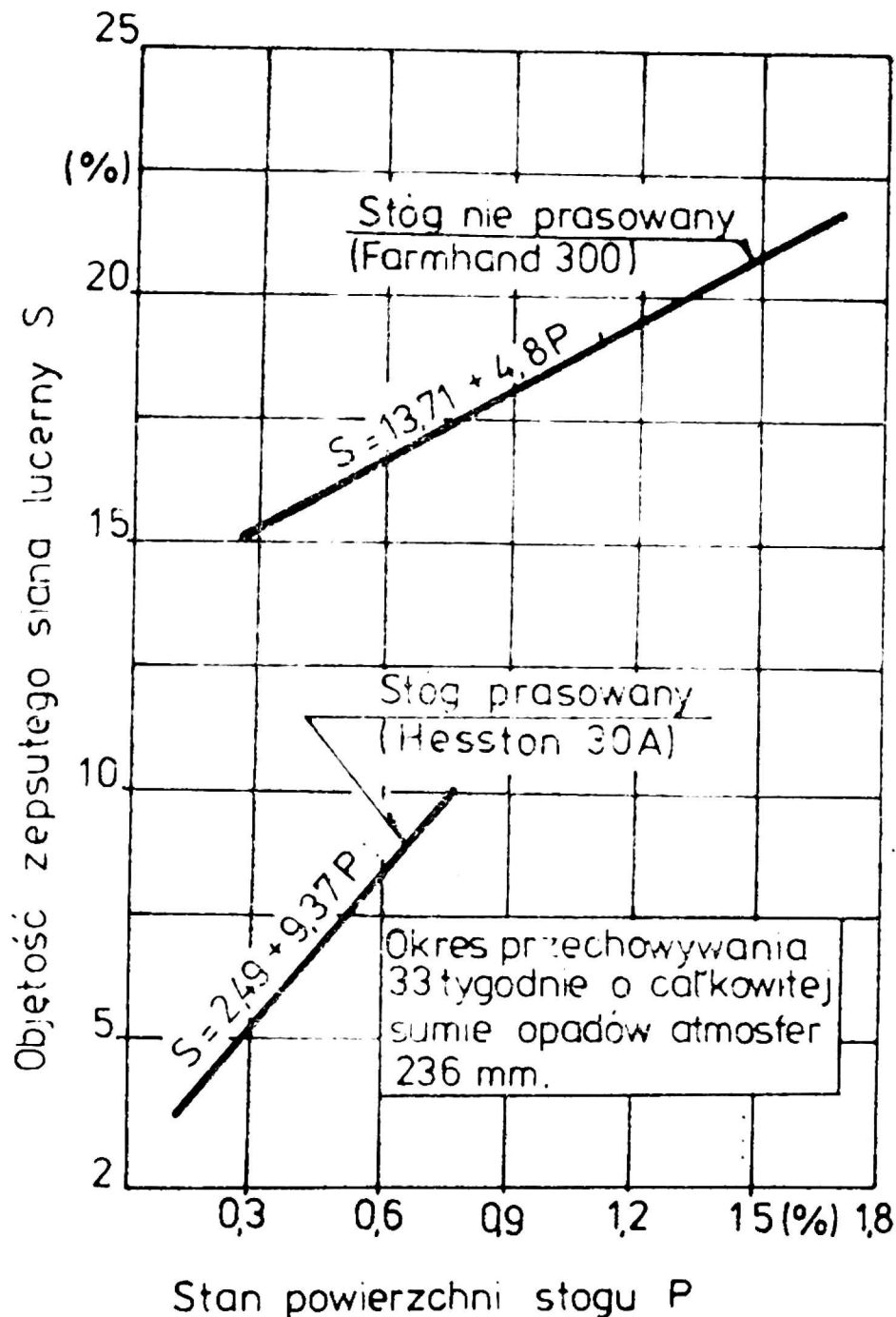
Tabela 3

Wyniki przechowywania pojedynczych, dużych cylindrycznych bel (rys. 1b), wg Gaillarda i Thiberge'a [8]

Rodzaj materiału, maszyna zbierająca	Masa początkowa beli (kg)	Wilgotność zbieranego materiału (%)	Masa końcowa beli (1) (kg)	Masa materiału dobrego (kg)	Zawartość s. masy w materiale dobrym (%)	Masa materiału zepsutego (kg)	S.m. mat. dobrego / S.m. mat. począt. $\times 100\%$
	230		210	130	84,4	80	52,3
	360		400	260	87,4	140	69,1
Słoma	330	8,7	400	240	83	160	66,1
New	400		470	280	81,9	190	62,8
Holland 850	320		470	240	80,1	230	65,8
	360		480	330	83,8	150	84,0
Siano	525		480	280	84,4	200	55,4
z kostrzewy	500	18,7	440	310	81,1	130	61,9
New							
Holland 850							

(1) okres przechowywania bel od 6 do 10 miesięcy o średniej miesięcznej sumie opadów  $\approx 58$  mm

wane. Duże rozmiary formowanych bel (stert) i stopień sprasowania materiału oraz wypukła górna powierzchnia pozwalają na przechowywanie ich na wolnym powietrzu. Straty wynikające z takiego przechowywania zależą od rodzaju i wilgotności materiału, wielkość sterty, stopnia sprasowania i kształtu powierzchni oraz od okresu przechowywania, czynników atmosferycznych i stanu podłoża. Wiele miejsca w badaniach nad przechowywaniem wielkich bel formowanych prasami stogującymi zajmują opracowania Bowersa, Ridera [2], Weeksa, Owena, Petersena [15], Verma, Bargena [13] oraz Coatesa i innych [5]. Na uwagę zasługują badania dotyczące określania wpływu stopnia sprasowania i stanu powierzchni stogu na wielkość strat. Na rys. 2 przedstawiono straty materiału w zależności od stanu powierzchni, który określany jest jako względna różnica pomiędzy objętością stogu o aproksymowanej, wypukłej powierzchni górnej a rzeczywistą objętością stogu. Z rysunku wynika, że straty podczas przechowywania stogów prasowanych są kilkakrotnie niższe w porównaniu ze stogami bez prasowania. Wynika to z korzystniejszego stanu powierzchni i większego stopnia sprasowania materiału, które utrudniają wnikanie w głąb opadów atmosferycznych. Stogi prasowane są ponadto mniej podatne na deformacje

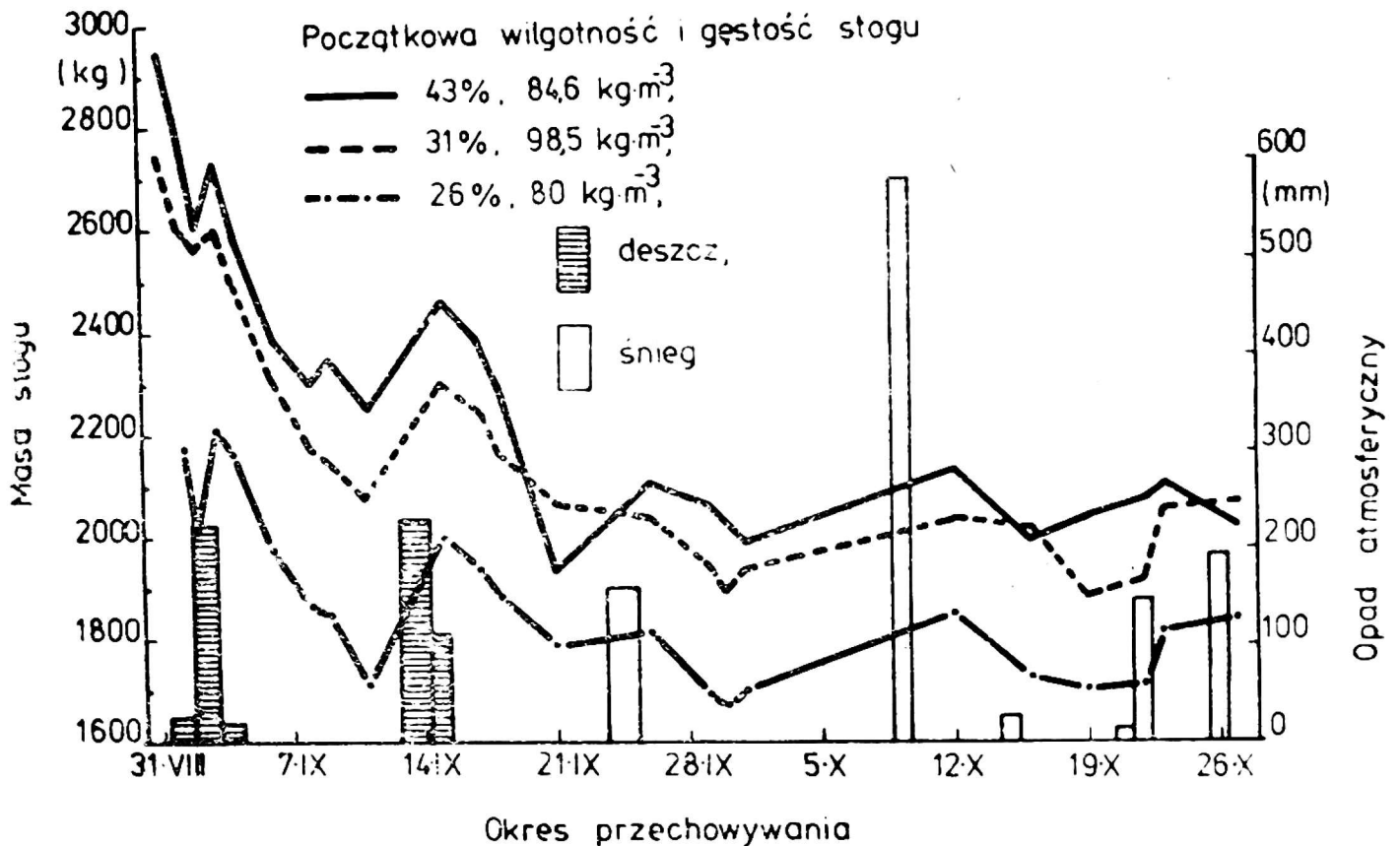


Rys. 2. Zależność strat siana lucerny od stanu powierzchni górnej stogu i sposobu jego formowania, wg Verma i Bargena [13].

podczas ich wyładunku z maszyny zbierającej oraz w czasie ich transportowania do miejsca składowania.

Interesujące badania prowadzili Weeks, Owen, Petersen [15], które obejmowały określenie przebiegu zmian temperatury i masy stogów w zależności od okresu przechowywania, poziomu wilgotności składowanego materiału i opadów atmosferycznych. Na rys. 3 przedstawiono przebieg zmian masy bel lucerny formowanych maszyną Stakhand 30 w zależności od okresu składowania i wielkości opadów atmosferycznych.

Masa stogu w początkowym okresie przechowywania gwałtownie zmniejszała się wskutek intensywnej utraty wilgoci przez materiał.



Rys. 3. Zależność masy słoju formowanego maszyną Stakhand 30 od okresu przechowywania i ilości opadów atmosferycznych, wg Weesks'a, Owena i Petersena [15].

W tym też okresie sterta charakteryzowała się dużą zdolnością pochłaniania opadów atmosferycznych, które łatwo wnikały w głąb nie osiadłego materiału. W późniejszym okresie przechowywania dużych prostopadłościennych bel masa ich była mało uzależniona od opadów atmosferycznych, które w niewielkim stopniu wnikały w głąb materiału, w tym okresie górna wypukła warstwa materiału stanowiła strefę ochronną.

### Wnioski

Z badań omówionych w artykule można wyciągnąć następujące wnioski.

1. Przechowywanie siana o podwyższonej wilgotności prowadzi do znacznych strat składników pokarmowych, zwłaszcza rozpuszczalnych, które stanowią cenniejszą część paszy. Przemiany zachodzące w wilgotnym materiale powodujące wzrost temperatury ponad  $70^{\circ}\text{C}$  stwarzają niebezpieczeństwo wybuchu pożaru w przypadku dostępu powietrza.

2. Przechowywanie dużych cylindrycznych bel na wolnym powietrzu w formie stert bądź pojedynczych bel przez okres około 6 miesięcy o średniej miesięcznej sumie opadów atmosferycznych wynoszącej 65 mm prowadzi do prawie 30% strat materiału. Pobieranie i zadawanie zwie-



rzędem paszy z bel zdeformowanych, zawierających znaczną ilość zepsutej paszy jest utrudnione i nie wskazane.

3. Straty materiału przechowywanego w dużych prostopadłościennych belach zależą w znacznym stopniu od stanu górnej powierzchni i stopnia sprasowania. Wypukła powierzchnia górna sterty i nieznaczne sprasowanie materiału utrudnia wnikanie opadów atmosferycznych w głąb sterty, przyczyniając się w ten sposób do zmniejszania strat.

4. Należy przypuszczać, że ograniczenie strat wynikających z przechowywania można osiągnąć poprzez przykrycie stert formowanych z bel cylindrycznych oraz dużych prostopadłościennych stogów. Można też sugerować, że w krajowym rolnictwie należy podjąć badania obejmujące sposoby przechowywania siana i słomy zbieranych w formie dużych bel.

#### LITERATURA

1. Bischoff T., Meuther R., Wandel H.: *Landtechnik*, H. 12, 1979.
2. Bowers W., Rider A. R.: *Agricultural Engineering*, vol. 55, nr 8, 1974.
3. Cavalchini A. G.: *Rivista di Ingegneria Agraria*, nr 3/4, 1976.
4. Charlick R. H. i in.: *Journal of Agricultural Engineering Research*, vol. 25, nr 1, 1980.
5. Coates W. E. i in.: *Canadian Agricultural Engineering*, vol. 20, nr 2, 1978.
6. Currie J. A., Festenstein G. N.: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 22, nr 5, 1971.
7. Festenstein G. N.: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 22, nr 5, 1971.
8. Gaillard F., Thiberge J.: *Bulletin d'Information du CNEEMA*, nr 226, 1976.
9. Gieroba J., Nowak J.: *Technologia zbioru pasz objętościowych z zastosowaniem przyczep stogujących. Maszyny i Ciągniki Rolnicze (w druku)*.
10. Insensee E.: *Agrartechnik international*, H. 4, 1977.
11. Kuno F.: *Schweizer Landtechnik*, t. 38, nr 8, 1976.
12. Lucas N.: *Power Farming*, nr 7, 1975.
13. Verma L. R., Bargaen K.: *Transactions of the ASAE*, vol. 22, nr 2, 1979.
14. Watson S. J., Nash M. J.: *The conservation of grass and forage crops*. Oliver and Boyd, Edinburg and London 1960.
15. Weeks S. A., Owen F. G., Petersen G. M.: *Transactions of the ASAE*, vol. 18, nr 6, 1975.

**PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE**  
**POLECA:**

**MGR DANUTA HAAS**

**DOC. DR ZDZISŁAW KAWECKI**

**DR JACEK MARCINKOWSKI**

### **ROK NA DZIAŁCE**

**WARSZAWA 1981, NAKŁAD 100 000 EGZ., STRON 262,**  
**CENA ZŁ 160,—**

Książka jest drugim wydaniem. Przeznaczona jest dla użytkowników ogrodów działkowych. Publikacja ma charakter poradnika informującego jakie czynności należy wykonać w ogródku działkowym w poszczególnych miesiącach. Dla ułatwienia podane porady na każdy miesiąc podzielono na trzy odrębne części a mianowicie: sadownictwo, warzywnictwo i rośliny ozdobne. Prócz przypomnienia prac w poszczególnych miesiącach Autorzy podali zasady wykonania prac, aby nie trzeba było szukać ich wykonania w innych pozycjach.

Książka jest bogato ilustrowana co bardzo ułatwia i pomaga w korzystaniu z niej w czasie wykonywanych czynności.

Książka zalecana jest do bibliotek wojewódzkich, miejskich i gminnych a nabyć ją można w wojewódzkich i miejskich księgarniach oraz w Centralnej Księgarni Rolniczej w Warszawie, pl. Dąbrowskiego 8