

Sylwester Borowski, Edmund Dulcet, Jerzy Kaszkowiak  
Katedra Inżynierii Rolniczej  
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

## ANALIZA KSZTAŁTOWANIA SIĘ TEMPERATURY W BELACH SIANA Z DODATKIEM PREPARATU MIKROBIOLOGICZNEGO INOCULANT 1155

### Streszczenie

Przedstawiono analizę rozkładu temperatury w belach wilgotnego siana podczas zbioru stałokomorową prasą zwijającą do którego aplikowano preparat mikrobiologiczny Inoculant 1155. Stwierdzono, że dodatek preparatu sprzyja utrzymywaniu się temperatury w beli przechowywanego siana poniżej temperatury krytycznej (49°C) jego samozapalenia się.

**Słowa kluczowe:** wilgotne siano, preparat konserwujący, prasy zwijające

### Wstęp

W warunkach polskich siano pozostaje nadal nieocenioną paszą pomimo, iż jest wypierane przez sianokiszonki i kiszonki ze względu na trudności występujące przy jego zbiorze. Jest niezastąpione zwłaszcza w żywieniu młodych przeżuwaczy, u których wspomaga rozwój przewodu pokarmowego. Jednym z głównych problemów występujących przy zbiorze zielonek na siano jest powstawanie stosunkowo dużych strat [Dulcet i in. 2002; Sęk i in. 2002]. Do najważniejszych z nich możemy zaliczyć straty mechaniczne powstające w trakcie dosuszania zielonki na polu. Straty te dla lucerny zbieranej na siano o zawartości suchej masy ok. 85% mogą dochodzić nawet do 40%. Aby je ograniczyć można zbierać siano o wilgotności 35-45%. Wówczas nie okruszają się jeszcze liście i kwiatostany. Tak zebrane siano należy dosuszać metodą aktywnej wentylacji. Jest to jednak technologia energochłonna powodująca istotny wzrost kosztów produkcji siana [Dulcet i in. 2002; Sęk i in. 2002; Olszewski 1994; Roszkowski 1979]. Innym sposobem ograniczenia strat jest dodawanie podczas zbioru preparatów konserwujących do siana o wilgotności względnej do 20%. Dodatek preparatu ogranicza rozwój szkodliwych mikroorganizmów. Podczas przechowywania wilgotnego siana następuje

proces jego samozagrzewania. W pewnych granicach proces ten jest nawet korzystny, wzrastająca temperatura przyspiesza odparowywanie wilgoci i przyczynia się do powstawania korzystnych zmian wpływających na jakość paszy. W wyniku zmian zachodzących w związkach chemicznych siano takie jest smaczniejsze i zdrowsze niż świeżo zebrane. Jednak po przekroczeniu temperatury 49°C proces ten może przybrać gwałtowny charakter i doprowadzić do samozapalenia się siana [Dulcet, Mikołajczak, Olszewski 2002; Küntzel 1991; Meisser 2001].

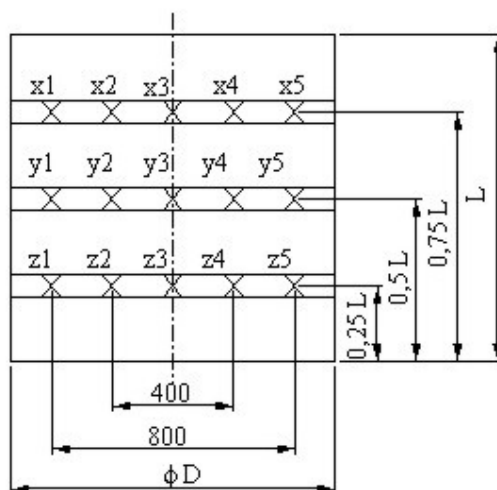
Celem badań było przeprowadzenie analizy kształtowania się temperatury w belach wilgotnego siana zbieranego prasą zwijającą z równoczesną aplikacją preparatu mikrobiologicznego Inoculant 1155.

### Metodyka badań

Materiałem badanym była lucerna mieszańcowa (*Medicago media*) z II pokosu w fazie początku kwitnienia w pierwszym roku po założeniu plantacji o średnim plonie zielonej masy 35,0 t · ha<sup>-1</sup>. Do badań użyto preparat mikrobiologiczny Inoculant 1155 firmy Pioneer w formie granulowanej zawierający liofilizat bakterii *Bacillus spp.* Preparat dodawano do siana w ilości 0,1% za pomocą aplikatora „Gandy Jumbo”, który nabudowano na prasie zwijającej Sipma Z-279/1. Przed badaniami lucernę skoszono, następnie dwukrotnie przetrząsano i zgrabiono w wałki. Uformowane mechanicznie wałki poprawiano ręcznie tak, aby charakteryzowały się one równomiernym podłużnym i poprzecznym rozłożeniem masy. Lucernę w pokosach podsuszano do zawartości suchej masy  $m_s = 80\%$  zalecanej przez producenta preparatu dla siana zbieranego w postaci bel walcowych. Bieżącą zawartość suchej masy określano za pomocą metody z użyciem kuchenki mikrofalowej. Po uzyskaniu założonej zawartości suchej masy w sianie pobrano próbki do określenia zawartości suchej masy metodą suszarkowo – wagową. Dla założonej prędkości roboczej agregatu wynikającej z zaleceń agrotechnicznych i plonu ustalono wydajność aplikatora tak aby ilość dodawanego preparatu wynosiła 1 kg na tonę zbieranego siana. Wyloty przewodów rozpraszających aplikatora umieszczono w przedniej części komory prasowania [Dulcet i in. 2000, 2004].

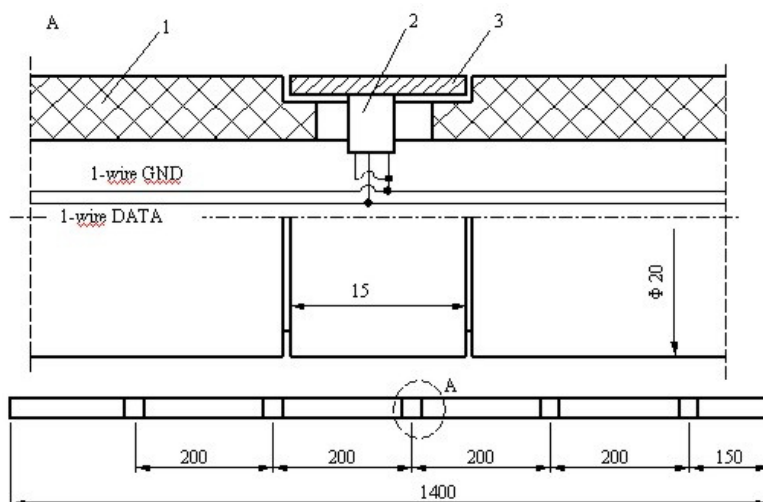
Po sprasowaniu bele siana przewieziono do miejsca składowania. Pomiaru temperatury siana wewnątrz beli dokonywano w 15 miejscach (rys. 1). Dla porównania mierzono również temperaturę otoczenia. Okres pomiędzy pomiarami wynosił 2,5 h.

Sondy pomiarowe (rys. 2) wyposażone były w cyfrowe czujniki DS18B20, dla których po kalibracji uzyskano dokładność pomiaru 0,1°C.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pomiaru temperatury w bali:  $x;y;z$  – sondy pomiarowe,  $D$  – średnica bali,  $L$  – wysokość bali

Fig. 1. Arrangement of temperature measurement points in a bale:  $x;y;z$  – measuring probes,  $D$  – bale diameter,  $L$  – bale height



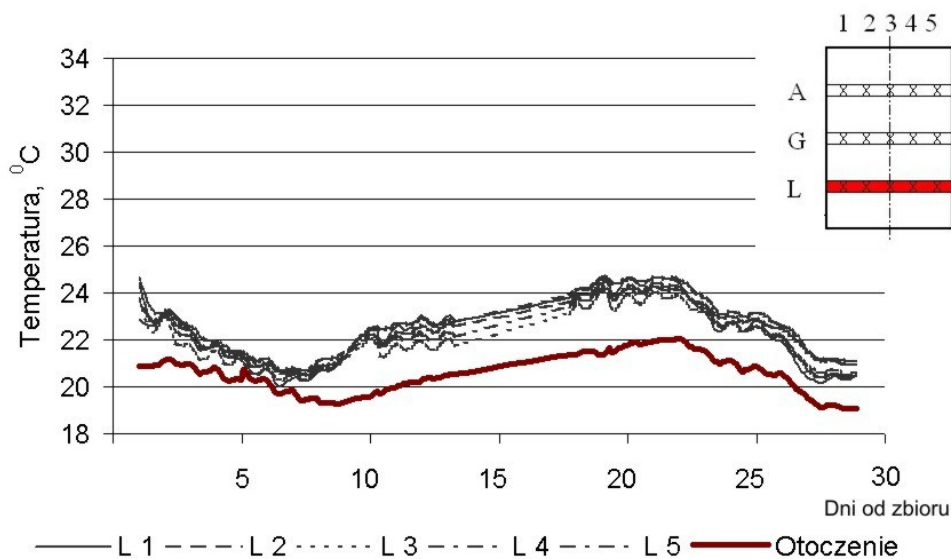
Rys. 2. Sonda pomiarowa: 1 – korpus sondy o niskim współczynniku przewodzenia ciepła, 2 – czujnik, 3 – płytkę metalową

Fig. 2. Measuring probe: 1 – probe body with low thermal conductivity, 2 – sensor, 3 – metal plate

### Analiza wyników badań

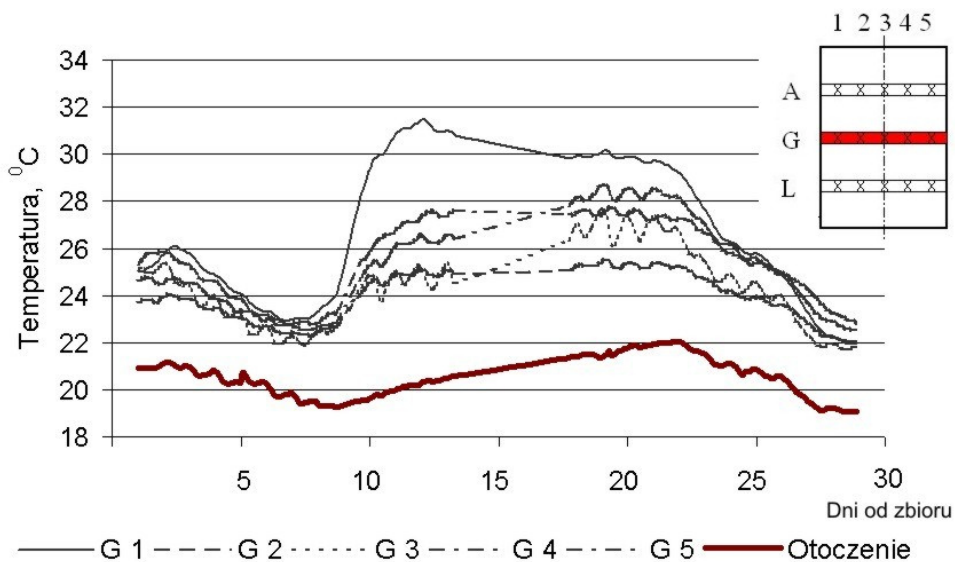
Przebiegi wartości temperatury dla beli nr 1 z dodatkiem preparatu Inoculant 1155 pokazano na rysunkach 3, 4, 5. Jak widać z rysunków wyraźny wzrost temperatury nastąpił pomiędzy 8 a 13 dniem od zbioru. Najwyższą temperaturę 31,4°C zanotowano w punkcie G1 w 13 dniu od zbioru. W stosunku do otoczenia temperatura w tym punkcie była wyższa o ok. 12°C. Najniższą temperaturę zanotowano w obrębie sondy L. W punkcie L1 maksymalna temperatura zanotowana 20 dnia po zbiorze wynosiła 24,6°C. Maksymalna różnica między tą temperaturą a temperaturą otoczenia nie przekraczała 4°C.

Na rysunku 6 przedstawiono izotermę w beli, które wskazują na istnienie przestrzeni o podwyższonej wilgotności. Wyraźny wzrost temperatury w przestrzeni wokół punktu H1 wystąpił już w 4 dniu po zbiorze (rys. 7). Wartość maksymalną 37,9°C w tym punkcie odnotowano dziesiątego dnia po zbiorze; od temperatury otoczenia była wyższa o 18,4°C.

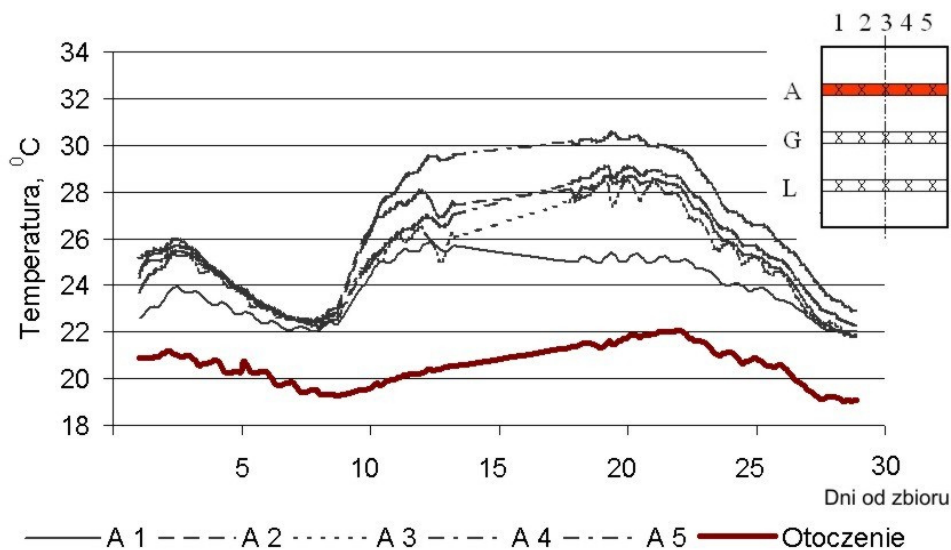


Rys. 3. Przebieg wartości temperatur w beli nr 1 dla sondy L

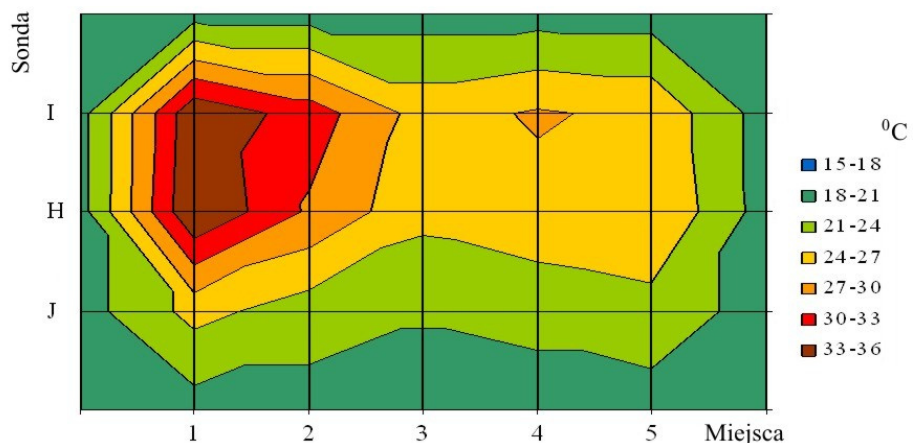
Fig. 3. Temperature characteristics in bale no. 1 for probe L



Rys. 4. Przebieg wartości temperatur w beli nr 1 dla sondy G  
 Fig. 4. Temperature characteristics in bale no. 1 for probe G

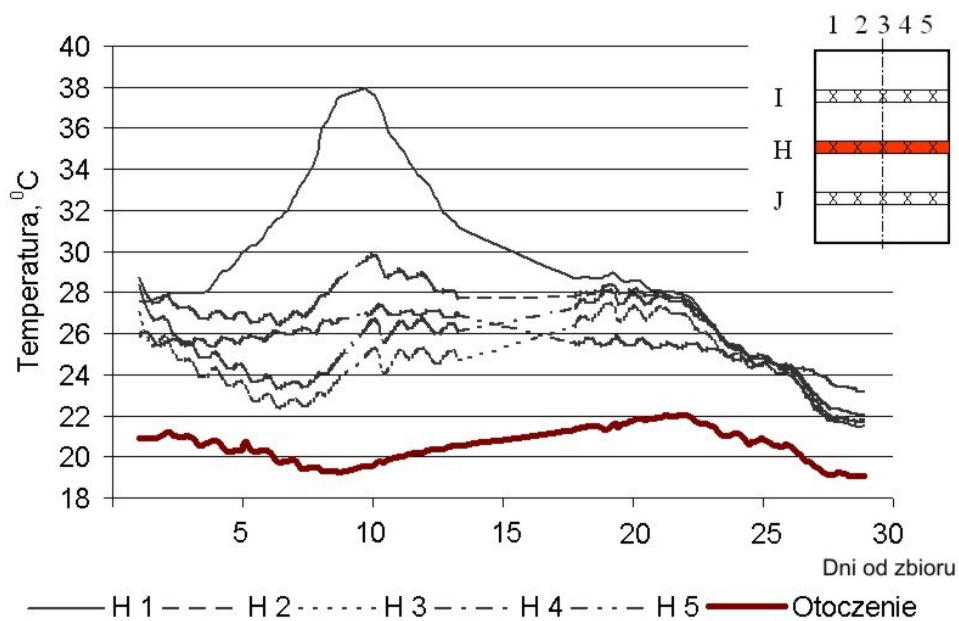


Rys. 5. Przebieg wartości temperatur w beli nr 1 dla sondy A  
 Fig. 5. Temperature characteristics in bale no. 1 for probe A



Rys. 6. Pola temperatur w beli nr 2. 10 dnia po zbiorze o godzinie 17 00

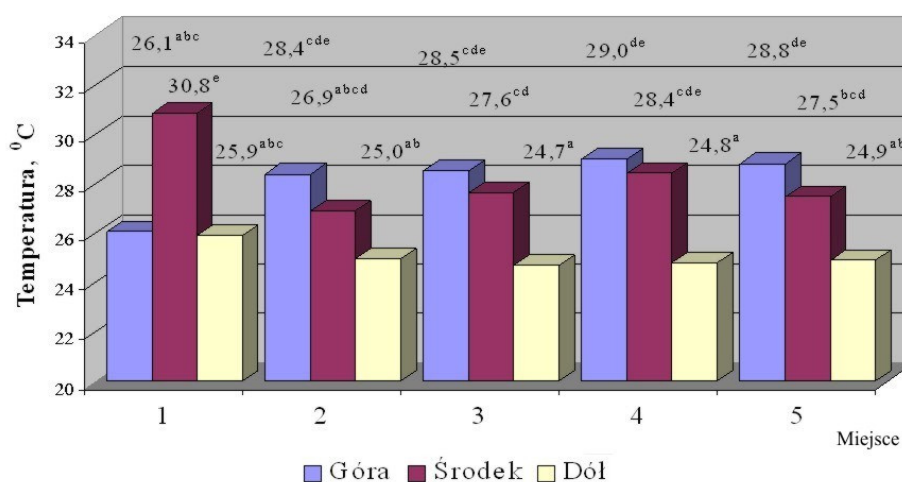
Fig. 6. Temperature fields in bale no. 2. On the 10-th day after crop, at 5 p.m.



Rys. 7. Przebieg wartości temperatur w beli 2 dla sondy H

Fig. 7. Temperature characteristics in bale no. 2 for probe H

Najwyższą średnią wartość mierzonych wartości temperatury (rys. 8) odnotowano w punkcie 1 w środkowej części bali (30,8°C), najniższą zaś w punkcie 3 w przestrzeni około sond umieszczonych najniżej. Dla sond umieszczonych najwyżej jak i w środku istotnie statystycznie różnice występowały dla punktu 1. W przypadku sond umieszczonych bliżej posadzki nie zanotowano różnic statystycznych.



Rys. 8. Średnie wartości maksymalnych temperatur

Fig. 8. Average values of maximum temperatures

## Podsumowanie

Z analizy wyników badań wynika, że wyraźny wzrost temperatury w balach wilgotnego siana zbieranego z dodatkiem preparatu mikrobiologicznego Inoculant 1155 wystąpił pomiędzy 8 a 13 dniem od zbioru. Najwyższą temperaturę 37,9°C zanotowano 13 dnia od zbioru. W stosunku do temperatury otoczenia była ona wyższa o 18,4°C. W żadnym z analizowanych przypadków nie stwierdzono wzrostu temperatury powyżej 49°C, którą przyjmuje się jako temperaturę krytyczną samozagrzewania się siana. Ustabilizowanie się wartości temperatur w balach siana na poziomie nie przekraczającym 23°C nastąpiło ok. 28 dni po zbiorze.

## Bibliografia

Dulcet E., Woropay M., Kaszkowiak J., Chruściel J. 2000. Quality assessment of baled hay with microbiological additive. The XIV Memorial CIGR World Congress, Tsukuba, Japan, 299.

Dulcet E., Mikołajczak J., Olszewski T. 2002. Technika zastosowania konserwantów przy zbiorze wilgotnego siana. Wyd. Uczelniane ATR w Bydgoszczy.

Dulcet E., Woropay M., Borowski S., Kaszkowiak J., Haczkiwicz T. 2004. Analysis of uniformity of the application of granulated additive to hay during harvesting with the baler. Proceedings of the 4<sup>th</sup> Asia-Pacific Conference on System Integrity and Maintenance. The Indian Institute of Technology, Kanpur, India, 233-239.

Küntzel U. 1991. Stabilisierung von feuchtem Heu durch Konservierungsmittel. Übersichten zur Tierernährung. 19, 87-132.

Meisser M. 2001. Konservierung von Feuchtheu. Agrar Forschung 8 (2), 87-92.

Olszewski 1994. Dobór i racjonalne wykorzystanie środków technicznych do produkcji zielonek na siano Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa.

Podkówka W. 1998. Kierunki w produkcji kiszzonek i siana w Europie. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 462, 25-39.

Roszkowski A. 1979. Mechanizacja zbioru i konserwacji pasz zielonych. PWRiL Warszawa.

Sęk T., Przybył J., Dach J. 2002. Zbiór i konserwacja zielonek. Wyd. Uczelniane AR w Poznaniu.

## **ANALYSIS OF TEMPERATURE CHANGES IN HAY BALES WITH MICROBIOLOGICAL PREPARATION (INOCULANT 1155) ADDED**

### **Summary**

The paper presents analysis of temperature distribution in wet hay bales when cropping with rolling press (hay baler), with microbiological preparation (Inoculant 1155) added. It has been proved that the additive helps to keep the temperature in bale of stored hay below critical value (49°C) - hay self-ignition temperature.

**Key words:** wet hay, preservative, rolling presses