

Sylwester BOROWSKI, Edmund DULCET

e-mail sylwa@utp.edu.pl

Zakład Techniki Rolniczej, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Aplikacja dodatków do pasz w aspekcie jakości uzyskanej żywności

Wstęp

Człowiek jest ostatnim ogniwem w łańcuchu pokarmowym. Jego pożywienie składa się z produktów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Wysoko przetworzona żywność wydaje się bezpieczna pod względem zanieczyszczeń biologicznych. Jednak w naszym pożywieniu mogą znajdować się mikotoksyny. Są to produkty pochodzące z metabolizmu grzybów. Ich występowanie w przyrodzie jest powszechne. Jednak po spożyciu skażonej żywności przez człowieka mogą one wywoływać zatrucia, a także potwierdzone jest ich działanie rakotwórcze.

Mikotoksyny

Powszechnie występujące w przyrodzie grzyby *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium* (pleśnie) w czasie swojego życia produkują metabolity zwane mikotoksynami. Mogą one powstawać w bardzo różnych warunkach, od rosnących roślin, po źle przechowywane pasze. Ich wysoka odporność na temperaturę uniemożliwia ich neutralizację w procesach przetworstwa pasz i żywności.

Mikotoksyny charakteryzują się ostrym działaniem toksycznym o właściwościach mutagennych, teratogennych i estrogennych [1]. Długotrwały kontakt ze skażoną żywnością może prowadzić do przewlekłych chorób, a nawet nowotworów wątroby i nerek.

W produktach pochodzenia roślinnego najczęściej występują aflatoksyny B1 i G1. W zależności od warunków pogodowych występują one już na polu, albo dochodzi do porażenia wtórnego przy zwiększonej wilgotności i temperaturze przechowywanej paszy. Duży problem stanowi przenikanie toksyn do mleka krów (alfatoksyna M1). Jak wskazują badania w Polsce toksynę tę wykrywa się w 23% badanych prób. Mikotoksyna ta wykrywana jest także w mleku kobiet karmiących. Także mięso zwierząt, które jadły porażone pasze jest skażone. Zebrana pasza narażona jest na atak grzybów pleśniowych. W zależności od występujących warunków, porażenie roślin przeznaczonych na paszę może wystąpić już na polu w trakcie wzrostu roślin. Kondycja grzybów i ich otoczenie decyduje o produkcji mikotoksyn, są one bowiem odpowiedzią na niesprzyjające warunki. Mikotoksyny zaobserwowano nie tylko na roślinach czy ich nasionach, ale także w kiszonkach i sianie, które w obecnych czasach stanowią podstawę żywienia bydła. Nie stwierdzono jednak korelacji pomiędzy ilością grzybów w kiszonkach, a ilością mikotoksyn. Jednak za bezpieczne uważa się kiszonki w których w jednym gramie liczba zarodników pleśni nie przekroczy $1 \cdot 10^4$, a komórek drożdży $1 \cdot 10^6$. W żywieniu krów głównym źródłem mikotoksyn jest zapleśniała pasza. Jest ona także mniej smaczna. Przekłada się to bezpośrednio na zdrowotność krów, zmniejszenie produkcji mleka spowodowane zmniejszonym pobieraniem pasz, oraz skażenie mleka. Szczególnie ważne jest zagrożenie dróg oddechowych zwierząt, ale także ludzi pracujących przy ich obsłudze [2].

Pewną obroną układu pokarmowego krów jest jego budowa. Znajdujące się w żwaczu drobnoustroje potrafią wchłoniąć część toksyn. W wyniku tego dalsze części układu są mniej obciążone. Jednak drobnoustroje nie są w stanie całkowicie zniwelować oddziaływanie niekorzystnych toksyn. Obumarłe drobnoustroje pozostają w organizmach zwierząt powodując ich wtórne zatrucie.

Bezpieczne pasze

Celem pracy jest próba odpowiedzi na pytanie, jakie działanie należy podjąć podczas zbioru roślin, aby uzyskać pasze wysokiej jakości. Tylko taka pasza gwarantuje ochronę zwierząt i ludzi przed szkodliwym działaniem mikotoksyn. Ratunkiem dla zwierząt i ludzi mających wcześniej styczność z mikotoksynami jest brak dostępu do ich źródła.

Grzyby powstają w miejscach o zwiększonej wilgotności i temperaturze. Ich kolonie występują ogniskowo. Z tego właśnie powodu bardzo ważnym zagadnieniem jest równomierne rozproszczenie preparatów konserwujących w zbieranych paszach. Istnienie jakichkolwiek miejsc bez dostępu dodatków konserwujących może doprowadzić do powstania ognisk występowania szkodliwych bakterii powodujących wzrost temperatury i grzybów, które mogą skażić całą paszę.

Warunkiem prawidłowej aplikacji preparatu konserwującego jest dostarczenie jego ściśle określonej ilości do zbieranej paszy w taki sposób, by uzyskać jego równomierne wymieszanie. W wyniku nierównomiernego rozproszczenia preparatu w zbieranym wilgotnym sianie, może dochodzić do pogorszenia jakości siana, a pasza pochodząca z miejsc o zwiększonym stężeniu preparatu konserwującego może działać niekorzystnie na zdrowie zwierząt [3]. W trakcie dodawania preparatu konserwującego podczas zbioru zawsze występują jego straty. Oprócz możliwego toksycznego wpływu na środowisko, straty wpływają także na zwiększenie kosztów konserwacji. Stosowanie chemicznych preparatów konserwujących może niekorzystnie wpływać na odrost roślin, co w efekcie może spowodować spadek plonu [4, 5].

W *Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym* w Bydgoszczy prowadzono badania nad jakością procesu mieszania ciekłego konserwantu w czasie zbioru zielonek za pomocą siewczarni. W wyniku prowadzonych badań stwierdzono, że należy uzupełnić ilość preparatu konserwującego podczas zbioru zielonek siewczarniami zbierającymi o wielkość jego strat [4, 5].

W analizowanych badaniach pojawiał się problem oceny równomierności wymieszania preparatu ze zbieranym materiałem. Ocenę przeprowadzano na podstawie analizy pobieranych próbek poprzez:

- pomiary pH lub ilościowe oznaczanie preparatu zastosowanego w badaniach,
- analizę jakości próbek.

Innymi metodami służącymi do oceny równomierności wymieszania preparatu ze zbieranym materiałem są analiza fluorescencyjna oraz napromieniowywanie za pomocą izotopów. Metody te są jednak stosunkowo trudne do stosowania, a pasza pozostająca po tak prowadzonych badaniach może nie nadawać się do skarmiania [6].

Istotnym problemem występującym przy dodawaniu preparatów konserwujących jest ich przemieszczanie się w czasie składowania siana. Dotyczy to szczególnie preparatów zawierających żywe bakterie. Pomimo stosowania w takich preparatach organizmów, mających zdolność do namnażania się i penetracji złoża, wskazane jest przeprowadzanie aplikacji preparatu w sposób zapewniający jego prawidłowe wymieszanie ze zbieranym sianem, aby stworzyć warunki do szybkiego wzrostu mikroorganizmów w całej objętości zbieranego materiału roślinnego [5].

Analiza nierównomierności rozmieszczenia preparatu w belach wilgotnego siana

W przeprowadzonym eksperymencie którego metodykę opisano w pracy [6], określono równomierność rozmieszczenia preparatu konserwującego w belach zbieranego siana. Podczas badań prowadzono:

- analizę rozmieszczenia znacznikowanych (n-heksan) granul preparatu konserwującego *Inoculant 1155* w próbkach siana pobranego z bel natychmiast po zbiorze;
- ocenę ilościową bakterii *Bacillus pumilus* w próbkach siana pobranych z bel 15 dni po zbiorze.

Równomierność rozmieszczenia preparatu w sianie charakteryzowano za pomocą wskaźnika nierównomierności wymieszania (współczynnik zmienności):

$$K = \frac{\varphi}{x_{sr}} \cdot 100\% \quad (1)$$

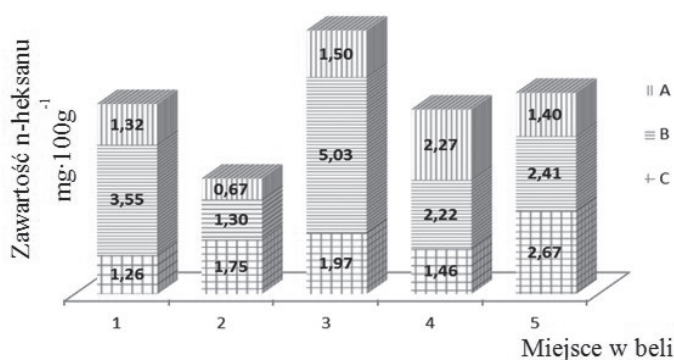
gdzie:

K – wskaźnik nierównomierności wymieszania (współczynnik zmienności), %

φ – odchylenie standardowe,

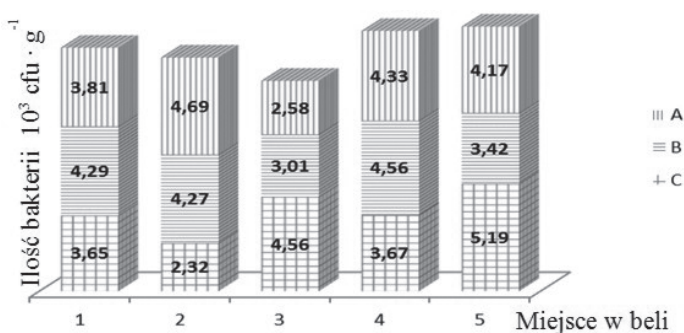
x_{sr} – średnia arytmetyczna zawartość.

Uzyskane ilości znacznikowanego preparatu w próbkach siana przedstawiono w formie wykresu na rys. 1. Wyniki badań poddano analizie wariancji. Obliczenia przeprowadzono korzystając z programu komputerowego ANAWAR 1.0. Istotność różnic pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi sprawdzano testem rozstępu *Tukeya*. Analizowana ilość preparatu w płaszczyznach ABC nie różniła się od siebie statystycznie. Obliczona najniższa istotna różnica poziomo istotności $p \leq 0,05$ wynosiła $NIR_{0,05} = 0,75$. Analizowana ilość preparatu w płaszczyznach 123456 także nie wykazała różnic statystycznych ($NIR_{0,05} = 1,14$) Obliczony wskaźnik nierównomierności (współczynnik zmienności) rozmieszczenia n-heksanu wynosił $K_1 = 61,1\%$.



Rys. 1. Histogram zawartości n-heksanu w próbkach siana (wartość średnia)

Wyniki analizy ilości kolonii bakterii (*CFU – Colony Forming Unit*) w próbkach siana przedstawiono w formie wykresu na rys. 2. Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała różnic między płaszczyznami ABC ($NIR_{0,05} = 2,81 \cdot 10^3$), a także między płaszczyznami 123456 ($NIR_{0,05} = 3,17 \cdot 10^3$). Obliczony wskaźnik nierównomierności (współczynnik zmienności) rozmieszczenia bakterii wynosił $K_2 = 50,7\%$.



Rys. 2. Histogram ilości bakterii (CFU) w próbkach siana (wartość średnia)

Analiza jakości uzyskanego siana

W tabeli 1 przedstawiono średnie wyniki oceny organoleptycznej siana za pomocą klucza *DLG*. Próby pobierano z 5 miejsc. Próbkę pobrano z 5 bel. Metodologia opracowana przez *Niemieckie Towarzystwo Rolnicze DLG* opiera się na przyznawaniu punktów według opracowanego klucza.

Uzyskane wyniki oceny organoleptycznej wskazują, że otrzymana pasza pod względem energetycznym znajdowała się w klasie „niska”. Jednak badane siano nie uzyskało punktów karnych w ocenie na podstawie barwy i zapachu. Świadczy to o braku oddziaływania pleśni i wysokiej temperatury.

Tab. 1. Ocena jakości siana na podstawie klucza *DLG*

Miejsce w beli	Koncentracja energii w paszy zielonej NEL	Punkty „karne”			Obniżenie jakości		Szacowana wartość energii w sianie NEL	Klasa	
		Ocena na podstawie barwy	Ocena przy uwzględnieniu zapachu	Ocena na podstawie struktury	Suma punktów	Zmniejszenie wartości w stosunku do paszy zielonej NEL			Dodatkowe obniżenie jakości ze względu na zanieczyszczenia NEL
-	MJ·kg ⁻¹ s.m.	-	-	-	-	MJ·kg ⁻¹ s.m.	MJ·kg ⁻¹ s.m.	MJ·kg ⁻¹ s.m.	-
1	5,5	0	0	3,4	3,4	0,64	0,2	4,66	niska
2	5,5	0	0	4,2	4,2	0,74	0,2	4,56	niska
3	5,5	0	0	4,6	4,6	0,78	0,2	4,52	niska
4	5,5	0	0	4,4	4,4	0,76	0,2	4,52	niska
5	5,5	0	0	5,2	5,2	0,72	0,2	4,58	niska

Wnioski

Największą ilość preparatu granulowanego *Inoculant 1155* (liofilizatu bakterii) stwierdzono w środkowej części beli. Zaobserwowano także wpływ miejscowego zagęszczenia beli na zawartość liofilizatu. Tylko prawidłowe i staranne formowanie beli z szerokich i wyrównanych wałów może zapewnić dostateczną równomierność rozmieszczenia preparatu. Na trudności związane z zastosowaniem aplikatorów do preparatów stałych zwrócili już uwagę w swojej pracy *Colzani i Santorio* [8]. Uznali oni, że lepsze efekty daje stosowanie preparatów w formie płynnej.

Namnażające się bakterie *Bacillus Spp.* są w stanie penetrować belę siana występując w większej ilości w miejscach o zwiększonej wilgotności. Ich zachowanie pozwala na minimalizację błędów technologicznych popełnionych przy aplikacji preparatu wpływających na równomierność jego rozmieszczenia w beli.

Stwierdzono poprawę wskaźnika nierównomierności ($K_1 = 61,1\%$ dla n-heksanu oraz $K_2 = 50,7\%$ dla bakterii) w trakcie przechowywania siana (15 dni po zbiorze).

Przeprowadzona analiza organoleptyczna nie wykazała w żadnej z próbek oznak występowania wysokiej temperatury lub pleśni, co świadczy o prawidłowym działaniu preparatu w całej objętości beli.

Stosowanie dodatku konserwującego *Inoculant 1155* zabezpieczyło zebraną wilgotną paszę przed zepsuciem się. Zabezpieczenie żywności w całym łańcuchu pokarmowym w trakcie jej produkcji przed namnażaniem się grzybów jest jedynym skutecznym sposobem na jej zabezpieczenie przed skażeniem mikotoksynami.

LITERATURA

- [1] *W. T. Shier*: Rev Med Vet. 149:599 (1998).
- [2] *J. I. Pitt, A. D. Hocking*: Fungi and Food Spoilage. Springer, New York 2009.
- [3] *C. A. Rotz, D. J. Sprott, R. J. Davis, J.W. Thomas*: Transactions of the ASAE 2 (2), 64 (1986).
- [4] *J. Kaszkowiak*: Zanieczyszczenie środowiska preparatami chemicznymi podczas zbioru zielonek na kiszonki prasą zwijającą. II Forum Młodych – Problemy Naukowe w Budowie i Eksploatacji Maszyn. Bydgoszcz – Borówno, 141, 2000.
- [5] *E. Dulcet, M. Woropay*: Applied Engineering in Agriculture. 16 (6), 653 (2000).
- [6] *S. Borowski*: Technika Rolnicza Ogrodnicza i Leśna, nr 3, (2009).
- [7] *H. Koch, M. Spiels*: Deutsche Pflanzenschutz 37, 187 (1985).
- [8] *G. Colzani, G. Santorio*: Contributo alla realizzazione di un dosatore di prodotti chimici integrativi e conservativi per falcia – trincia – caricatrici. Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola, Roma, 1-41, 1981.