

SPRAWOZDANIE

*z przeprowadzonych w 2019 r. badań podstawowych
na rzecz rolnictwa ekologicznego, pt.:*

**„Badania nad optymalizacją i rozwojem innowacyjnych rozwiązań
przetwórstwa ekologicznego w zakresie metod, sposobów i
rozwiązań obniżania poziomu substancji niedopuszczonych do
stosowania w rolnictwie ekologicznym lub GMO, mogących
powstawać w czasie przygotowania lub przechowywania
żywności i pasz”**

Realizowanych przez:

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

w związku z decyzją Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr PJ.re.027.4.2019 z dnia 26.04.2019 r., wydaną na podstawie § 8 ust. 1 pkt 1, ust. 2 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. z 2015r., poz.1170 i z 2016 r. poz. 1614).

Kierownik tematu: *dr hab. Kazimierz Obremski*

Główni wykonawcy:

- *dr hab. Kazimierz Obremski*

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

- *dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

- *dr Paweł Wojtacha*

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

OLSZTYN, 2019 r

Wprowadzenie

Postępujące na świecie uprzemysłowienie skutkuje wyjałowieniem gleby, skażeniem wód oraz występowaniem w produktach rolnych niepożądanych związków ksenobiotycznych. Intensywna produkcja rolna, która jest powodem ujemnych skutków dla całego środowiska, doprowadziła do powstania i rozwoju rolnictwa ekologicznego.

Przy żywieniu ekologicznym, podobnie jak i przy żywieniu konwencjonalnym zapotrzebowanie krów na składniki pokarmowe powinno być zgodne ze zmianami związanymi z cyklem produkcyjnym. Najważniejszymi paszami genetycznie modyfikowanymi, stosowanymi w żywieniu krów są śruta poekstrakcyjna sojowa oraz kukurydza. O ile jednak stosowanie kukurydzy genetycznie modyfikowanej nie dotyczy naszego kraju, o tyle niemal w każdym mlecznym gospodarstwie stosuje się śrutę sojową, która praktycznie w całości pochodzi z importu z Brazylii, Argentyny, czy USA, czy jest produktem odpadowym po przetwórstwie nasion soi genetycznie modyfikowanej.

Ogólne zasady dotyczące przetwarzania/produkcji pasz ekologicznych określono w art. 7 Rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007. Wytwarzanie takich pasz powinno się odbywać z ekologicznych materiałów paszowych, chyba, że dany materiał paszowy nie jest dostępny na rynku w postaci ekologicznej. Należy ograniczyć do minimum stosowanie dodatków paszowych oraz substancji pomocniczych w przetwórstwie. Nie można stosować do produkcji substancji i metod przetwarzania mogących wprowadzać w błąd w kwestii prawdziwej natury danego produktu. Produkcja paszy powinna być dokonywana najlepiej przy zastosowaniu właściwych metod biologicznych, mechanicznych i fizycznych. Nie można stosować do skarmiania zwierząt organizmów genetycznie zmodyfikowanych, jak i materiałów/substancji wyprodukowanych przez te organizmy.

Bezpieczeństwo produkcji pasz wolnych od modyfikacji genetycznej to bardzo wymagający proces. Wszystkie surowce użyte w procesie technologicznym, muszą być zweryfikowane pod kątem zanieczyszczeń modyfikacjami genetycznymi. Do możliwych dróg rozprzestrzeniania się transgenicznych roślin można zaliczyć rozpylenie przez wiatr, bakterie w glebie, insekty, ptaki czy też inne zwierzęta. Jednak te drogi są realne w przypadku współistnienia rolnictwa wolnego od GMO, z tym stosującym GMO. W przypadku, gdy nie uprawia się roślin GMO, wówczas silosy, transport, czy przemysł paszowy stanowią jedne z wielu miejsc, gdzie pasze wolne od GMO mogą zostać skażone.

Cały proces zakupu surowców i wytwarzania pasz powinien być objęty monitoringiem kontrolnym, a badania obecności modyfikacji wykonywane w akredytowanych laboratoriach. Zasady bezpieczeństwa obejmują również transport pasz z wytwórni do gospodarstwa, jak również badania materiałów paszowych do produkcji (możliwość narażenia) oraz kontrole dotyczące produktu finalnego w postaci gotowych pasz treściwych. Zapewnienie bezpieczeństwa produkcji pasz bez GMO, tzn. wolnych od modyfikacji genetycznej, wymaga szeregu przedsięwzięć. To nie tylko zakup surowców bez modyfikacji, ale również ich weryfikacja pod kątem zanieczyszczeń modyfikacjami genetycznymi. Gotowe pasze treściwe również są poddawane kontrolnym badaniom, dlatego hodowcy powinni w związku z tym świadomie wybierać pasze wolne od GMO.

Pojawia się jednak problem dotyczący dopuszczalnej zawartości GMO w paszach bez GMO. Wartość ta wynosi 0,9%, a próg został określony na podstawie Rozporządzenia

Komisji (WE) nr 1829/2003 z dnia 22 września 2003 r. w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności. Jeśli badamy tylko surowce, np. udział soi modyfikowanej w soi, kukurydzy modyfikowanej w kukurydzy, rzepaku modyfikowanego w rzepaku – to 0,9% jest udziałem tych zmodyfikowanych genów do całości genomu soi, kukurydzy czy rzepaku. To odpowiada także zawartości procentowej, w rozumieniu procentu masowego. Czyli na 1000 kg soi może być 9 kg jakiegoś modyfikowanego produktu. Jeżeli nie jest ta norma przekroczona, producent nie jest zobligowany do deklarowania zawartości produktu GMO na etykiecie. W przypadku, kiedy mamy do czynienia z mieszanką to już powstaje pewna komplikacja. Metody badawcze nie pozwalają na stwierdzenie ilościowej zawartości tego przekroczenia. W mieszance paszowej chodzi o to, aby 0,9% (ułamek masowy) nie zostało przekroczone. Metoda badania wykrywa ten zmodyfikowany komponent w odniesieniu do komponentu mieszanki, a nie do całości produktu. Metoda jest czuła i pozwala wykryć, że w 0,9% jest 50% modyfikowanego produktu.

Przed kilkoma laty pasze pełnoporcjowe i koncentraty białkowe w jakości ekologicznej produkowane były w Polsce, ale od momentu wystąpienia problemu z oceną stopnia ich zanieczyszczenia GMO, firmy paszowe zaprzęstały produkcji ekologicznych pasz. Od tamtej pory polscy producenci pasz importują certyfikowane pasze/koncentraty z Belgii, Holandii, Niemiec, co jednak nie oznacza dla nich końca kłopotów. Okazało się, że próbki pasz wykonanych w gospodarstwie, na bazie własnego ziarna zbóż z dodatkiem wspomnianych koncentratów, w myśl wyników analiz wykonanych w laboratoriach urzędowych, również wykazują obecność GMO, a co więcej wyniki analiz z poszczególnych laboratoriów różnią się nawet 10-krotnie. W związku z powyższym niezbędnym jest wskazanie potencjalnych źródeł skażenia/zanieczyszczenia ekologicznych pasz przez GMO oraz sposobów przeciwdziałania.

Jeszcze do niedawna głównym surowcem paszowym GMO była śruta sojowa wytworzona z transgenicznej soi. Od kilkunastu lat na rynku europejskim znajduje się nie tylko transgeniczna soja GMO (głównie w postaci śruty), ale również kukurydza, czy rzepak modyfikowane genetycznie. Zanieczyszczenie GMO stwierdzają m.in. zakłady tłuszczowe przerabiające rzepak. Unia Europejska (UE) ma jedne z najbardziej restrykcyjnych na całym świecie przepisy w odniesieniu do korzystania z organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO). Wynikają one z zachowania zasady przezroczności w większości krajów europejskich, w odniesieniu do spraw bezpieczeństwa żywności i pasz.

Metody stosowane w detekcji GMO

Aktualnie stosowane są różne metody detekcji GMO w żywności i paszach. W przypadku białek zasadniczą techniką stosowaną do ich identyfikacji jest test immunoenzymatyczny ELISA (ang. enzyme linked immunosorbent assay). Zmiany na poziomie sekwencji DNA monitorowane są poprzez reakcję łańcuchową polimerazy PCR (ang. polymerase chain reaction), powszechnie stosowaną technikę biologii molekularnej, pozwalającą na detekcję określonych fragmentów DNA wprowadzonych do genomu badanej rośliny. Spotykane są również połączenia obu metod, tzw. PCR-ELISA i należy je traktować bardziej jako komplementarne, niż wykluczające się analizy (Liu i wsp. 2004). Zestawy analityczne testów immunoenzymatycznych bazują na wykorzystaniu przeciwciał

selektywnych wobec określonego – w tym przypadku genetycznie zmodyfikowanego (GM) białka – i następującej po rozpoznaniu antygeny reakcji barwnej. Tego rodzaju oznaczenia są powszechnie stosowane i akceptowane w wielu rodzajach analiz dotyczących kontroli obecności witamin, antybiotyków, patogenów, czy też substancji specyficznych w produktach żywnościowych (Ibanez i Cifuentes 2001, Bonwick i Smith 2004). Ostatecznym potwierdzeniem obecności GMO jest reakcja barwna, której intensywność – w przypadku dysponowania standardami o znanej zawartości GMO – jest podstawą do ilościowego oznaczenia białka. Przykładowy limit detekcji białka sojowego CP4 EPSPS w przypadku nasion soi wynosi 0,25% (Kuiper 1999).

Konwencjonalny PCR jest techniką stosowaną do analizy jakościowej oraz półilościowej, wskazując głównie na obecność bądź nieobecność poszukiwanych sekwencji w próbce. Finalny etap identyfikacji produktów stanowi rozdział elektroforetyczny na żelu agarozowym z dodatkiem bromku etydyny. Równocześnie z produktami PCR rozdzielane są markery mas molekularnych w celu precyzyjnego określenia wielkości amplikonu (MacCormick i wsp. 1998). Zidentyfikowanie takiej sekwencji w finalnym produkcie PCR świadczy o zanieczyszczeniu GMO, ale nie jest to dowód ostateczny, bowiem nie daje odpowiedzi na temat charakteru wprowadzonej zmiany.

PCR w czasie rzeczywistym to alternatywna wersja PCR (ang. Real-Time PCR), która pozwala na ilościową analizę dzięki aparaturze monitorującej przyrost powielanej sekwencji w trakcie kolejnych cykli reakcji. Detekcja produktów amplifikacji może być realizowana przez zastosowanie barwników fluorescencyjnych interkalujących się w sekwencji DNA np. Sybr Green™ (Hernandez i wsp. 2003), sond hybrydacyjnych komplementarnych do powielanej matrycy DNA wywodzących się z technologii rezonansowego przeniesienia energii FRET (ang. Fluorescence Resonance Energy Transfer) (Garcia-Canas i wsp. 2004) i sond podlegających hydrolitycznej degradacji, np. TaqMan™, lub specyficznie oddziaływujących z amplikonem, np. startery Skorpion, czy systemu Molecular Beacons™ (Deisingh i Badrie 2005). RT-PCR przy wykorzystaniu certyfikowanych standardów GMO zyskał powszechną akceptację w skali światowej i jest w chwili obecnej uznawany za najdokładniejszą metodę analizy GM w żywności i paszach.

Jednak jak pokazuje praktyka kontrolna w zakresie obecności występowania białek roślin GMO, wyniki analiz próbek pasz z różnych laboratoriów często się różnią, wykazując bardzo duże rozbieżności. Fakt ten ma ogromne znaczenie praktyczne – na podstawie wyników tych analiz jednostki certyfikujące muszą zdecydować, czy dana partia paszy (a w konsekwencji produktów zwierzęcych) spełnia wymogi rolnictwa ekologicznego, czy też nie. W tym drugim przypadku należy wycofać daną partię produktów z rynku i wdrożyć postępowanie naprawcze, w tym ograniczyć certyfikat danemu producentowi rolnemu. Tak, więc obok samego faktu zanieczyszczenia pasz GMO, występuje problem wiarygodności (powtarzalności) wyników oznaczania GMO. Jest to tym ważniejsze, że w Rozporządzeniu Komisji WE nr 1829 z 22 września 2003 r., dopuszczono maksymalne zanieczyszczenie ekologicznych pasz surowcami GMO na poziomie do 0,9%. Przy rozbieżnych wynikach analiz z różnych laboratoriów, trudno będzie podjąć trafną decyzję o wycofaniu lub nie danej partii pasz z uwagi na jej zanieczyszczenia GMO.

W przypadku wykorzystywania tych samych linii technologicznych do produkcji pasz konwencjonalnych, a następnie w standardzie ekologicznym, może dojść do sytuacji, że

śladowe ilości danej paszy z zawartością GMO mogą pozostać w linii technologicznej i dostać się do paszy w standardzie ekologicznym. Taki proces jest określany, jako przenikanie się partii produkcyjnych, „efektem przenoszenia” lub „zanieczyszczeniem krzyżowym”. W związku z powyższym w mieszalni pasz, która decyduje się na wykorzystanie tej samej linii technologicznej do produkcji pasz konwencjonalnych i w standardzie ekologicznym, należy wdrożyć właściwe procedury jej czyszczenia.

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań była ocena skuteczności metod czyszczenia linii technologicznej do produkcji paszy w standardzie ekologicznym dla krów mlecznych z pozostałości wcześniej produkowanej paszy konwencjonalnej zawierającej modyfikowaną genetycznie soję.

Metodyka badań

Prace badawcze wykonano w mieszalni pasz Ośrodka Hodowli Zwierząt Zarodowych Spółka z o.o. w Chodczku. Obiektem badań była linia technologiczna o zasypie maksymalnym 1500 kg. Proces czyszczenia linii technologicznej wraz z oceną efektu przeniesienia dotyczył odcinka od kosza zasypowego do workownicy i od kosza zasypowego do zrzutu mieszanki paszowej na przyczepę/paszowóz.

Każda z szarż produkowanych mieszanek konwencjonalnych i ekologicznych wynosiła po 1000 kg, Próbkę do badań pobierano z ujścia z kosza zasypowego na przenośnik ślimakowy, z workownicy oraz z wylotu linii na przyczepę/paszowóz. Masa pobranych próbek mieszanek paszowych konwencjonalnych, ekologicznych i czyściw wynosiła po ok. 2 kg.

Etap I. Analiza procesu technologicznego i punktów krytycznych pod względem możliwości wystąpienia efektu przeniesienia białka modyfikowanej soi, pomiędzy produkowanymi mieszankami paszowymi.

Etap II. Produkcja paszy konwencjonalnej dla krów mlecznych z udziałem soi GMO, ok. 20 ton (Tab.1).

Etap III. Czyszczenie linii do produkcji paszy.

Etap IV. Produkcja paszy dla krów mlecznych w jakości EKO (NON-GMO), 1000 kg (Tab. 2).

Etap V. Analizy laboratoryjne.

W przebiegu doświadczeniu wykonano cztery niezależne eksperymenty z udziałem różnych objętości materiału oczyszczającego linię technologiczną do produkcji pasz:

Badanie wstępne

Czyszczenie linii technologicznej na odcinku kosz zasypowy – workownica i kosz zasypowy – wylot linii technologicznej na przyczepę/paszowóz z użyciem śruty pszennej grubo mielonej w ilości 500 kg/czyszczenie.

Eksperyment 1

Czyszczenie linii technologicznej na odcinku kosz zasypowy – workownica i kosz zasypowy – wylot linii technologicznej na przyczepę/paszowóz z użyciem śruty pszennej grubo mielonej w ilości 250 kg/czyszczenie.

Eksperyment 2

Czyszczenie linii technologicznej na odcinku kosz zasypowy – workownica i kosz zasypowy – wylot linii technologicznej na przyczepę/paszowóz z użyciem śruty pszennej grubo mielonej w ilości 500 kg/czyszczenie.

Eksperyment 3

Czyszczenie linii technologicznej na odcinku kosz zasypowy – workownica i kosz zasypowy – wylot linii technologicznej na przyczepę/paszowóz z użyciem śruty pszennej grubo mielonej w ilości 1000 kg/czyszczenie.

Tab. 1. Receptura paszy konwencjonalnej dla krów mlecznych z udziałem soi GMO

Skład mieszanki paszowej	Udział %
Śruta pszenżytnia	11,00
Śruta kukurydziana	40,00
Śruta sojowa	15,25
Śruta rzepakowa	30,00
Tlenek magnezu	0,45
Ecovit Optimum	1,70
Sól potasowa	0,90
Anion Boost	0,70

Tab. 2. Receptura paszy ekologicznej dla krów mlecznych

Skład mieszanki paszowej	Udział %
Mieszanka mineralna	4,00
Makuch sojowy EKO	20,00
Bobik EKO	12,00
Gryka EKO	20,00
Owies EKO	15,00
Kukurydza EKO	29,00

W celu oznaczenia zawartości materiału GMO w paszach wykorzystano testy ELISA firmy Romer Labs:

- I. Agra Quant RUR Soya Grain Plate – nr kat. 7100000, służy do oznaczenia białka CP4 EPSPS* pochodzenia bakteryjnego (*Agrobacterium tumefaciens*), którego gen został zastosowany do modyfikacji soi w celu uzyskania jej odporności na glifosat, tym samym na Roundup. Test jest przeznaczony do oznaczania odmian soi modyfikowanych przez gen CP4 EPSPS, a tym samym do oznaczania udziału soi GMO w produktach żywnościowych i paszach. Najlepiej nadaje się do oznaczania niemodyfikowanego termicznie białka CP4 EPSPS, produktów sojowych nie traktowanych wysoką temperaturą np. ekstruzja. Podczas oznaczania udziału GMO zastosowano standard: Soya full-fat flour(FFF) Standards (nr kat. 7100001).
- II. AgraQuant Toasted Meal Plate – nr kat. 7099999, jest testem ELISA opracowanym do detekcji białka CP4 EPSPS, produktu genu modyfikującego soję odporną na Roundup, pochodzącego z *Agrobacterium tumefaciens*. Jest przeznaczony do oznaczania białka i materiału GMO (zawierającego odpowiedni gen), w produktach traktowanych temperaturą w procesach technologicznych, także w izolatach białkowych. Jako standard zastosowano Soya Defatted Flour (DF) Standards (nr kat. 7100002).

* EPSPS - 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSP) synthase, 3-phosphoshikimate 1-carboxyvinyltransferase, syntaza 5-enolopirogroniano-szikimo-3-fosforanu

Wykorzystane do oznaczeń zestawy ELISA służą do oznaczania poziomu materiału GMO, którego zawartość przedstawiono w %. W testach standardami do krzywej kalibracyjnej była mąka sojowa o określonej zawartości materiału GMO:

- AgraQuant Toasted Meal Plate - GMOCheck Soya Standards 0%, 0,3%, 1,25% i 2,5% (soya defated flour)
- Agra Quant RUR Soya Grain Plate Standards 0%, 0,3%, 1,25% i 2,5%

Przygotowanie materiału do badań

Próbki surowców, pasz sypkich, pasz granulowanych oraz czyściw pobierano w ilości 1 – 2 kg z linii produkcyjnej do pasz (w przypadku surowców – przed linią produkcyjną) do sterylnych worków polietylenowych. Następnie mielono w młynku (Foss, Cemotec 1090) przez 5 minut. Czynność tą powtórzono 2 krotnie. Zmieloną próbkę przesiewano przez sito o ziarnistości 40 mesh oraz 100 mash i przenoszono do polipropylenowych naczyń zbiorczych.

Oznaczanie zawartości soi GMO (CP EPSPS) niezmodyfikowanej wykonano AgraQuant RUR Soya Grain Plate

W celu ekstrakcji materiału paszowego i pozostałych próbek naważano po 0,5g do sterylnych probówek typu falcon o objętości 15 ml (Eppendorf, Niemcy). Następnie dodawano 4,5 ml buforu do ekstrakcji (Extraction Buffer, ELISA). Próbę poddano mieszaniu za pomocą wortexu (IKA, Niemcy) przez 10 sekund. Próbki następnie wirowano przy prędkości 5000 rpm przez 15 min. (Eppendorf, Centrifuge 5804R). W analogiczny sposób traktowano również standardy do krzywej kalibracyjnej. Jako standard stosowano Soya full-fat standards nr kat. 7100001. Po wirowaniu próbek i standardów uzyskany supernatant został użyty do oznaczenia zawartości materiału GMO. Bezpośrednio na płytkę titracyjną nakładano próby i standardy rozcieńczone 1: 300 w buforze do rozcieńczeń dołączonym do zestawu.

Oznaczanie zawartości soi GMO (CP EPSPS) zmodyfikowanej termicznie AgraQuant Toasted Meal Plate

W celu ekstrakcji materiału paszowego i pozostałych próbek naważano po 1g do sterylnych probówek typu falcon o objętości 15 ml (Eppendorf, Niemcy). Następnie dodawano po 10 ml buforu do ekstrakcji (Extraction Buffer, ELISA). Mieszano za pomocą wortexu przez 1 minutę. Próbkę pozostawiono do rozdzielenia się nadsącza i osadu przez 5 minut. Jeśli w próbce nie wydzielął się nadsącz, próbę wirowano przez 5 minut przy prędkości 5000 rpm (Eppendorf, Centrifuge 5804R). Uzyskany nadsącz został użyty do oznaczeń. W analogiczny sposób potraktowano standardy do krzywej kalibracyjnej, którymi były wystandaryzowane próby soi traktowanej termicznie Soya Defitted Flour Standards. Bezpośrednio po ekstrakcji próbek i standardy poddawano pomiarowi testem ELISA.

Analiza statystyczna

Uzyskane w pomiarach wyniki zawartości materiału GMO zostały poddane analizie statystycznej, polegającej na wyliczeniu statystyk tabelarycznych: średniej, odchylenia standardowego oraz błędu standardowego. Następnie wykonano porównanie wartości średnich za pomocą testu Kruskala-Wallisa z post-testem Dunn'a. Wyniki analiz zaznaczono na wykresach słupkowych i zaznaczono istotności statystyczne.

Wyniki i omówienie

Obfitość produktów pochodzenia zwierzęcego, w tym mleka, sprawia, że konsumenci coraz większą uwagę przywiązują do walorów smakowych i cech prozdrowotnych tych produktów oraz warunków ich powstawania. Oczekiwania konsumentów spełnia zdecydowanie rolnictwo ekologiczne określające ściśle metody prowadzenia produkcji zarówno roślinnej jak i zwierzęcej. W związku z tym uzasadnione są badania nad sposobami i rozwiązaniami obniżania poziomu substancji niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie

ekologicznym w tym przypadku materiału GMO, który może trafiać w czasie produkcji paszy o standardzie ekologicznym, gdy wykorzystuje się linię technologiczną do wytwarzania pasz konwencjonalnych z dopuszczonym do udziału surowcem modyfikowanym genetycznie.

W przemysłowych zakładach paszowych produkcja różnego typu mieszanek paszowych odbywa się z reguły na jednej linii technologicznej. Z tego powodu, część wytworzonej mieszanki, która może zalegać w drogach technologicznych dostaje się do następnej produkowanej partii o odmiennym składzie recepturowym i przeznaczeniu, co określa się mianem efektu przeniesienia. W przypadku łączenia w tym samym przedsiębiorstwie paszowym wytwarzania pasz konwencjonalnych i w standardzie ekologicznym istnieje realne zagrożenie, że śladowe ilości danej paszy z zawartością GMO mogą pozostać w linii technologicznej i trafić podczas mieszania do paszy o standardzie ekologicznym, co określono wcześniej przenikaniem się partii produkcyjnych, czyli „efektem przenoszenia” lub „zanieczyszczeniem krzyżowym”. Należy stwierdzić, że w wielu przypadkach jednym z głównych powodów zanieczyszczeń krzyżowych są właściwości fizyczne materiałów paszowych, premiksów i innych substancji, które przyczyniają się do niekontrolowanego ich pozostawiania w linii technologicznej. Do najistotniejszych możemy zaliczyć właściwości adhezyjne do ścian linii technologicznej, wielkość cząstek i gęstość, zarówno nośnika, jak i substancji czynnej oraz właściwości elektrostatyczne. Zróżnicowanie składu granulometrycznego surowców, gęstości, itp. powoduje powstawanie procesów segregacyjnych na każdym etapie produkcji. Niektóre z rodzajów segregacji stwarzają duże zagrożenie dla bezpieczeństwa produkcji mieszanek paszowych. Ich negatywne oddziaływanie można zmniejszyć m.in. przez odpowiednio prowadzony proces rozdrabniania surowców mający na celu redukcję frakcji pylistej mieszanki. Zwiększenie jednorodności wymiarowej cząstek mieszanek skutkuje zmniejszeniem segregacji cząstek mieszaniny w czasie przemieszczania jej w drogach technologicznych, sprzyja dokładniejszemu dozowaniu, umożliwia właściwe wymieszanie, zapobiega zawieszaniu się materiału w komorach silosów lub dozownikowych i tym samym redukuje efekt przeniesienia pomiędzy mieszankami. Zanieczyszczenia krzyżowe mogą być w dużym stopniu zminimalizowane przez specyficzne następstwo produkcji i czyszczenie dróg technologicznych za pomocą przemieszczania przez nie tzw. „mieszanki czyszczącej” (otrąb pszennych, śrut zbożowych, itp.) lub nawet ręczne usuwanie pozostałości mieszanek z niektórych dostępnych fragmentów linii.

Wykorzystana do produkcji paszy konwencjonalnej soja GMO, zawierała gen oporności na glifosat (kodujący białko CP4 EPSPS), dając tym samym możliwość stosowania tego herbicydu w uprawie soi. Gen oporności koduje enzym syntazę 5-enolopirogronianoszykimowo-3-fosforanową, niezbędną do syntezy aminokwasów aromatycznych i jest on pochodzenia bakteryjnego. Białko będące produktem genów bakteryjnych wprowadzonych do soi jest możliwe do oznaczenia za pomocą metody immunoenzymatycznej ELISA z dużą precyzją, zarówno ilościowo jak i jakościowo. Jednocześnie poziom stężenia tych białek jest proporcjonalny do zawartości materiału GMO, oznaczanego w paszach.

Testy skuteczności czyszczenia linii technologicznej do produkcji pasz w standardzie ekologicznym wykonano w Ośrodku Hodowli Zwierząt Zarodowych Spółka z o.o. w Chodczku. Spółka dysponuje własną wytwórnią pasz, na której produkuje się pełnoporcjowe mieszanki paszowe dla świń i krów mlecznych utrzymywanych w gospodarstwie. Należy nadmienić, że linia technologiczna jest dosyć starą instalacją, ponieważ pochodzi z 1974r. Z

uwagi na długi czas eksploatacji linia technologiczna, wykazuje objawy zużycia np. łopatki przenośnika ślimakowego są na tyle zużyte, że nie przesuwają w całości surowców, czego konsekwencją jest pozostawanie na linii części materiałów paszowych, czy pofałdowana ściana kosza zasypowego, gdzie mogą przywierać frakcje drobnocząsteczkowe. W kompleksie obiektów mieszalni występują: bateria zbiorników zbożowych z czyszczeniem zboża, punkt przyjęcia zboża z czyszczeniem zboża, śrutownia zboża z silosami, mieszalnia pasz z silosami paszowymi, brykociarnia z silosami pasz granulowanych. Na dzień dzisiejszy w obiekcie produkowana jest wyłącznie syпка pełnoporcjowa mieszanka paszowa dla krów mlecznych bydła i świń, w której składzie jest soja modyfikowana genetycznie.

W ramach przeprowadzonych w 2019 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego, pt.: „Badania nad optymalizacją i rozwojem innowacyjnych rozwiązań przetwórstwa ekologicznego w zakresie metod, sposobów i rozwiązań obniżania poziomu substancji niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym lub GMO, mogących powstawać w czasie przygotowania lub przechowywania” dokonana doświadczalnej weryfikacji skuteczności procedur czyszczenia wyżej opisanej linii technologicznej po cyklu produkcji paszy konwencjonalnej z udziałem soi GMO (skład paszy Tab. 1) z następującą po tym produkcją paszy w standardzie ekologicznym (skład paszy Tab. 2). Jako mieszanki zbierającej użyto śruty pszenicznej grubo mielonej w ilości 250 kg, 500 kg oraz 1000 kg. O wyborze gruboziarnistej śruty z pszenicy zdecydowały jej duża powierzchnia właściwa, koherentność (spójność), brak właściwości przylegania elektrostatycznego do ścian oraz aspekt praktyczny tzn. możliwość dalszego wykorzystania po czyszczeniu, jako surowca do produkcji paszy konwencjonalnej.

W każdym z trzech przeprowadzonych wg metodyki eksperymentów ocenie czyszczenia poddano następujące odcinki linii technologicznej:

1. czyszczenie na odcinku od kosza zasypowego do workownicy,
2. czyszczenie od kosza zasypowego do zsypu paszy na przyczepę/paszowóz.

Interpretacja opisów na wykresach:

- Soja GMO – oznacza próbki surowca soi GMO pobrane z magazynu (n=8).
- Pasza konwencjonalna – oznacza próbki paszy konwencjonalnej pobrane bezpośrednio po produkcji z linii technologicznej z workownicy (n=8).
- Czyściwo po czyszczeniu ze ślimaka – oznacza próbki czyściwa pobrane bezpośrednio po wyjściu z kosza zasypowego na przenośnik ślimakowy (n=8).
- Czyściwo po czyszczeniu z workownicy I – oznacza próbki czyściwa pobrane z workownicy na etapie pierwszych partii gotowych do workowania (n=8).
- Czyściwo po czyszczeniu z workownicy II – oznacza próbki czyściwa pobrane z workownicy na etapie końcowych partii gotowych do workowania (n=8).
- Czyściwo z podajnika na przyczepę – oznacza próbki czyściwa pobrane z wylotu podajnika na przyczepę/paszowóz (n=8).

- Pasza EKO I – oznacza próbki paszy o standardzie ekologicznym pobrane bezpośrednio po produkcji z linii technologicznej z workownicy (n=8).
- Pasza EKO II – oznacza próbki paszy o standardzie ekologicznym pobrane bezpośrednio po produkcji z linii technologicznej z podajnika na przyczepę/paszowóz (n=8).

We wszystkich pobranych próbkach paszy konwencjonalnej, czyściwach i paszy ekologicznej wykonano pomiar zawartości materiału GMO testami ELISA: AgraQuant RUR Soya Grain Plate i AgraQuant Toasted Meal Plate. Oba testy mierzą zawartość białka CP4 EPSPS zawartego w soi GMO Rundap Ready. Pierwszy zestaw ELISA służy do oznaczania wymienionego białka w materiałach niezmienionych przez procesy technologiczne np. pełnotłuszczowa mąka sojowa. Drugi zestaw wyprodukowany został z przeciwciał, które rozpoznają białko CP4 EPSPS w materiale poddanym obróbce technologicznej powiązanej z wysoką temperaturę (ekstruzja).

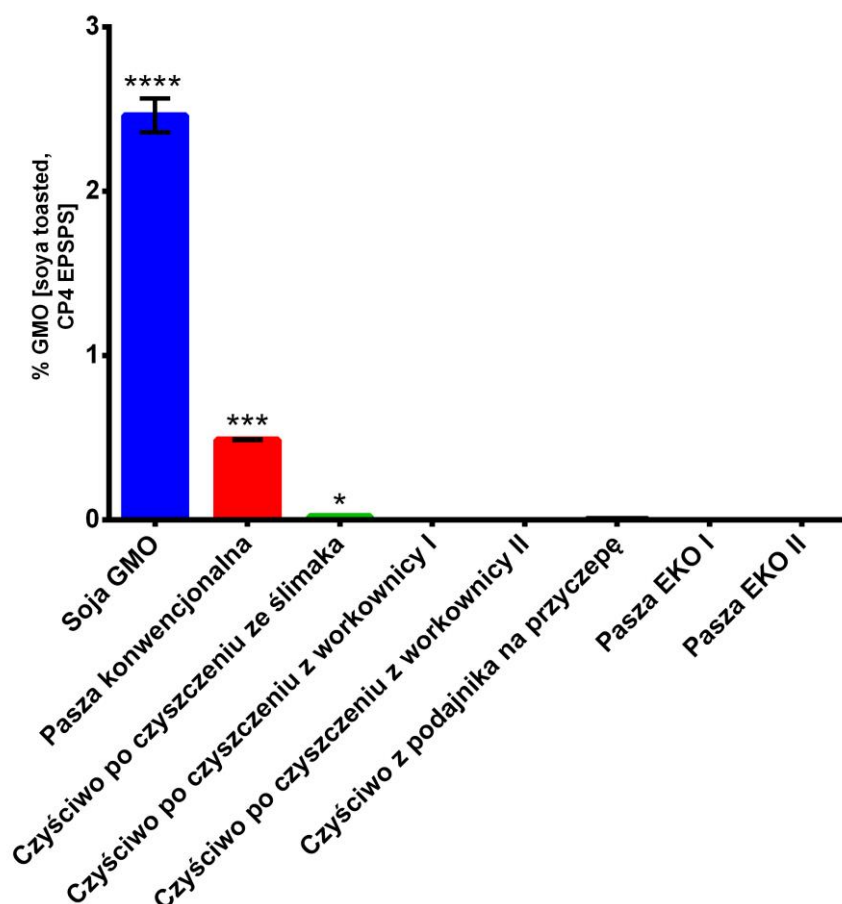
Uzyskane wyniki zawartości materiału GMO w próbach czyściw i pasz zamieszczono na rycinach 1 - 5 i w tabelach 3 - 13. Podczas eksperymentu produkowano paszę konwencjonalną dla krów mlecznych rasy polskiej holsztyńsko fryzyjskiej o wydajności średniej 1100 kg mleka za laktację zawierającą soję GMO (Tab. 1) oraz po etapie czyszczenia linii technologicznej paszę w standardzie ekologicznym dla krów mlecznych o wydajności 7500 kg mleka za laktację (Tab. 2).

Jak wynika z analizy wyników zaproponowane procedury czyszczenia linii technologicznej okazały się skuteczne, ponieważ nie stwierdzono w żadnym z przypadków, zarówno po zastosowaniu 250 kg, 500 kg, jak i 1000 kg materiału czyszczącego linię technologicznej materiału soi GMO w wyprodukowanej paszy EKO. Zawartość materiału GMO w surowcu soi użytym do produkcji paszy konwencjonalnej wykonanym testem AgraQuant Toasted Meal Plate wyniósł 2,463 %, co przełożyło się na ilość 0,489 % soi GMO w paszy konwencjonalnej. W badaniu wstępnym po użyciu 500 kg czyściwa, obserwowano w czyściwie ze ślimaka 0,020 %, w czyściwie z workownicy I 0,130 % w czyściwie z workownicy II 0,270 % i w czyściwie z podajnika na przyczepę/paszowóz 0,00 % zawartości materiału soi GMO (Ryc. 1 i Tab. 3). W eksperymencie 2 po zastosowania 250 kg czyściwa, oznaczono w partii pozyskanej ze ślimaka 0,022 %, w czyściwie z workownicy I 0,069 %, w czyściwie z workownicy II 0,069 % i w czyściwie z podajnika na przyczepę/paszowóz 0,221 % zawartości materiału soi GMO (Ryc. 2 i Tab. 4). Po zastosowania w eksperymencie 3 masy 500 kg czyściwa, obserwowano w partii czyściwa pobranej ze ślimaka 0,020 %, w czyściwie z workownicy I 0,130 %, w czyściwie z workownicy II 0,270 % i w czyściwie z podajnika na przyczepę/paszowóz 0,000 % zawartości materiału soi GMO (Ryc. 3 i Tab. 5). W eksperymencie 3 po użyciu 1000 kg czyściwa, obserwowano w czyściwie ze ślimaka 0,022 %, w czyściwie z workownicy I 0,000 % w czyściwie z workownicy II 0,000 % i w czyściwie z podajnika na przyczepę/paszowóz 0,000 % zawartości materiału soi GMO (Rys. 4 i Tab. 6). Przeprowadzone badania stanowią potencjalne wskazówkę, jakie czyszczenie zastosować, aby usunąć pozostałości pasz konwencjonalnych z linii technologicznej. W paszy EKO nie można stwierdzać jakiegokolwiek zawartości materiału GMO. Tym samym należy wyeliminować każde prawdopodobieństwo stwierdzenia w gotowym produkcie niedozwolonych dodatków. Z tego względu, jak wynika z przeprowadzonych testów, najlepiej

zastosować 500 kg śruty pszennej grubo mielonej w celu pełnego wyczyszczenia linii technologicznej i produkcji paszy o standardzie ekologicznym.

Inną istotną informacją, wynikającą z wykonanych badań jest ustalenie narzędzia do oznaczenia materiału. Zestaw ELISA AgraQuant Toasted Meal Plate dał wyniki, które były jednoznacznie bardziej użyteczne niż AgraQuant RUR Soya Grain Plate. Pierwszy test, jak wspomniano, jest przeznaczony do analizy materiału poddanego procesom termicznym, kiedy białko CP4 EPSPS jest zdenaturowane i ma zmienioną strukturę molekularną (np. zagregowane cząsteczki białek lub rozpad termiczny białek). Soja, którą użyto do produkcji pasz była odtłuszczana oraz ekstrudowana. Proces ekstruzji powoduje denaturację termiczną białek w tym, co bardzo ważne także zmniejszenie niekorzystnych właściwości związanych z inhibitorami proteaz (substancje antyżywniowe). Toteż zastosowanie testu ELISA AgraQuant RUR Soya Grain Plate nie daje rozstrzygających wyników, ponieważ analizy wykonane w ramach projektu nie wykazały obecności białek natywnych (niezdenaturowanych). Jednakże użycie testu do oznaczania materiału GMO głównie w produktach wyprodukowanych z materiału nie traktowanego wysoką temperaturą, o wysokiej zawartości natywnego białka CP4 EPSPS może być przydatne do oceny występowania białka soi GMO o niezmienionej strukturze molekularnej lub podejrzanego o niewłaściwą obróbkę termiczną.

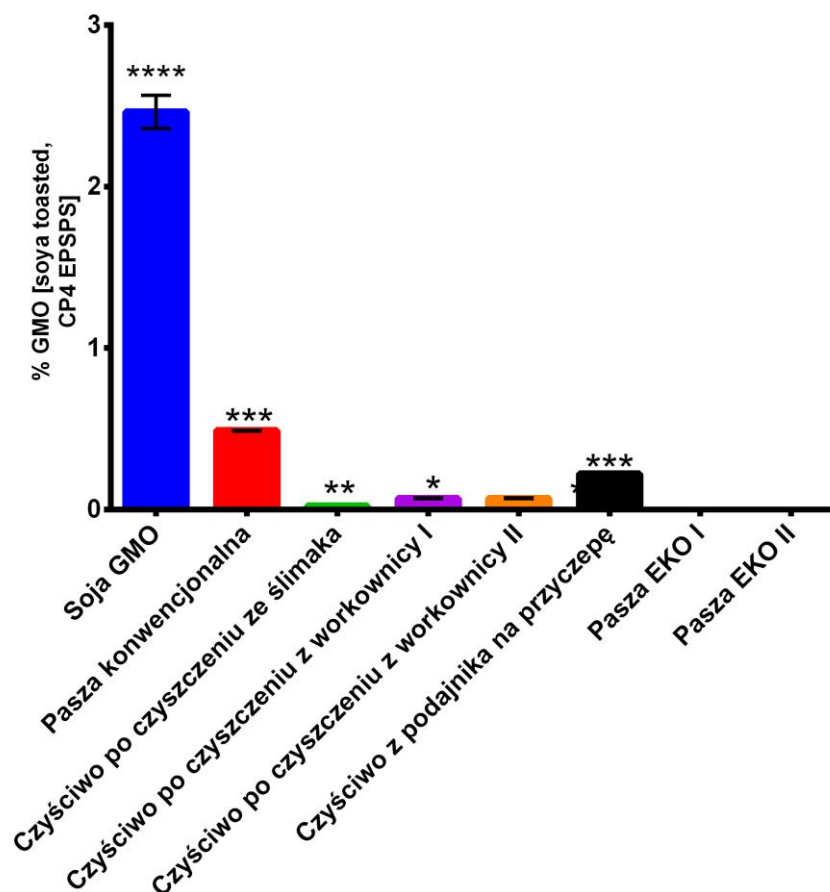
Jak wspomniano powyżej obiekty mieszalni pasz wraz z wyposażeniem pochodzą z 1974 r. Wykonana w I etapie doświadczenia analiza procesu technologicznego i możliwości wystąpienia efektu przeniesienia białka modyfikowanej soi, pomiędzy produkowanymi mieszankami paszowymi wykazała miejsca, gdzie istnieje ryzyko zanieczyszczenia materiałem GMO surowców i paszy EKO. Do tych miejsc można zaliczyć gromadzenie w pomieszczeniu linii technologicznej na pryzmach ekstrudowanej śruty sojowej GMO, niezabezpieczona, umieszczona w posadzce krata zsypu dodatków paszowych, wykorzystywanie tej samej łyżki ładowarki do kosza zasypowego, czy nie odpowiednie osłony przenośnika ślimakowego.



Rys. 1. Procentowa obecność materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, paszy konwencjonalnej, czyściw i paszy ekologicznej po czyszczeniu 500 kg śruty pszennej – badanie wstępne, n=8 (*p< 0,05; ***p< 0,001; ****p< 0,0001).

Tab. 3. Procentowa obecność materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, próbkach czyściwa i paszy ekologicznej po czyszczeniu 500 kg śruty pszennej – badanie wstępne, n=8.

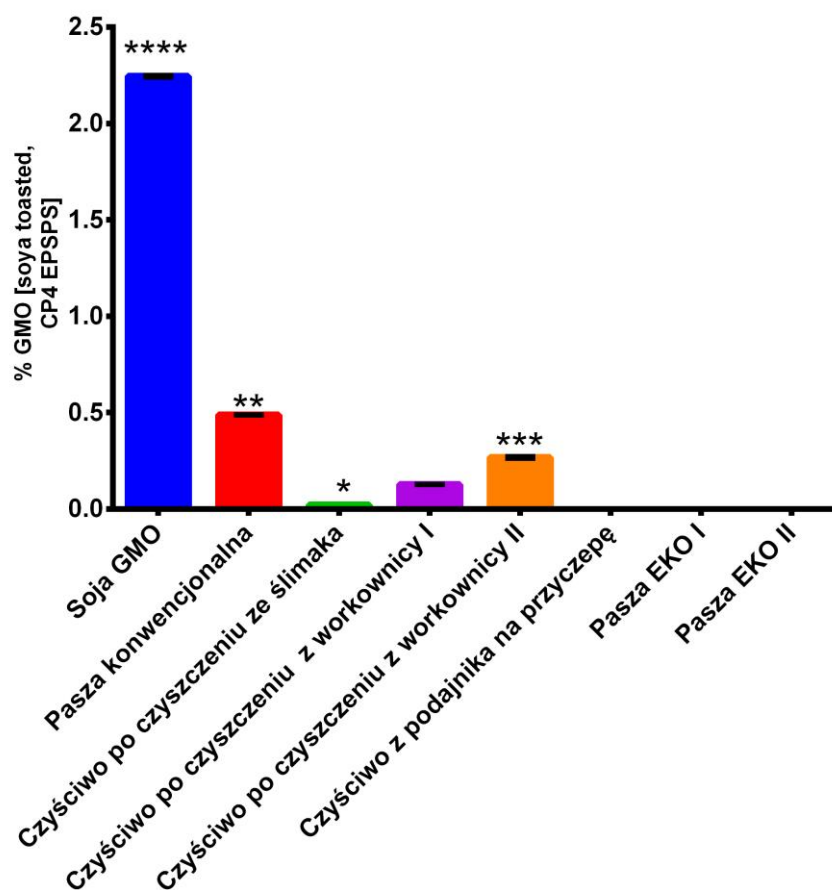
Badany materiał	Średnia	SD	SEM
Soja GMO	2,463	0,289	0,102
Pasza konwencjonalna	0,489	0,006	0,002
Czyściwo po czyszczeniu ze ślimaka	0,022	0,000	0,000
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy I	0,000	0,000	0,000
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy II	0,000	0,000	0,000
Czyściwo z podajnika na przyczepę	0,004	0,002	0,001
Pasza EKO I	0,000	0,000	0,000
Pasza EKO II	0,000	0,000	0,000



Ryc. 2. Procentowa obecność materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, paszy konwencjonalnej, czyściw i paszy ekologicznej po czyszczeniu 250 kg śruty pszennej – eksperyment 1, n=8 (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; **** $p < 0,0001$).

Tab. 4. Procentowa zawartość materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, czyściwa i paszy ekologicznej po czyszczeniu 250 kg śruty pszennej – eksperyment 1, n=8.

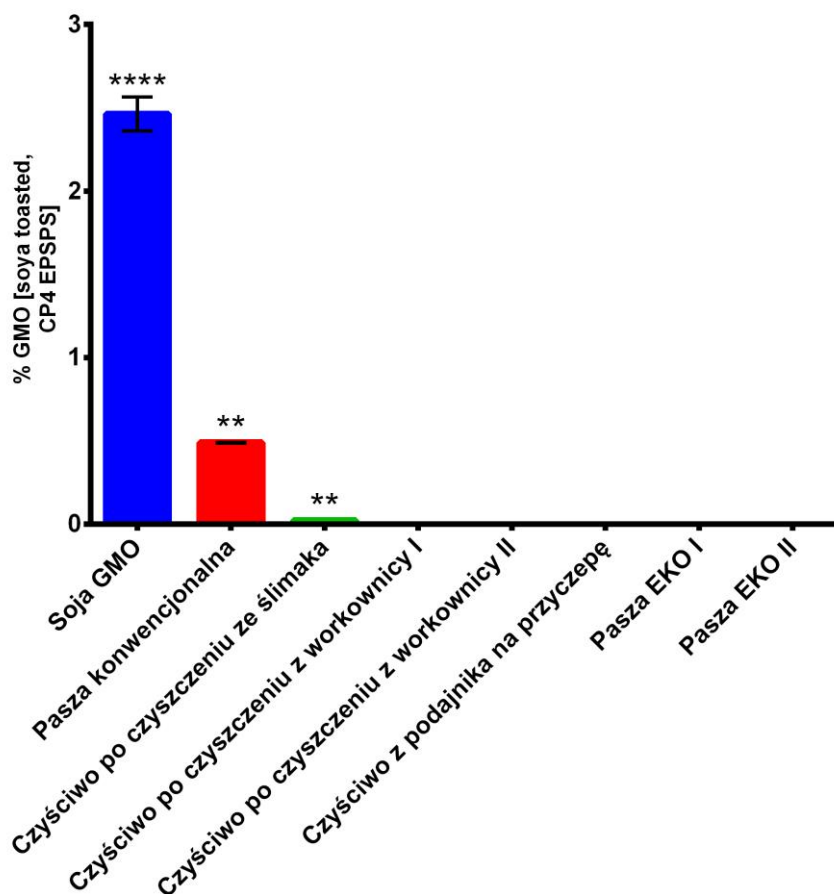
Badany materiał	Średnia	SD	SEM
Soja GMO	2,463	0,289	0,102
Pasza konwencjonalna	0,489	0,006	0,002
Czyściwo po czyszczeniu ze ślimaka	0,022	0,000	0,000
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy I	0,069	0,007	0,003
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy II	0,069	0,007	0,003
Czyściwo z podajnika na przyczepę	0,221	0,005	0,002
Pasza EKO I	0,000	0,000	0,000
Pasza EKO II	0,000	0,000	0,000



Ryc. 3. Procentowa obecność materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, paszy konwencjonalnej, czyściw i paszy ekologicznej po czyszczeniu 500 kg śruty pszennej – eksperyment 2, n=8 (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; **** $p < 0,0001$).

Tab. 5. Procentowa obecność materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, próbkach czyściwa i paszy ekologicznej po czyszczeniu 500 kg śruty pszennej – eksperyment 2, n=8.

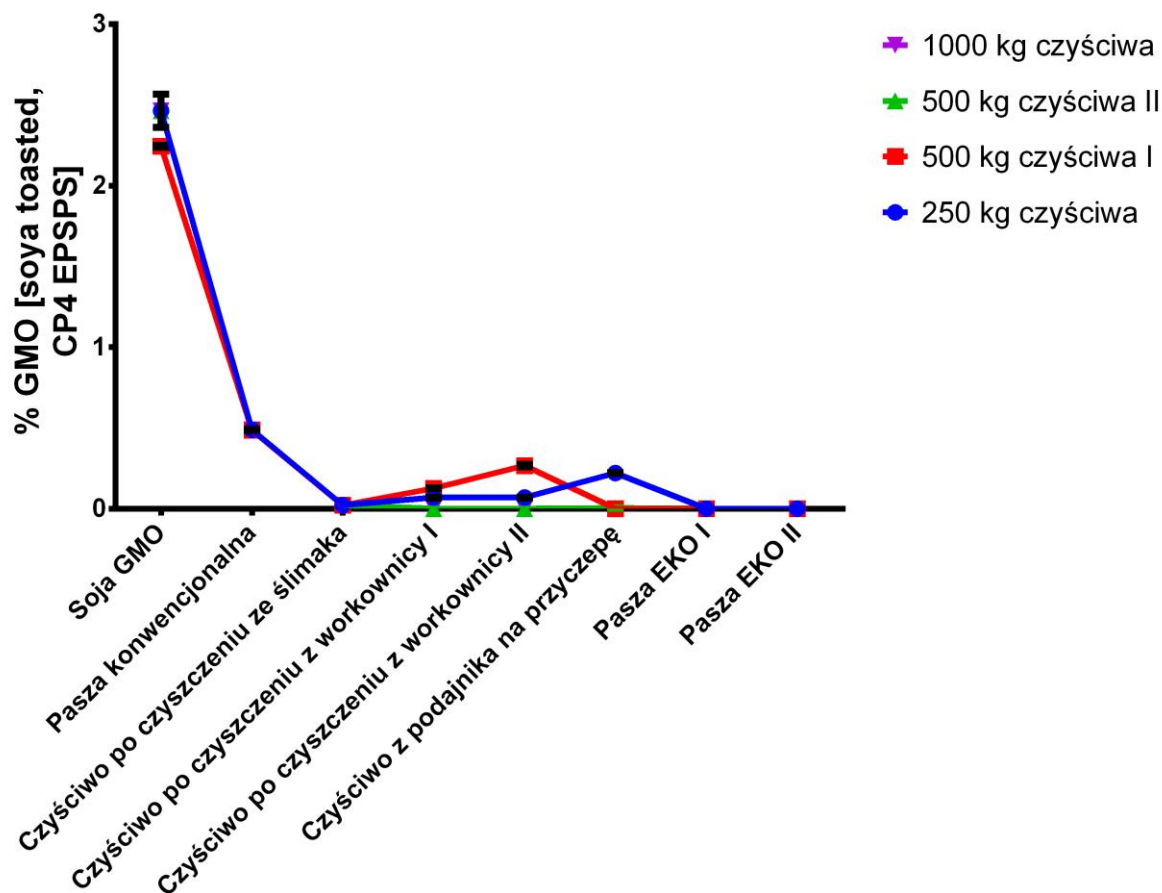
Badany materiał	Średnia	SD	SEM
Soja GMO	2,24	0,02	0,01
Pasza konwencjonalna	0,49	0,00	0,00
Czyściwo po czyszczeniu ze ślimaka	0,02	0,00	0,00
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy I	0,13	0,00	0,00
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy II	0,27	0,02	0,01
Czyściwo z podajnika na przyczepe	0,00	0,00	0,00
Pasza EKO I	0,00	0,00	0,00
Pasza EKO II	0,00	0,00	0,00



Ryc. 4. Procentowa obecność materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, próbkach czyściwa i paszy ekologicznej po czyszczeniu 1000 kg śruty pszennej – eksperyment 3, n=8 (**p< 0,01; ****p< 0,0001).

Tab. 6. Procentowa obecność materiału soi GMO poddanej obróbce termicznej w próbkach soi, próbkach czyściwa i paszy ekologicznej po czyszczeniu 1000 kg śruty pszennej – eksperyment 3, n=8.

Badany materiał	Średnia	SD	SEM
Soja GMO	2,463	0,289	0,102
Pasza konwencjonalna	0,489	0,006	0,002
Czyściwo po czyszczeniu ze ślimaka	0,022	0,000	0,000
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy I	0,000	0,000	0,000
Czyściwo po czyszczeniu z workownicy II	0,000	0,000	0,000
Czyściwo z podajnika na przyczepe	0,000	0,000	0,000
Pasza EKO I	0,000	0,000	0,000
Pasza EKO II	0,000	0,000	0,000



Ryc. 5. Porównanie efektywności czyszczenia linii technologicznej różną objętością śruty pszenicznej – wyniki zebrane, n=8.

Tab. 7. Porównanie wartości średnich zawartości materiału soi GMO w materiałach paszowych, paszach i materiałach czyszczących linię technologiczną za pomocą testu Anova z analizą post-hoc Tukey'a przy $p=0,05$ – informacje podstawowe.

Analiza statystyczna dla wyników pochodzących z eksperymentu				
Table Analyzed	wyniki zebrane			
Two-way ANOVA	Ordinary			
Alpha	0,05			
Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	0,6233	< 0,0001	****	Yes
Row Factor	98,15	< 0,0001	****	Yes
Column Factor	0,06527	0,0131	*	Yes

Tab. 8. Porównanie wartości średnich zawartości materiału soi GMO w materiałach paszowych, paszach i mieszankach czyszczących linię technologiczną za pomocą testu Anova post-testem wielokrotnych porównań Tukey'a przy $p=0,05$ dla soi GMO.

Test Tukey'a	Wartość p	
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa I	ns	> 0,9999
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa II	ns	> 0,9999
250 kg czyściwa vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa I vs. 500 kg czyściwa II	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa I vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa II vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999

Tab. 9. Porównanie średnich zawartości materiału GMO [%] w czyściwie pobranym z przenośnika ślimakowego („ślimaka”) w trakcie eksperymentu, zastosowany test statystyczny – dwuczynnikowy test Anova z analizą post-hoc wykonaną testem Tukeya ($p=0,05$).

Test Tukey'a	Wartość p	
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa I	ns	> 0,9999
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa II	ns	> 0,9999
250 kg czyściwa vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa I vs. 500 kg czyściwa II	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa I vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa II vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999

Tab. 10. Porównanie średnich zawartości materiału GMO [%] w czyściwie pobranym z workownicy po czyszczeniu I (I pobór próby) w trakcie eksperymentu, zastosowany test statystyczny – dwuczynnikowy test Anova z analizą post-hoc wykonaną testem Tukeya ($p=0,05$).

Test Tukey'a	Wartość p	
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa I	ns	0,6234
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa II	ns	0,464
250 kg czyściwa vs. 1000 kg czyściwa	ns	0,464
500 kg czyściwa I vs. 500 kg czyściwa II	*	0,0411
500 kg czyściwa I vs. 1000 kg czyściwa	*	0,0411
500 kg czyściwa II vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999

Tab. 11. Porównanie średnich zawartości materiału GMO [%] w czyściwie pobranym z workownicy po czyszczeniu II (II pobór próby) w trakcie eksperymentu, zastosowany test statystyczny – dwuczynnikowy test Anova z analizą post-hoc wykonaną testem Tukeya ($p=0,05$).

Test Tukey'a	Wartość p	
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa I	***	0,0003
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa II	ns	0,464
250 kg czyściwa vs. 1000 kg czyściwa	ns	0,464
500 kg czyściwa I vs. 500 kg czyściwa II	****	< 0,0001
500 kg czyściwa I vs. 1000 kg czyściwa	****	< 0,0001
500 kg czyściwa II vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999

Tab. 12. Porównanie średnich zawartości materiału GMO [%] w czyściwie pobranym w trakcie eksperymentu z podajnika na przyczepę, zastosowany test statystyczny – dwuczynnikowy test Anova z analizą post-hoc wykonaną testem Tukeya ($p=0,05$)

Test Tukey'a	Wartość p	
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa I	****	< 0,0001
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa II	****	< 0,0001
250 kg czyściwa vs. 1000 kg czyściwa	****	< 0,0001
500 kg czyściwa I vs. 500 kg czyściwa II	ns	0,9997
500 kg czyściwa I vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa II vs. 1000 kg czyściwa	ns	0,9997

Tab. 13. Porównanie średnich zawartości materiału GMO [%] w paszy EKO w trakcie eksperymentu, zastosowany test statystyczny – dwuczynnikowy test Anova z analizą post-hoc wykonaną testem Tukeya ($p=0,05$)

Test Tukey'a	Wartość p	
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa I	ns	> 0,9999
250 kg czyściwa vs. 500 kg czyściwa II	ns	> 0,9999
250 kg czyściwa vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa I vs. 500 kg czyściwa II	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa I vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999
500 kg czyściwa II vs. 1000 kg czyściwa	ns	> 0,9999

Wnioski

W świetle uzyskanych wyników należy stwierdzić, że zastosowany test AgraQuant Toasted Meal Plate jest właściwym narzędziem do wykrywania i ilościowego oznaczania materiału soi GMO w materiałach paszowych, paszach i materiałach czyszczących, które zawierają soję poddaną obróbce termicznej.

Pomimo tego, że użyty w eksperymencie test AgraQuant RUR Soya Grain Plate przeznaczony do wykrywania obecności natywnego materiału białka soi GMO (białka enzymatycznego) nie wykazał obecności białka soi GMO w żadnej z badanych próbek, to z uwagi na ograniczoną możliwość oceny zmian termicznych w przetworzonej soi zaleca się jego stosowanie. Jednoczesny pomiar białka CP4 EPSPS zdenaturowanego, jak i jego formy natywnej, pozwala na faktyczną sumaryczną ocenę zawartość materiału soi GMO.

Śruta pszenna grubo mielona, z uwagi na swoje właściwości fizykochemiczne może być skutecznym materiałem czyszczącym linię technologiczną do produkcji pasz z pozostałości materiału soi GMO. Śruta ta dodatkowo po procesie czyszczenia może być ponownie użyta do produkcji pasz konwencjonalnych.

Sugeruje się, że na tego typu liniach technologicznych do produkcji mieszanek paszowych najmniejszą, bezpieczną ilością czyszcziwa (śruty pszennej grubo mielonej) skutecznie zbierającą pozostałości po produkcji paszy konwencjonalnej jest zasyp o masie 500 kg.

Z powodu braku możliwości ekstrapolacji wyników pomiaru stężenia białek uzyskanych metodą testów immunoenzymatycznych (ELISA) w przypadku wątpliwości sugeruje się wykonanie badań jakościowych z zastosowaniem techniki PCR lub analiz ilościowych techniką PCR w czasie rzeczywistym (Real-time PCR).

W przypadku mieszalni pasz Ośrodka Hodowli Zwierząt Zarodowych Spółka z o.o. w Chodczku, sugeruje się:

- a) wydzielenie odrębnego pomieszczenia na składowanie surowców do produkcji pasz ekologicznych (NON-GMO),
- b) każdorazowe dokładne wyczyszczenie pomieszczenia przed rozpoczęciem produkcji paszy EKO,
- c) odpowiednie zabezpieczenie kraty zsypu dodatków paszowych,
- d) każdorazowe czyszczenie łyżki ładowarki do kosza zasypowego lub używanie sprzętu przeznaczonego wyłącznie do produkcji paszy EKO,
- e) wykonanie szczelnej osłony przenośnika ślimakowego.

Radykalną metodą zabezpieczenia przed zanieczyszczeniem paszy ekologicznej będzie zaprzestanie stosowania materiałów GMO w produkcji pasz konwencjonalnych. Sposób ten wpisuje się w tendencję produkcji mleka bez GMO.

Literatura

Bonwick G.A., Smith C.J.: Immunoassays: their history, development and current place in food science and technology. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2004, 39, 817-827.

Deisingh A.K., Badrie N.: Detection approaches for genetically modified organisms in foods. *Food Res. Intern.*, 2005, 38, 639-649.

Garcia-Canas V., Cifuentes A., Gonzales R.: Detection of Genetically Modified organisms in foods by DNA amplification techniques. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2004, 44, 425-436.

Hernandez M., Rodriguez-Lazaro D., Esteve T., Prat S., Pla M.: Development of melting temperature-based SYBR Green I polymerase chain reaction methods for multiplex genetically modified organism detection. *Anal. Biochem.*, 2003, 323, 164-170.

Ibanez E., Cifuentes A.: New Analytical Techniques in Food Science. *Cit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2001, 41, 413-450.

Kuiper H.A.: Summary report of the ILSI Europe workshop on detection methods for novel foods derived from genetically modified organisms. *Food Control*, 1999, 10, 339-349.

Liu G., Su W., Xu Q., Long M., Zhou J., Song S.: Liquid-phase hybridization based PCR-ELISA for detection of genetically modified organisms in food. *Food Control*, 2004, 15, 303-306.

MacCormick C.A., Griffin H.G., Underwood H.M., Gasson M.J.: Common DNA sequences with potential for detection of genetically manipulated organisms in food. *J. Appl. Microbiol.*, 1998, 84, 969-980.

Nowe rozporządzenie UE w sprawie żywności ekologicznej i rolnictwa WE nr 834/2007. Kontekst, Ocena, Interpretacja. Międzynarodowa Federacja Rolnictwa Ekologicznego. Grupa Europejska. IFOAM 2009.

Rozporządzenie (WE) nr 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 22 września 2003r., dotyczące możliwości śledzenia i etykietowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz możliwości śledzenia żywności i produktów paszowych wyprodukowanych z organizmów zmodyfikowanych genetycznie. *Off. J. Eur. Commun.*, L 268, 1-23.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 710/2009 z dnia 5 sierpnia 2009 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w odniesieniu do ustanawiania szczegółowych zasad dotyczących ekologicznej produkcji zwierzęcej w sektorze akwakultury i ekologicznej produkcji wodorostów morskich.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 z dnia 5.09.2008r., ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli, L 250.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 834/2007 z dnia 28.06.2007r., w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91, L 189.

Ustawa o organizmach genetycznie zmodyfikowanych z dn. 22 czerwca 2001 r. Tekst ujednolicony – Dz. U. 2007 r. Nr 36, poz. 233)