



SPRAWOZDANIE

z przeprowadzonych w 2024 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego, pt.:

Badania w zakresie optymalizacji produkcji ekologicznej pasz, z uwzględnieniem wykorzystania odpadów z przetwórstwa ekologicznego. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk.

Realizowanych przez:

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 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. poz. 1170, z późn. zm.).

Kierownik tematu:

dr hab. Kazimierz Obremski, prof. UWM

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Główni wykonawcy:

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM, dr Paweł Wojtacha

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

OLSZTYN, 2024 r

1.	WPROWADZENIE	3
2.	METODYKA BADAŃ	5
	2.1. Materiał badawczy	5
	2.2. Analiza składu fizykochemicznego plew	6
	2.3. Analiza mikotoksykologiczna plew	6
3.	WYNIKI BADAŃ	6
	3.1. Wartość pokarmowa plew	6
	3.2. Zanieczyszczenie plew mikotoksynami	9
4.	PODSUMOWANIE I WNIOSKI	15
	PIŚMIENNICTWO	16

1. WPROWADZENIE

W ramach zadania „*Badania w zakresie optymalizacji produkcji ekologicznej pasz, z uwzględnieniem wykorzystania odpadów z przetwórstwa ekologicznego. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk.*”, zespół badawczy złożony z pracowników Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie przeprowadził badania określające wartość pokarmową plew pszenicy samopszy, płaskurki i orkisz oraz określił stężenia mikotoksyn w w/w plewach.

W produkcji żywności ekologicznej pochodzenia zwierzęcego bardzo ważne jest żywienie zwierząt dietą kompletną i zbilansowaną. Z regulacji prawnych obowiązujących w rolnictwie ekologicznym wynika, że większość pasz skarmianych w danym gospodarstwie winna pochodzić z jego własnych pól [Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007, Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008]. Chów bydła jest kierunkiem najbardziej związanym z produkcją pasz objętościowych, a w gospodarstwie ekologicznym powinny one być podstawą żywienia krów oraz bydła opasowego w sezonie letnim w formie zielonki i w sezonie zimowym, jako kiszonki, siano, słoma, czy plewy.

Pszenice niewymłacalne (samopsza, płaskurka i orkisz) uprawiane są coraz powszechniej w gospodarstwach ekologicznych w Polsce. Głównym celem ich uprawy jest pozyskanie ziarna o wysokich walorach żywieniowych i prozdrowotnych. Podczas zbioru kombajnem pozyskuje się kłoski, a otrzymanie czystego ziarna wymaga przeprowadzenia dodatkowej czynności, czyli odplewiania. W procesie odplewiania obok ziaren uzyskuje się duże ilości plew (ok. 30 % masy kłosków). Plewy nie muszą być odpadem poprodukcyjnym, ponieważ mogą być cennym surowcem paszowym w żywieniu przeżuwaczy. Teoretycznie cenniejszym materiałem żywieniowym są plewy uzyskiwane na bukowniku, z uwagi na mniej dokładne wyłuskiwanie ziaren, co jednak oznacza większe straty ziarna. Dokładnie odplewione kłoski ziarno pozyskuje się na profesjonalnych łuszcarkach.

W żywieniu zwierząt wykorzystywane są plewy pochodzące ze zbóż. Plewy pszenic niewymłacalnych to naturalny produkt uboczny procesu przerobu pszenicy, bogaty w błonnik i składniki odżywcze. Cechują się wyższą zawartością białka i niższą włókna od zbóż, z których je pozyskano. Wśród plew zbożowych najlepsze źródło energii i białka stanowią plewy owsiane i pszeniczne. Niestety nie wszystkie plewy zbożowe można spasać, ponieważ mogą ranić jamę ustną, przewód pokarmowy i wywoływać stany zapalne jelit. Błonnik zawarty w paszy z plewek pszenicy pomaga w utrzymaniu prawidłowego trawienia u zwierząt, zapobiegając zaburzeniom trawienia i wpływa na homeostazę jelitową poprzez promowanie wzrostu korzystnych bakterii jelitowych, co przekłada się na ogólny stan zdrowia jelit i pomaga w

zapobieganiu problemom trawiennym. Włączenie plew do paszy dla bydła może prowadzić do lepszej wydajności paszy, co oznacza, że bydło będzie efektywniej przetwarzać paszę na masę ciała. Dodanie plew do paszy dla bydła może pomóc zbilansować dawkę pokarmową i zapewnić bardziej kompletną dietę dla bydła. Ogólnie rzecz biorąc dodawanie plew do paszy dla bydła może zapewnić szereg korzyści, w tym lepsze trawienie, przyrost masy ciała, wydajność paszy, produkcję mleka, zdrowie jelit i wykorzystanie paszy, co czyni je przydatnym składnikiem paszy dla bydła.

Plewy można podawać tylko wtedy kiedy są czyste, nie porażone grzybami i bez zanieczyszczeń i nasion chwastów trujących. Plewy zawilgotniałe bardzo szybko się psują. Niezalenie od metody odplewiania pszenic niewymłacalnych należy jednak pamiętać, że stężenie mikotoksyn w plewach jest większe niż w ziarnie. W rolnictwie ekologicznym, chociaż w mniejszym stopniu niż w systemie konwencjonalnym, zboża mogą być wektorem przenoszenia mikotoksyn. Mikotoksyny są wtórnymi metabolitami wytwarzanymi przez kilka gatunków grzybów, głównie należących do rodzajów *Fusarium*, *Aspergillus* i *Penicillium*. Ich globalne występowanie uważa się za główny czynnik ryzyka mający wpływ na zdrowie ludzi i zwierząt. Szacuje się, że aż 25% światowej produkcji roślinnej jest w pewnym stopniu skażona mikotoksynami (D'Mello i wsp., 1999, Larsen i wsp., 2004). Zanieczyszczenie mikotoksynami może wystąpić na polu przed zbiorami, w trakcie zbiorów lub podczas przechowywania i przetwarzania. Czynniki środowiskowe, takie jak skład podłoża, wilgotność i temperatura, wpływają na produkcję mikotoksyn, a tym samym na stopień skażenia materiałów paszowych i pasz. Ze względu na różnorodną budowę chemiczną mikotoksyny mają one szerokie spektrum działania toksykologicznego. Charakter i intensywność tych skutków są powiązane z dawką i czasem trwania ekspozycji (Fink-Gremmels, 1999). Głównym problemem jest chroniczne zanieczyszczenie małymi dawkami, które może nawet pozostać niewykryte, a mimo to skutkować zmniejszonym przyrostem masy ciała, zmniejszoną reprodukcją i zwiększoną podatnością na infekcje (Kuiper-Goodman, 1995). Jak wskazują wyniki badań istotnie wyższe stężenia toksyn produkowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* występują w plewach niż w obłuszczonym ziarnie.

Wobec powyższego postanowiono przeprowadzić badania mające na celu:

- 1) określenie wartości pokarmowej plew pszenic samopszy, płaskurki i orkisz,
- 2) określenie stężenia mikotoksyn w w/w plewach

Podjęcie tych badań jest odpowiedzią na pytania rolników ekologicznych, podejmujących i rozważających możliwość wykorzystania plew pszenic niewymłaczalnych na cele paszowe oraz mających wątpliwości czy ich skarmianie jest bezpieczne dla zdrowia zwierząt.

2. METODYKA BADAŃ

2.1. Materiał badawczy

Badania przeprowadzono na pszenicach niewymłaczalnych takich jak orkisz, płaskurka i samopsza. Próbki pobrano bezpośrednio po żniwach z plantacji rolników ekologicznych z różnych rejonów kraju oraz ścisłych doświadczeń polowych nad ekologiczną uprawą pszenic niewymłaczalnych, prowadzonych w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Bałcynach k/Ostródy.

Odmiany ozime pszenic:

- samopsza ozima, genotyp Dobra (n=4), samopsza ozima, genotyp Belgijska (n=1),
- płaskurka ozima, genotyp Błękitna (n=2),
- orkisz ozimy odmiany Zollernspelz (n=3), orkisz ozimy odmiany Oberkulmer Rothkorn (n=2), orkisz ozimy odmiany Schwabenkorn (n=2).

Odmiany jare pszenic:

- samopsza jara, genotyp Belgijska (n=1), samopsza jara, genotyp Sina (n=2),
- płaskurka jara, genotyp Jasna (n=3), płaskurka jara, genotyp Złota (n=3),
- orkisz jary, odmiana Wirtas (n=4)

Odplewianie pszenic niewymłaczalnych orkisz i płaskurki przeprowadzono dwiema metodami. W pierwszym przypadku na bukowniku, maszynie rolniczej dostosowanej do wyłuskiwania ziaren, a w drugim na profesjonalnej łuskarce, na której odplewiana była również pszenica samopsza, której nie można odplewić na bukowniku.

2.2. Analiza składu fizykochemicznego plew

W próbkach plew oceniano zawartość podstawowych składników pokarmowych: białko ogólne (Kjeltek TM, Foss), włókno surowe (WS) metodą wagową (Fibertec TM, Foss), tłuszcz surowy (TS) metodą wagową wg Soxhleta na (Extractor ANKOM XT15), popiół surowy (PS) metodą wagową w 580°C, zaś frakcje włókna detergentowo neutralnego (NDF), włókna detergentowo kwaśnego (ADF) oraz kwaśno detergentową ligninę (ADL) metodą Van Soest'a (ANKOM 220 Fiber Analyzer).

2.3. Analiza mikotoksykologiczna plew

Oznaczenia aflatoksyny B1 (AFB1), deoksyniwalenolu (DON) fumonizyn B1 i B2 (FB1 i FB2), toksyny T-2 (T-2) i toksyny HT-2 (HT-2), ochratoksyny A (OTA) oraz zearalenonu (ZEN) w pełnych ziarnach i plewach, wykonano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją masową HPLC-MS/MS.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Wartość pokarmowa plew

Przez jakość pokarmową rozumie się skład chemiczny i zawartość składników pokarmowych, jak sucha masa, białko ogólne, tłuszcz surowy, włókno surowe, włókno neutralne detergentowe, włókno kwaśne detergentowe, cukry proste i skrobia, a także składników mineralnych, w tym wapnia, fosforu, potasu, magnezu, cynku, miedzi, jodu i selenu. Skład fizykochemiczny plew płaskurki i orkisz uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku zamieszczono w Tabeli 1, natomiast skład fizykochemiczny plew samopszy, płaskurki i orkisz uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce umieszczono w Tabeli 2.

Sucha masa

Jest określeniem zawartość wody w paszy uzyskanym po jej wysuszeniu w temperaturze 105 °C do tzw. stałej masy. Jeżeli zawartość suchej masy w paszach objętościowych jest niewystarczająca, zwierzęta nie będą syte i trzeba wówczas niedobór ten pokryć np. zwiększonym dodatkiem słomy lub plew. Jeśli z kolei zawartość suchej masy jest za wysoka,

może to prowadzić do ograniczenia pobrania paszy treściwej oraz do ograniczenia wydajności bydła. Badania własne wykazały wysoki i wyrównany poziom suchej masy zarówno w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku (Tabela 1), jak i w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce (Tabela 2).

Białko ogólne

Jest sumą związków zawierających azot i składa się z białka właściwego i związków azotowych niebiałkowych, określanych metodą pośrednią na podstawie zawartości azotu całkowitego. Poziom białka ogólnego w plewach zależy od gatunku pszenicy z której uzyskano plewy, a także od nawożenia i warunków wzrostu rośliny. Najwyższy poziom białka ogólnego wynoszący 4,33 % oznaczono w płaskurce jarej (Tabela 1), a najniższy 1,45 % w orkisz ozimym (Tabela 2) i to zarówno w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku, jak i plewach uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce. Porównując dwie metody odplewiania, więcej białka ogólnego wyizolowano z plew pochodzących z odplewiania na bukowniku.

Tłuszcz surowy

Jest ważnym składnikiem pokarmowym, wpływającym na wartość odżywczą i energetyczną pasz. W jego skład wchodzi trójglicerydy, karotenoidy, olejki eteryczne i inne związki chemiczne rozpuszczalne w eterze naftowym. Nadmiar tłuszczu w paszy zakłóca fermentację w żwacu. Generalnie oznaczona zawartość tłuszczu w plewach była typowa dla danego gatunku pszenic. Najwięcej tłuszczu, bo 1,02 % zawierały plewy samopszy ozimej, a najmniej, bo 0,55 % samopszy jarej (Tabela 2). Badanie wykazało większy procentowy udział tłuszczu w plewach pochodzących z odplewiania na bukowniku.

Włókno surowe

Włókno surowe stymuluje trawienie, a także wspomaga produkcję ważnych bakterii jelitowych. Ocena jakościowa pasz objętościowych opiera się m.in. na obecności w nich trzech frakcji włókna: włókna detergentowo neutralnego (NDF), włókna detergentowo kwaśnego (ADF) oraz kwaśno detergentowej ligninie (ADL).

W diecie przeżuwaczy szczególnie ważne jest włókno detergentowo neutralne, wypełniające żwacz, ponieważ stanowi źródło energii dla mikroorganizmów w nim bytujących i nadaje paszy pożądaną strukturę. Na frakcję włókna kwaśno detergentowego składa się celuloza, lignina, kutyna, suberyna, krzemionka, a jego strawność zależy od stopnia

złignifikowania celulozy (pory zbioru rośliny). Frakcja kwaśno detergentowa obejmuje ligninę, kutynę, suberynę i krzemionkę i jest niestrawna dla przeżuwaczy. Optymalna dawka powinna zawierać: NDF 28–38 % i ADF 19–21 % całej puli włókna w dawce pokarmowej.

Najwyższy poziom włókna surowego (41,00 %) oznaczono w plewach płaskurki ozimej (Tabela 1) uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku, a jego najniższy poziom oznaczono w plewach orkisz jarego (31,80 %) uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce (Tabela 2). We frakcję NDF najbardziej zasobne były plewy orkisz jarego (78,75 %) (Tabela 1), a najmniej zasobne okazały się plewy płaskurki jarej (61,49 %) (Tabela 1). Plewy orkisz jarego uzyskane w procesie odplewiania na bukowniku, cechowała największa wartość frakcji ADF i ADL (Tabela 1).

Popiół surowy

Popiół surowy to nieorganiczna część paszy, która pozostaje po spaleniu jej organicznej części. Zalicza się do niego zawarte w paszy składniki mineralne różnej postaci. Makroelementy stanowią ponad 95 % całego popiołu surowego (wapń, fosfor, sód, potas, magnez, chlor, siarka). Wartości ponad normę w dawce pokarmowej to głównie zanieczyszczenie mechaniczne paszy krzemionką podczas zbioru, które w konsekwencji nadmiernie obciążają one układ pokarmowy.

W badaniach własnych w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku najwyższe stężenie popiołu surowego oznaczono w orkisz ozimym (5,19 %) (Tabela 1). Podobnie w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce stężenie popiołu surowego w orkisz ozimym również było najwyższe (6,08 %) (Tabela 2). Po odplewianiu na bukowniku najniższy procentowy udział popiołu surowego oznaczono w plewach płaskurki ozimej (2,70 %) (Tabela 1), a w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce w plewach samopszy ozimej (2,89 %) (Tabela 2).

Tabela 1. Skład fizykochemiczny plew płaskurki i orkisz uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku [%].

Rodzaj plew	SM	BO	TS	WS	NDF	ADF	ADL	PS
Płaskurka ozima	91,59	3,20	0,93	41,00	77,43	47,83	5,99	2,70
Płaskurka jara	91,47	4,33	0,82	32,10	61,49	38,34	5,97	2,97
Orkisz ozimy	93,25	1,92	0,81	32,80	74,09	47,13	6,74	5,19

Orkisz jary	92,73	3,34	0,83	40,40	78,75	50,16	10,26	4,88
----------------	-------	------	------	-------	-------	-------	-------	------

Tabela 2. Skład fizykochemiczny plew samopszy, płaskurki i orkisz uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce [%].

Rodzaj plew	SM	BO	TS	WS	NDF	ADF	ADL	PS
Samopsza ozima	92,06	3,58	1,02	35,00	74,26	43,00	7,21	2,89
Samopsza jara	91,85	2,69	0,55	33,80	73,45	40,43	6,22	4,29
Płaskurka ozima	91,43	2,78	0,73	39,68	77,85	46,56	6,11	4,04
Płaskurka jara	92,35	2,56	0,78	37,10	75,34	47,05	7,67	3,45
Orkisz ozimy	92,82	1,45	0,71	37,30	74,39	45,72	8,50	6,08
Orkisz jary	92,06	2,12	0,80	31,80	70,03	36,89	7,02	3,17

3.7. Zanieczyszczenie plew mikotoksynami

Mikotoksyny to niskocząsteczkowe wtórne produkty przemiany materii grzybów nitkowatych, głównie z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*, nazywane również metabolitami wtórnymi lub drugorzędowymi. Ta liczna grupa związków zasadniczo nie jest warunkiem sine qua non do życia dla produkującej je pleśni, natomiast ich działanie ma raczej funkcje obronne, a toksyczne właściwości tych substancji dotyczą zarówno człowieka, zwierząt, roślin, czy drobnoustrojów. Najczęściej występującymi na świecie mikotoksynami są aflatoksyny i ochratoksyny produkowane głównie przez pleśnie z rodzaju *Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp. oraz trichoteceny, zearalenon i fumonizyny syntetyzowane głównie przez pleśnie z rodzaju *Fusarium* spp. (Bennett i Klich 2003). Z ekonomicznego punktu widzenia największe znaczenie mają jednak mikotoksyny *Fusarium* spp., w związku z wywoływaniem zatrucia u wielu gatunków zwierząt (Alshannaq i Yu 2017). Wśród najczęściej spotykanych mikotoksyn *Fusarium* spp. są trichoteceny, zearalenon, fumonizyny i moniliformina.

O ilości syntezowanej przez grzyba pleśniowego mikotoksyn podczas wegetacji zbóż decyduje wiele czynników. Można do nich zaliczyć temperaturę powietrza, pH, wilgotność, aktywność wody, napowietrzanie, dostępność składników odżywczych, czy uszkodzenia mechaniczne ziarniaków. Nieodpowiednia temperatura w magazynie, wilgotność podczas przechowywania mogą przyczynić się do zwiększonego stopnia skażenia ziarna i plew.

Zanieczyszczenia mikotoksynami są monitorowane zarówno w żywności, jak i paszach w wielu krajach (również w Polsce). Z uwagi na wysokie koszty analiz jednostkowych nie obejmują zbyt szerokiego zakresu kontrolowanych toksyn. Spośród zidentyfikowanych ok. 300 mikotoksyn, monitorowanych jest 8 najlepiej poznanych i najbardziej toksycznych tj. aflatoksyna B1, B2, G1, G2, ochratoksyna A, toksyna T-2, toksyna HT-2, fumonizyna B1 i B2, deoksyniwalenol (DON) i zearalenon (ZEN).

Aktualnie wyniki analiz mikotoksykologicznych interpretujemy w oparciu o zalecenia Komisji Europejskiej z dnia 27 marca 2013 r. w sprawie obecności toksyn T-2 i HT-2 w zbożach i produktach zbożowych (2013/165/UE) oraz rozporządzenia Komisji Europejskiej nr 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006. W badaniach własnych ocenie toksykologicznej poddano plewy samopszy, płaskurki i orkisz, form ozimych i jarych. Wyniki analiz zamieszczono w Tabelach 3, 4, 5, 6, 7, 8 oraz na Rycianach 1 i 2.

W plewach samopszy ozimej nie stwierdzono obecności HT-2, FB1, FB2, AFB1 i OTA, a żadna z oznaczanych mikotoksyn nie przekroczyła maksymalnego dopuszczalnego stężenia w EU (Tabela 3). W plewach samopszy jarej nie stwierdzono obecności T-2, HT-2, FB1, FB2, AFB1 i OTA. Średnie stężenie ZEN wyniosło 71,93 µg/kg, a najwyższe 100,13 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg uznaną za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 4). Plewy płaskurki ozimej charakteryzował brak FB1, FB2, AFB1 i OTA, a stężenia pozostałych mikotoksyn nie przekraczały wartości dopuszczalnych w EU (Tabela 5). W plewach płaskurki jarej nie stwierdzono obecności FB1, FB2, AFB1 i OTA, natomiast średnie stężenie ZEN wyniosło 91,56 µg/kg, a najwyższe 177,73 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg uznaną za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 6). W plewach orkisz ozimego nie stwierdzono obecności FB1, FB2, AFB1 i OTA, natomiast średnie stężenie ZEN wyniosło 51,15 µg/kg, a najwyższe 117,63 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg poziomu uznanego za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 7). W plewach orkisz jarego nie stwierdzono obecności HT-2, FB1, FB2, AFB1 i OTA, ale średnie stężenie ZEN wyniosło 72,51 µg/kg, a najwyższe 120,19 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg uznawaną za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 8).

Tabela 3. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach samopszy ozimej [$\mu\text{g kg}^{-1}$].

Rodzaj mikotoksyny	Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek)	Średnie stężenie	Najwyższe stężenie	Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU
DON	4 (5)	13,97	23,90	750
ZEN	3 (5)	37,38	65,18	75
T-2	1 (5)	7,92	7,92	Suma T-2 i HT-2 500
HT-2	0 (5)	-	-	
FB1	0 (5)	-	-	-
FB2	0 (5)	-	-	-
AFB1	0 (5)	-	-	2,0
OTA	0 (5)	-	-	3,0

Tabela 4. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach samopszy jarej [$\mu\text{g kg}^{-1}$].

Rodzaj mikotoksyny	Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek)	Średnie stężenie	Najwyższe stężenie	Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU
DON	3 (3)	36,46	92,23	750
ZEN	2 (3)	71,93	100,13	75
T-2	0 (3)	-	-	Suma T-2 i HT-2 500
HT-2	0 (3)	-	-	
FB1	0 (3)	-	-	-
FB2	0 (3)	-	-	-
AFB1	0 (3)	-	-	2,0
OTA	0 (3)	-	-	3,0

Tabela 5. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach płaskurki ozimej [$\mu\text{g kg}^{-1}$].

Rodzaj mikotoksyny	Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek)	Średnie stężenie	Najwyższe stężenie	Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU
DON	2 (2)	51,66	51,66	750
ZEN	2 (2)	47,65	47,65	75
T-2	2 (2)	10,31	10,31	

HT-2	2 (2)	38,96	39,88	Suma T-2 i HT-2 500
FB1	0 (2)	-	-	-
FB2	0 (2)	-	-	-
AFB1	0 (2)	-	-	2,0
OTA	0 (2)	-	-	3,0

Tabela 6. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach płaskurki jarej [$\mu\text{g kg}^{-1}$].

Rodzaj mikotoksyny	Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek)	Średnie stężenie	Najwyższe stężenie	Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU
DON	6 (6)	39,88	122,20	750
ZEN	6 (6)	91,56	177,73	75
T-2	1 (6)	18,44	18,44	Suma T-2 i HT-2 500
HT-2	2 (6)	21,93	35,15	
FB1	0 (6)	-	-	-
FB2	0 (6)	-	-	-
AFB1	0 (6)	-	-	2,0
OTA	0 (6)	-	-	3,0

Tabela 7. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach orkisz ozimego [$\mu\text{g kg}^{-1}$].

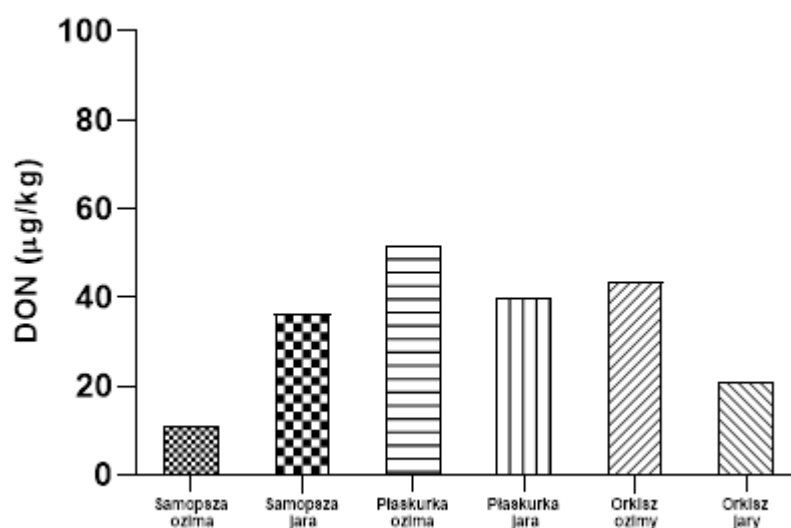
Rodzaj mikotoksyny	Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek)	Średnie stężenie	Najwyższe stężenie	Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU
DON	4 (7)	76,56	270,33	750
ZEN	7 (7)	51,15	117,63	75
T-2	3 (7)	16,02	22,97	Suma T-2 i HT-2 500
HT-2	2 (7)	9,81	12,96	
FB1	0 (7)	-	-	-
FB2	0 (7)	-	-	-
AFB1	0 (7)	-	-	2,0
OTA	0 (7)	-	-	3,0

Tabela 8. Zawartość mikotoksyn w plewach orkiszu jarego [$\mu\text{g kg}^{-1}$].

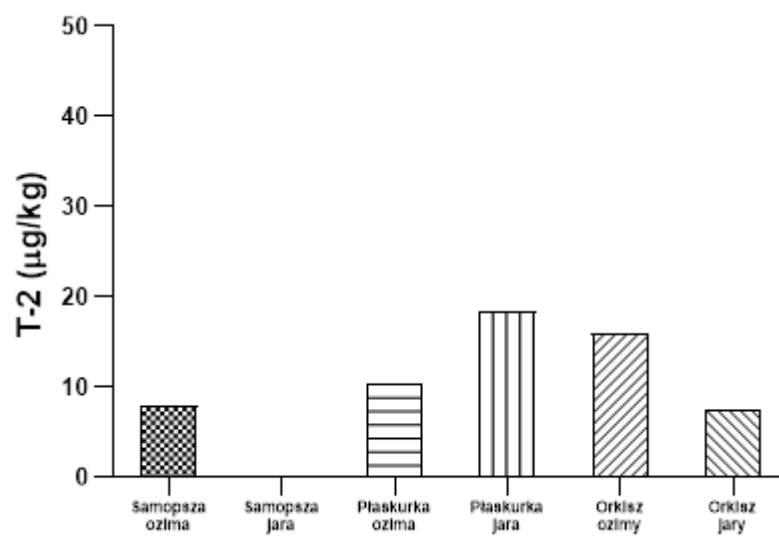
Rodzaj mikotoksyny	Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek)	Średnie stężenie	Najwyższe stężenie	Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU
DON	4 (4)	20,94	51,38	750
ZEN	4 (4)	72,51	120,19	75
T-2	2 (4)	16,02	22,97	Suma T-2 i HT-2 500
HT-2	0 (4)	-	-	
FB1	0 (4)	-	-	-
FB2	0 (4)	-	-	-
AFB1	0 (4)	-	-	2,0
OTA	0 (4)	-	-	3,0

Analiza mikotoksykologiczna plew nie wykazała przekroczenia maksymalnego dopuszczalnego stężenia w EU dla DON, toksyny T-2 i toksyny HT-2 (Rycina 1, 2, 3). Jedynie w przypadku pojedynczych próbek plew samopszy jarej, płaskurki jarej oraz orkiszu ozimego i jarego, wykazano przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego stężenia ZEN (Rycina 4)

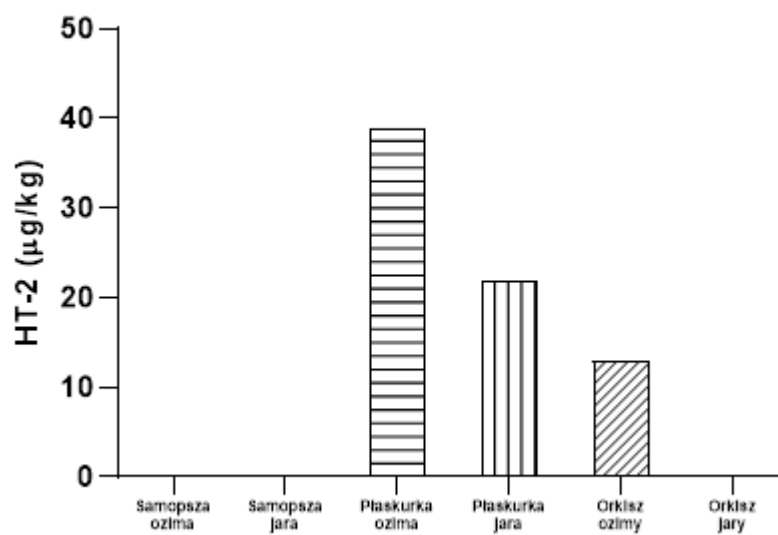
Rycina 1. Porównanie średniej zawartości DON w plewach [$\mu\text{g kg}^{-1}$].



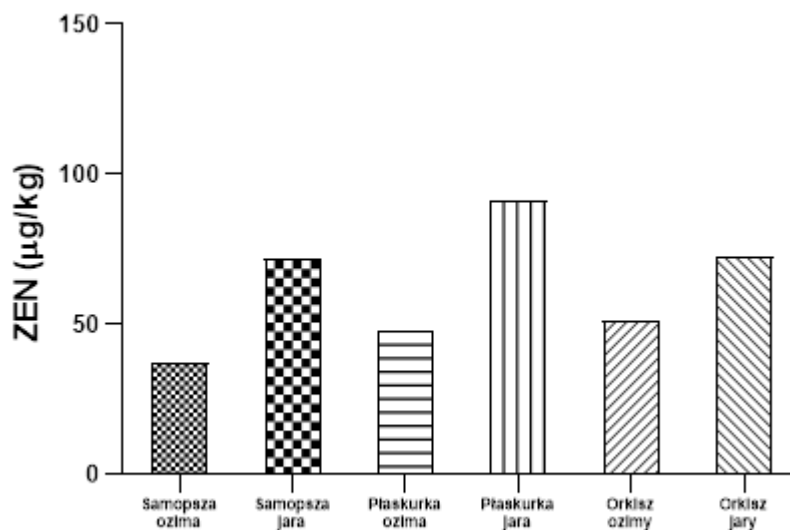
Rycina 2. Porównanie średniej toksyny T-2 w plewach [$\mu\text{g kg}^{-1}$].



Rycina 3. Porównanie średniej zawartości toksyny HT-2 w plewach [$\mu\text{g kg}^{-1}$].



Rycina 4. Porównanie średniej zawartości ZEN w plewach [$\mu\text{g kg}^{-1}$].



4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania nad określeniem wartości pokarmowej plew pszenic samopszy, płaskurki i orkisz oraz określeniem stężenia mikotoksyn w w/w plewach pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Wartość pokarmowa plew pszenic samopszy, płaskurki i orkisz określona na podstawie analizy ich składu podstawowego zależy od gatunku pszenicy. Uzyskane wyniki nie pozwalają na jednoznaczne stwierdzenie, które z nich są najlepsze.
2. Wysoki udział suchej masy (SM) w plewach pszenic kwalifikuje je jako dobry materiał uzupełniający dawkę pokarmową z udziałem materiałów paszowych o wysokiej zawartości wody.
3. Poziom włókna surowego plew pszenic kwalifikuje je jako dodatku służącego podwyższeniu udziału włókna w dawce pokarmowej, a nie jako jego głównego źródła.

4. Wysoki udział w plewach włókna detergentowo neutralnego (NDF) może stanowić dobre uzupełnienie dawki pokarmowej wypełniając zwacz, jednocześnie stanowiąc źródło energii dla mikroorganizmów w nim bytujących.
5. Ocena toksykologiczna plew wykazała, że poza zearalenonem (ZEN), którego stężenie w pojedynczych próbkach przekraczało maksymalne dopuszczalne stężenie w EU, poziom pozostałych mikotoksyn był niski lub poniżej limitu detekcji.

PIŚMIENNICTWO

Alshannaq A, Yu J.H. 2017. Occurrence, Toxicity, and Analysis of Major Mycotoxins in Food. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13;14(6): 632.

Bennett J.W., Klich M. 2003. Mycotoxins. *Clin Microbiol Rev.* 16(3): 497-516.

Binder E.M. Tan L.M. Chin L.J. Handl J. Richard J. 2007. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feeds ingredients. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137: 265–282.

D’Mello J.P.F., Placinta C.M., MacDonald A.M.C. 1999. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity, *Anim. Feed Sci. Technol.* 80, 183–205.

Fink-Gremmels J. 1999. Mycotoxins: their implications for human and animal health, *Vet. Q.* 21, 115–120.

Hussein H.S. Brasel J.M. 2001. Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology* 167: 101–134

Kuiper-Goodman T. 1995. Mycotoxins: risk assessment and legislation, *Toxicol. Lett.* 82–83, 853–859.

Larsen J.C., Hunt J., Perrin I., Ruckebauer P. 2004. Workshop on trichothecenes with a focus on DON: summary report, *Toxicol. Lett.* 153, 1–22.

Rozporządzenie Komisji (UE) 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006

Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007, Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008

Zalecenie Komisji UE z dnia 27 marca 2013 r. w sprawie obecności toksyn T-2 i HT-2 w zbożach i produktach zbożowych (2013/165/UE)