



Projekt ENERGYFEED „Strategia zapewnienia i ewaluacji bazy tanich, efektywnych i bezpiecznych paszowych surowców energetycznych do produkcji zwierzęcej w oparciu o zasoby krajowe ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych odmian żyta”, finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, w ramach programu „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” BIOSTRATEG, na podstawie umowy nr BIOSTRATEG2/297910/12/NCBR/2016.

Instrukcja wdrożeniowa

Skażenie zbóż ozimych mikotoksynami i metalami ciężkimi

**Magdalena Twarużek, Robert Kosicki, Jan Grajewski, Agnieszka Chalabis-Mazurek,
Jose Luis Valverde Piedra**

BYDGOSZCZ LUTY 2020



Część I. Mikotoksyny

Materiał do – INSTRUKCJI WDROŻENIOWEJ

Przedstawione poniżej wyniki badań realizowanych przez Katedrę Fizjologii i Toksykologii są częścią Projektu ENERGYFEED^{*)} realizowanego w latach 2016-2020, który ma na celu zapewnienie i ewaluację bazy tanich, efektywnych i bezpiecznych paszowych surowców energetycznych do produkcji zwierzęcej w oparciu o zasoby krajowe, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych odmian żyta.

Instrukcja kierowana jest dla rolników, hodowców oraz osób realizujących działania wdrożeniowe w obszarach nowości rolniczych wskazujących na wysoki potencjał plonotwórczy i żywieniowy mieszańcowych odmian żyta. W 3-letnich doświadczeniach porównano plonowanie żyta mieszańcowego, populacyjnego oraz pochodzącego z wieloletniej reprodukcji, a także wybranych odmian ozimych pszenicy, pszenżyta i jęczmienia. W ocenianych odmianach zbóż ozimych oraz sporządzonych z nich mieszankach paszowych analizowano poziom stężeń najważniejszych mikotoksyn. Wykazano, że mieszańcowe odmiany żyta charakteryzują się najwyższym plonem spośród wszystkich badanych genotypów. Żyto mieszańcowe plonowało także lepiej na słabych stanowiskach. Potwierdzono także, że żyto hybrydowe osiąga najwyższy plon energii z hektara. Analizując skład chemiczny najważniejszych ozimych zbóż paszowych, ziarno żyta zawiera nieco mniej skrobi i białka, jednak białko żyta charakteryzuje się lepszym zbilansowaniem aminokwasów egzogennych. Jednak ten surowiec ma wysoką zawartość związków antyżywnościowych, które potencjalnie mogą wpływać na stopień strawności paszy. Z kolei wykazano, że ziarno żyta ma mniejszą tendencję do akumulacji metali ciężkich (kadm i ołów). Pozytywną stroną ziarna żyta (szczególnie w żywieniu trzody chlewnej), oprócz ekonomiki produkcji jest działanie probiotyczne wpływające korzystnie na zdrowotność jelit, czy niższe skażenie mikotoksynami. Zaobserwowano także, że w przypadku odmian mieszańcowych, skażenie ziarna sporyszem jest znacznie ograniczone. Produkcyjne i ekonomiczne wyniki tuczu świń mieszankami o różnej zawartości żyta, wykazały wyższe dzienne przyrosty przy udziale 40 proc. zawartości żyta hybrydowego w mieszankach jak u osobników grupy kontrolnej czy w przypadku populacyjnych odmian. Jeszcze niższe tempo wzrostu miały grupy żywione paszą z 40 proc. udziałem żyta z wieloletniej reprodukcji.

Trzyletnie badania na temat uprawy różnych odmian żyta oraz jego przydatności w żywieniu zwierząt gospodarskich, wykazały, że żyto posiada ogromny potencjał produkcyjny i odpowiednią wartość paszową. Może być konkurencyjnym surowcem dla innych tradycyjnych zbóż ozimych przez osiągnięcie porównywalnych, a nawet lepszych wyników w tuczu niż mieszanki na bazie pszenicy, jęczmienia czy kukurydzy.

EFSA – Komisja ds. Bezpieczeństwa Żywności UE sygnalizuje, że jednym z kluczowych zagadnień przemysłu rolno-spożywczego jest zapewnienie nie tylko tanich produktów o

wysokiej jakości, ale także bezpieczeństwo łańcucha żywienia w całym rynku wspólnotowym. W tym zakresie żyto spełnia szczególnie ważną rolę jako zboże o wysokiej odporności na skażenia grzybowe i najniższym koniecznym poziomie agrotechniki.

Mikotoksykologiczna ocena ozimych odmian zbóż (okres 3 letnich badań).

Mikotoksyny są wtórnymi metabolitami grzybów pleśniowych, należących przede wszystkim do rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*. W Polsce do najważniejszych z punktu widzenia zdrowotnego i ekonomicznego należą m.in. ochratoksyna A, zearalenon oraz trichoteceny.

Mikotoksyny mogą powstawać w wielu surowcach i produktach rolnych, w bardzo różnych warunkach. Szczególnie narażone na ich występowanie są surowce roślinne, które następnie uzupełniają pasze dla zwierząt. Wtórne metabolity pleśni mają znaczący wpływ na gospodarkę, ponieważ powodują straty w pogłowie zwierząt lub trudności w prowadzeniu hodowli.

Celem badań było określenie zawartości trichotecenów (deoksyniwalenolu (DON), niwalenolu (NIV), 3-acetyloodeoxyniwalenolu (3ADON), monoacetoksycirpenolu (MAS), diacetoksycieprnolu (DAS), toksyn T-2 i HT-2), zealarenonu (ZEN) i ochratoksyny A (OTA) w ozimych odmianach zbóż.

Materiał badawczy składał się z 119 próbek (7 różnych odmian zbóż ozimych): pszenica ozima (Artist); jęczmień ozimy (Kosmos); pszenżyto ozime (Meloman); żyto ozime populacyjne - Dańkowskie Granat; żyto ozime hybrydowe - KWS Binntto; żyto ozime hybrydowe - KWS Serafino; żyto ozime Rye Farm Saved Seed (FSS) - niecertyfikowane nasiona rozmnażane w gospodarstwie ponad pięciokrotnie.

Materiał badawczy pobierany był w trzech sezonach zbiorów: 2016/2017 (6 lokalizacji); 2017/2018 (6 lokalizacji); 2018/2019 (5 lokalizacji).

Trichoteceny i zearalenon były ekstrahowane mieszaniną acetonitrylu i wody. Otrzymane ekstrakty zostały oczyszczone na kolumnkach BondElut Mycotoxin (Agilent). Oznaczenie zostało przeprowadzone z użyciem metody HPLC z detekcją spektrometrii mas (HPLC-MS/MS).

Ochratoksyna A była ekstrahowana mieszaniną acetonitrylu i wody. Otrzymane ekstrakty zostały oczyszczone na kolumnkach powinowactwa immunologicznego (OCHRAPREP). Oznaczenie zostało przeprowadzone z użyciem metody HPLC z detekcją fluorymetryczną (HPLC-FLD).

Wśród oznaczonych analitów, w każdym roku DON był najczęściej występującą mikotoksyną, podczas gdy najrzadziej występowały OTA i DAS.

DON wykryto w 95%, 88% i 80% próbek w kolejnych sezonach zbiorów, a jego średnie stężenie wynosiło odpowiednio 69,6; 13,6 i 16,3 µg/kg. Wartość maksymalną odnotowano w próbce żyta FSS (354 µg/kg). Najwyższe średnie stężenia uzyskano dla próbek pszenżyta (171 µg/kg i 36,0 µg/kg – odpowiednio pierwszy i trzeci sezon zbiorów) oraz jęczmienia (26,2 µg/kg – drugi okres badawczy) natomiast najniższe dla jęczmienia (20,1 µg/kg –

pierwszy sezon zbiorów), pszenicy (6,22 µg/kg – drugi sezon zbiorów) oraz żyta Dańkowskie Granat (5,30 µg/kg – trzeci sezon zbiorów).

Toksynę T-2 wykryto w 88%, 81% i 46% próbek w kolejnych sezonach badań (średnie stężenie wyniosły odpowiednio 1,99; 2,83 i 1,34 µg/kg). Maksymalną wartość tej toksyny stwierdzono w próbce jęczmienia (46,6 µg/kg). Najwyższe średnie stężenia odnotowano w próbkach pszenicy (3,9 µg/kg – pierwszy sezon zbiorów) oraz jęczmienia (10,6 i 6,76 µg/kg – odpowiednio drugi i trzeci sezon zbiorów), a najniższe w próbkach żyta Dańkowskie Granat (0,68 µg/kg), żyta FSS (0,49 µg/kg) oraz żyta KWS Serafino (0,15 µg/kg) – w kolejnych okresach badawczych.

83%, 62% i 43% analizowanych próbek zawierało w kolejnych sezonach badawczych toksynę HT-2, ze średnim stężeniem odpowiednio 7,7; 4,79 i 4,11 µg/kg. Maksymalne stężenie wykryto w próbce pszenicy (53,7 µg/kg). Probki pszenicy (w 1 i 2 sezonie zbiorów) i jęczmienia (w 2 i 3 sezonie zbiorów) zawierały toksynę HT-2 w najwyższym średnim stężeniu, natomiast najniższe stężenia stwierdzono w próbkach żyta: Dańkowskie Granat (2,97 µg/kg), FSS (1,0 µg/kg) i KWS Serafino (0,40 µg/kg) – w kolejnych okresach badawczych.

Wysoki procent zanieczyszczenia (76% oraz 64%) uzyskano dla ZEN w dwóch pierwszych sezonach zbiorów. Probka pszenicy Artist zawierała ZEN w najwyższym stężeniu - 41,6 µg/kg. Najniższe średnie stężenia ZEN stwierdzono w próbkach jęczmienia (0,63 µg/kg) oraz żyta FSS (0,21 µg/kg) w pierwszym i drugim sezonie zbiorów. W trzecim sezonie zearalenonu nie zawierały próbki pszenżyta, żyta Dańkowskie Granat, żyta KWS Binntto oraz żyta FSS. Najwyższe średnie stężenia ZEN stwierdzono w próbkach pszenicy (8,43 µg/kg), żyta KWS Binntto (0,94 µg/kg) odpowiednio w pierwszym i drugim sezonie zbiorów. Najwyższe średnie stężenie ZEN (pszenica Artist) w trzecim sezonie zbiorów było poniżej granicy oznaczalności metody.

NIV, 3ADON i MAS występowały w mniejszej liczbie badanych próbek. Najwyższe stwierdzone stężenie NIV i MAS uzyskano w próbce pszenicy (44,3 µg/kg i 6,64 µg/kg), a 3ADON w próbce jęczmienia (5,12 µg/kg).

Ochratoksynę A wykryto tylko w pierwszym sezonie zbiorów (maksymalne stężenie 2,75 µg/kg – żyto KWS Serafino), natomiast DAS w pierwszym i drugim okresie badawczym (stężenia poniżej granicy oznaczalności).

Przeprowadzone badania wykazały, że chociaż analizowane próbki zawierały większość metabolitów Fusarium, to ich stężenia były niskie i nie przekraczały dopuszczalnych poziomów (Rozporządzenie Komisji 1881/2006 EC).

Reasumując, żyto jest odporniejsze na fuzariozę i przez to może być mniej skażone mikotoksynami. Należy jednak unikać dłuższego składowania wilgotnego surowca. Przyjęte więc w ostatnich latach stanowisko, że ziarno żyta jest mało wartościowym surowcem paszowym może być nie do końca słuszne.

Średnie i maksymalne stężenia mikotoksyn w zbożach ozimych (µg/kg)																			
		2016/2017																	
		DON		NIV		3ADON		MAS		DAS		T2		HT2		ZEN		OTA	
		śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max
Artist	pszenica ozima	59,1	136	5,2	11,2	nw	<3,0	<1,5	<1,5	nw	nw	3,9	10,3	18,9	53,7	8,4	41,6	nw	nw
KWS Komos	jęczmień ozimy	20,1	40,1	4,8	18,9	<3,0	<3,0	nw	2,3	nw	<1,0	1,1	2,3	4,3	9,5	0,6	3,1	nw	nw
Meloman	pszenżyto ozime	171	244	<3,0	6,0	<3,0	<3,0	nw	<1,5	nw	nw	3,2	15,6	8,3	38,8	2,6	7,1	nw	<0,4
Dańkowskie Granat	żyto populacyjne ozime	37,1	96,6	nw	5,6	nw	nw	nw	<1,5	nw	nw	0,7	1,5	3,0	6,5	1,3	3,6	nw	<0,4
KWS Binntto	żyto hybrydowe ozime	45,8	137	3,1	9,7	nw	<3,0	nw	nw	nw	nw	1,7	5,4	7,8	23,9	2,5	10,2	nw	nw
KWS Serafino	żyto hybrydowe ozime	57,2	211	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	1,1	3,0	3,5	9,9	0,8	3,3	0,5	2,8
Rye Farm Saved Seed (FSS)	niecertyfikowane żyto ozime	97,1	354	nw	nw	nw	<3,0	nw	nw	nw	nw	2,2	6,6	8,0	29,8	1,6	6,8	nw	nw
		2017/2018																	
		DON		NIV		3ADON		MAS		DAS		T2		HT2		ZEN		OTA	
		śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max
Artist	pszenica ozima	6,2	20,2	8,9	44,3	nw	nw	1,61	6,64	nw	<1,0	4,4	14,7	13,0	44,9	0,6	2,1	nw	nw
KWS Komos	jęczmień ozimy	26,2	96,8	12,8	37,9	nw	<3,0	<1,5	4,4	<1,0	<1,0	10,6	46,6	13,0	33,1	0,7	2,6	nw	nw
Meloman	pszenżyto ozime	21,6	85,0	5,1	15,7	<3,0	<3,0	<1,5	3,9	nw	<1,0	1,3	2,8	2,3	8,6	0,6	1,8	nw	nw
Dańkowskie Granat	żyto populacyjne ozime	8,4	13,0	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	1,2	5,6	<2,0	3,2	<0,2	0,4	nw	nw
KWS Binntto	żyto hybrydowe ozime	12,4	27,9	5,4	26,4	nw	nw	<1,5	3,1	nw	nw	0,9	2,3	<2,0	2,6	0,9	3,1	nw	nw
KWS Serafino	żyto hybrydowe ozime	12,1	26,6	<3,0	4,7	nw	nw	nw	<1,5	nw	nw	0,9	2,6	<2,0	3,3	<0,2	1,2	nw	nw
Rye Farm Saved Seed (FSS)	niecertyfikowane żyto ozime	8,3	13,6	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	<0,6	1,0	<2,0	<2,0	<0,2	0,7	nw	nw
		2018/2019																	
		DON		NIV		3ADON		MAS		DAS		T2		HT2		ZEN		OTA	
		śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max	śr.	max
Artist	pszenica ozima	17,5	68,1	5,3	13,7	nw	nw	<1,5	2,15	nw	nw	0,8	2,4	5,6	18,6	<0,2	0,4	nw	nw
KWS Komos	jęczmień ozimy	35,6	99,5	4,0	13,0	<3,0	5,1	<1,5	2,6	nw	nw	6,8	14,7	17,6	32,0	nw	<0,2	nw	nw
Meloman	pszenżyto ozime	36,0	167	3,7	15,1	nw	<3,0	<1,5	<1,5	nw	nw	<0,6	1,5	<2,0	4,0	nw	nw	nw	nw
Dańkowskie Granat	żyto populacyjne ozime	5,3	13,6	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	<0,6	1,0	nw	2,4	nw	nw	nw	nw
KWS Binntto	żyto hybrydowe ozime	7,0	15,4	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	<0,6	1,1	<2,0	6,9	nw	nw	nw	nw
KWS Serafino	żyto hybrydowe ozime	6,4	17,0	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	0,7	nw	<2,0	nw	<0,2	nw	nw	nw
Rye Farm Saved Seed (FSS)	niecertyfikowane żyto ozime	6,2	11,3	nw	<3,0	nw	nw	nw	<1,5	nw	nw	<0,6	1,7	<2,0	5,5	nw	nw	nw	nw

nw – nie wykryto

Część II. Metale ciężkie

Materiał do – INSTRUKCJI WDROŻENIOWEJ

Przedstawione poniżej wyniki badań realizowanych przez Zakład Farmakologii, Toksykologii i Ochrony Środowiska są częścią Projektu ENERGYFEED*) realizowanego w latach 2016-2020, który ma na celu zapewnienie i ewaluację bazy tanich, efektywnych i bezpiecznych paszowych surowców energetycznych do produkcji zwierzęcej w oparciu o zasoby krajowe, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych odmian żyta.

Ocena zawartości i biodostępności kadmu, ołowiu i rtęci w glebie oraz ich przenikania do ziaren zbóż, mieszanek paszowych i tkanek świń.

Badano zawartość i biodostępność wybranych metali ciężkich (kadm [Cd], ołów [Pb] i rtęć [Hg]) w glebie pól doświadczalnych gdzie prowadzono uprawę wybranych zbóż oraz określono transfer Cd i Pb z gleby do ziarna zbóż. Do badań pobrano próbki gleby z 6 wybranych miejscowości w Polsce (Kondratowice, Walewice, Boguszyn, Wyczechy, Prusim i Marianowo. W wyznaczonych miejscowościach uprawiono siedmiu gatunków zbóż (żyto: Dańkowskie Rubin żyto - ozime populacyjne, KWS Binntto - żyto ozime heterozyjne, KWS Serafino - żyto ozime heterozyjne, żyto NN; pszenica: Artist - pszenica ozima; pszenżyto: Meloman - pszenżyto ozime i jęczmień: KWS Kosmos - jęczmień ozimy wielorzędowy). Reprezentatywne próbki nasion pobrano do oznaczeń zawartości badanych metali. Ponadto zbadano zawartość Cd, Pb i Hg w surowcach paszowych wykorzystywanych do produkcji mieszanek paszowych do żywienia zwierząt objętych zaplanowanymi doświadczeniami. Zbadano zawartość Cd, Pb i Hg w mięśniach, wątrobie i nerkach zwierząt grup kontrolnych i doświadczalnych z maksymalnym 60% udziałem ziarna wybranych zbóż.

Prowadzone badania wykazały, że rośliny zbożowe są zdolne do pobierania różnych ilości kadmu i ołowiu z gleby. Wyniki analiz próbek gleby pobrane w 2018r. wykazały różne zawartości ołowiu i kadmu, które wahały się odpowiednio od 14,8 do 37,4 mg/kg i od 14,6 do 2791 µg/kg. Biodostępność ołowiu i kadmu wahała się odpowiednio od 0,7 do 95,5% i od 11,5 do 46,6%. Największa biodostępność kadmu 95,5% przy zawartości 44,0 mg/kg stwierdzono w miejscowości Kondratowice, zaś największą biodostępność ołowiu 40,6% przy zawartości 18,1 mg/kg stwierdzono w miejscowości Wyczechy.

Największą zawartość kadmu (51,6 µg/kg) i ołowiu (209 µg/kg) stwierdzono w ziarnach odmiany jęczmienia ozimego wielorzędowego KWS Kosmos, zaś najniższe wartości kadmu (5,32 µg/kg) stwierdzono w ziarnach odmiany ozimego żyta populacyjnego „Dańkowskie Rubin”, pszenżyta ozimego odmiany „Meloman (6,23 µg/kg) i heterozyjnego żyta ozimego (KWS Binntto, 6,82 µg/kg).

Obliczono przenikanie kadmu i ołowiu z gleby do ziaren zbóż i wykazano, że największa wartość występuje w ziarnach odmiany jęczmienia ozimego wielorzędowego KWS Kosmos (odpowiednio 214,9% i 5,8%). Najniższy przenikanie Cd (20,1%) stwierdzono w odmianie populacyjnego żyta ozimego „Dańkowskie Rubin”.

Analiza gleba wybranych miejscowości w 2019r. wykazała największą dostępność kadmu w miejscowości Kondratowice, zaś największą biodostępność ołowiu w miejscowościach Kondratowice (65%) i Boguszyn (65,2%). Badane próbki ziarna zbóż zebranych z pól doświadczalnych w 2019 roku wykazało, że odmiana pszenicy ozimej „Artist” i odmiana pszenżyta „Meloman” cechują się największą zdolnością pobierania kadmu z gleby. W ziarnach zbóż zebranych z pól w trzech badanych miejscowościach (Prusim, Wyczechy i Suchodębie) kumulacja kadmu wynosiła od 64% do 123% dla odmiany pszenicy Artist, a od 70,6% do 100% dla odmiany Meloman. Natomiast zdolność do kumulacji kadmu wszystkich odmianach żyta była niższa. Jedynie w miejscowości Suchodębie ziarna heterozyjnego żyta ozimego (odmiana Serafino) i żyta NN wykazały wysoki kumulację kadmu dostępnego w glebie wynoszącą, odpowiednio 70,6 i 64,7%. Najniższą zdolność kumulacji kadmu w ziarnach wykazały odmiana żyta populacyjnego (Dańkowskie granat 10,2-52,9%) oraz żyta hybrydowego KWS Binntto (10,2-47,1%). Zdolność kumulacji ołowiu we wszystkich badanych zbożach wynosiła od 0,34% do 2,02% dostępnego Pb w glebie. Najwyższą zdolność kumulacji Pb 2,01% i 2,02% stwierdzono w pszenżycie Meloman i KWS Serafino, odpowiednio w miejscowościach Marianowo i Prusim.

Zbadano zawartość kadmu, ołowiu i rtęci w ziarnach 15 odmian żyta ozimego uprawianych w miejscowości Kondratowice. Stwierdzono różnice w zdolności kumulacji Cd i Pb różnych odmian. Wyniki wykazały największą zawartość kadmu 0,030 mg/kg (zdolność kumulacji = 71,4 %) w ziarnach odmiany „Dańkowskie Granat”, zaś największą zawartość ołowiu 0,314 mg/kg (zdolność kumulacji = 4,64%) w ziarnach odmiany SU Stakkato. Najniższą zdolność kumulacji Cd (7,14%) stwierdzono w odmianie SU Performer. Zdolność kumulacji Pb w większości badanych odmian była poniżej 2,0% a najniższy wartość (0,59%) stwierdzono w odmianie KWS BINETTO. Zawartość rtęci zarówno w glebie jak i w ziarnach zbóż w wielu przypadkach były poniżej limitu detekcji metody (Tab. 4.b.1.).

Analiza zawartości kadmu, ołowiu i rtęci w 28 odmianach pszenicy ozimej uprawianych w miejscowości Kondratowice wykazały największą zawartość kadmu 0,118 mg/kg (zdolność kumulacji = 280,9 %) w ziarnach odmiany „Owacja”, zaś największą zawartość ołowiu 0,98, 1,11 i 1,06 mg/kg (odpowiednio, zdolność kumulacji = 14,5; 16,4 i 15,9 %) wykazano, odpowiednio w ziarnach odmian „Owacja”, „Hubery” i „Nordkap” (Tab. 4.b.2.).

Zawartość rtęci w badanych próbach gleby była niska i czasem poniżej limitu detekcji metody. W związku z powyższym nie określono transfer tego pierwiastka.

Wyniki badań zawartości Cd, Pb i Hg w surowcach paszowych oraz w mieszankach paszowych wykazały zróżnicowaną ich zawartość zależną poziomów w ziarnach różnych zbóż. W mieszankach paszowych najwyższy poziom Cd i Pb wynosiły odpowiednio 0,70 i 10,4 mg/kg s.m., zaś najniższą zawartość kadmu i ołowiu, odpowiednio 0,009 i 0,053 mg/kg.

Zawartości kadmu, ołowiu i rtęci w mięśniach, wątrobach i nerkach badanych zwierząt była zależna od zawartości tych pierwiastków w mieszankach paszowych którymi były one żywione, jednak poziomy te nie przekraczały dopuszczalne ilości.

Tabela 4.b.1. Zawartość kadmu (Cd) ołowiu (Pb) i rtęci (Hg) w odmianach żyta ozimego w miejscowości Kondratowice 2018r.					
Nazwa odmiany	Cd (mg/kg)	Kumulacja (% dostępnego Cd w glebie)	(Pb mg/kg)	Kumulacja (% dostępnego Cd w glebie)	Hg (mg/kg)
KWS MATINO	0,010	23,8 %	-	-	0
Dańkowskie HADRON	0,012	28,6	0,081	1,2 %	0
Dańkowskie GRANAT	0,030	71,4	0,136	2,01	0
Dańkowskie SKAND	0,015	35,7	0,111	1,64	0
SU GERRIT	0,019	45,2	0,179	2,65	0
KWS BINETTO	0,007	16,7	0,040	0,59	0
KWS WINETTO	0,007	16,7	0,073	1,08	0
KWS BONO	0,021	50,0	0,183	2,71	0
KWS LIVADO	0,009	21,4	0,064	0,95	0
KWS FLORANO	0,007	16,7	0,044	0,65	0
SU PERFORMER	0,003	7,14	0,059	0,87	0
SU ARVID	0,006	14,3	0,103	1,52	0
SU STAKKATO	0,005	11,9	0,314	4,64	0
ANTONINSKIE	0,011	26,2	0,057	0,84	0
KWS SERAFINO	0,016	30,1	0,100	1,48	0

Tabela 4.b.2. Zawartość kadmu (Cd) ołowiu (Pb) i rtęci (Hg) w odmianach pszenicy ozimej w miejscowości Kondratowice 2018r					
Nazwa odmiany	Cd (mg/kg)	Kumulacja (% dostępnego Cd w glebie)	Pb (mg/kg)	Kumulacja (% dostępnego Cd w glebie)	Hg (mg/kg)
OWACJA	0,118	280,9	0,980	14,5	0
KWS LIVIUS	0,021	50	0,120	1,78	0
KWS Kilimangaro	0,039	92,9	0,114	1,69	0
OSTROGA	0,024	51,1	0,087	1,29	0
OZON	0,024	51,1	0,253	3,74	0
CONSUS	0,017	40,5	0,114	1,69	0
MEDALISTA	0,017	40,5	0,135	2,0	0
ARTIST	0,013	30,9	0,100	1,48	0
PATNAS	0,040	95,0	0,146	2,16	0
LINUS	0,027	64,3	0,134	1,98	0
JULIUS	0,019	45,2	0,074	1,09	0
TYTANIKA	0,014	33,3	0,095	1,41	0
FORMACJA	0,012	28,6	0,087	1,29	0
KOMETA	0,011	26,2	0,087	1,29	0
RTG KICKIEN	0,008	19,0	0,087	1,29	0
KWS LOFT	0,012	28,6	0,085	1,26	0
KWS SPENCER	0,011	26,2	0,070	1,04	0
JAROSCH	0,016	38,1	0,127	1,88	0
KWS KIRAN	0,020	47,6	0,228	3,37	0
BONANZA	0,020	47,6	0,408	6,04	0
HUBERY	0,015	35,7	1,110	16,4	0
LG JUTTA	0,032	76,2	0,302	4,47	0
DELAWAR	0,012	28,6	0,141	2,09	0
RTG BINANZ	0,011	26,2	0,079	1,17	0
BELISSA	0,024	57,1	0,210	3,11	0
DAKOTA	0,016	38,1	0,114	1,69	0
NORDKAP	0,014	33,3	1,060	15,9	0
LINDBERGH	0,030	71,4	0,960	14,2	0

Wyraźnie widać niższe stężenia badanych pierwiastków w narządach tuczników żywionych paszą z 60% udziałem hybrydowych odmian żyta. Jednakże zauważono tendencję do nieco

wyższych wartości kadmu i ołowiu w mięśniach tuczników, które karmione były mieszankami z dodatkiem enzymów NSP.

Stosowanie nowoczesnych odmian żyta w żywieniu zwierząt, dzięki mniejszej zawartości metali ciężkich zwiększą higienę pasz i bezpieczeństwo w łańcuchu żywieniowym.