



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII  
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO  
im. prof. Wacława Dąbrowskiego  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

# **ZIARNO ŻYTA ze zbiorów 2024 r.**

Badania zrealizowane w ramach Zadania 1. „Analiza jakości surowców rolnych z uwzględnieniem zagrożenia wystąpienia substancji skażających” realizowanego na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

# **ZIARNO ŻYTA**

## **ze zbiorów 2024 r.**

Autorzy: dr hab. inż. Marcin Bryła, prof. IBPRS-PIB  
dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS-PIB  
mgr inż. Joanna Kanabus  
mgr inż. Dominik Drewnowski  
mgr inż. Daria Padewska  
inż. Izabela Zalewska  
mgr inż. Magdalena Ziółkowska  
inż. Magdalena Szczepańska  
mgr inż. Angelika Kosowska  
mgr inż. Weronika Orzechowska  
inż. Magdalena Beczek  
dr Krystyna Szymczyk  
dr inż. Olga Świder  
dr Agata Żak-Kułakowicz  
dr Krystyna Leśnowolska-Wnuczek

Zakład Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności  
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego –  
Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa, grudzień 2024 r.

## 1. Wprowadzenie

Zapewnienie jakości i bezpieczeństwa żywności w krajach członkowskich stanowi jedno z głównych założeń polityki Unii Europejskiej. Aktualnie obowiązujące w tym zakresie regulacje zostały ujęte w rozporządzeniu Komisji (UE) 2023/915 z dn. 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006. Jak wskazano w wyżej wymienionym dokumencie, najwyższe dopuszczalne poziomy powinny być określone na rygorystycznym poziomie, którego osiągnięcie jest rozsądnie możliwe dzięki korzystaniu z dobrych praktyk w zakresie rolnictwa, rybołówstwa i produkcji, oraz z uwzględnieniem ryzyka związanego z konsumpcją żywności. Żywność zawierająca zanieczyszczenia przekraczające najwyższe dopuszczalne poziomy nie tylko nie powinna być wprowadzana do obrotu jako taka, ale również nie powinna być stosowana jako składnik żywności ani mieszana z żywnością. W przypadku możliwego ryzyka dla zdrowia najwyższe dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń powinny zostać ustalone na najniższym rozsądnie osiągalnym poziomie. W oparciu o dane naukowe oraz stosowne ekspertyzy Komisja Europejska wdraża i aktualizuje regulacje w zakresie bezpieczeństwa żywności obowiązujące w państwach członkowskich. Mając na celu ochronę zdrowia konsumentów wymagania w odniesieniu do obecności zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych w żywności stają się coraz bardziej restrykcyjne.

Podstawową metodą ograniczania ryzyka występowania niedopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń chemicznych w żywności jest strategia ograniczania ich obecności w surowcach rolnych, w tym poprzez stosowanie dobrych praktyk produkcyjnych. Niemniej, obecności licznej grupy zanieczyszczeń chemicznych w surowcach rolnych nie można wyeliminować metodami agrotechnicznymi z uwagi na ich środowiskowy charakter lub nie antropogeniczne źródło powstawania. Stąd też, składniki żywności oraz surowce rolne muszą być w tym zakresie kontrolowane. Technicznie nie jest możliwe wykonywanie badań analitycznych wszystkich partii surowców rolnych wytwarzanych przez krajowe rolnictwo. Z punktu widzenia ryzyka wystąpienia niedopuszczalnych zawartości substancji regulowanych przepisami prawa żywnościowego, nie ma to również uzasadnienia.

W zakresie prac corocznie realizowanych w IBPRS–PIB przeprowadzana jest analiza podstawowych surowców zbożowych z krajowych zbiorów, uwzględniająca występowanie substancji skażających takich jak pozostałości środków ochrony roślin, mykotoksyny, metale ciężkie, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz alkaloidy sporyszu (dot. ziarna żyta). Efektem prowadzonych przez Instytut prac jest udostępnienie rolnikom, producentom żywności oraz uczestnikom łańcucha dostaw żywności kompleksowej informacji o jakości surowców rolnych produkowanych przez polskie rolnictwo. Kluczowe jest zapewnienie informacji o ryzyku wystąpienia substancji skażających z uwagi na ryzyko w wymianie handlowej surowcami i ryzyko wystąpienia konieczności wycofania produktów lub surowców z rynku.

## 2. Identyfikacja substancji skażających

### 2.1. Mykotoksyny

Mykotoksyny są toksycznymi metabolitami grzybów pleśniowych znajdującymi w różnych produktach spożywczych na całym świecie. W produktach tych, nierzadko znajdujących jest więcej niż jeden związek, co może mieć negatywny wpływ na bezpieczeństwo żywności i zdrowie konsumentów (Juan i in. 2016). Skażenie roślin mykotoksynami ma poważne ekonomiczne konsekwencje dla światowej gospodarki. Szacuje się, że ok. 25% światowej produkcji zbóż i ok. 20% produkcji roślinnej ogółem, może być skażona samymi toksynami grzybów *Fusarium*, a poziom skażenia może różnić się znacznie w zależności od lokalnych warunków geograficznych. Obecność mykotoksyn w żywności i paszach, stwarza więc ogromne ryzyko dla ich bezpieczeństwa (Bryła et al. 2018).

Mykotoksyny mogą podlegać modyfikacjom na skutek warunków środowiska oraz aktywności organizmów. W literaturze najczęściej uwagi poświęca się roślinnym metabolitom mykotoksyn, powstałym w procesach detoksykacji. Związki z tej grupy często nazywane są "zamaskowanymi mykotoksynami", ponieważ nie są one wykrywalne w rutynowych analizach żywności w kierunku oceny zawartości mykotoksyn. Liczne badania prowadzone w ostatnich latach pozwoliły na odkrycie znacznej liczby nieznanych dotąd pochodnych mykotoksyn. Mnogość tych związków stała się przyczyną prób ich klasyfikacji. Zmodyfikowane mykotoksyny powstałe wskutek degradacji lub trawienia związków macierzystych często cechują się zmniejszoną toksycznością lub nawet nie wykazują żadnych efektów toksycznych. W zależności od mykotoksyny proces ten może mieć różne mechanizmy, wśród których wymienia się utratę grup funkcyjnych warunkujących toksyczność i zmniejszoną biodostępność. Jednocześnie nie brakuje badań wskazujących na wyższą toksyczność pochodnych mykotoksyn w porównaniu z ich podstawowymi analogami. Jednym z głównych problemów z oceną toksyczności mykotoksyn i współwystępujących z nimi zmodyfikowanych form w żywności jest wysoce prawdopodobna interakcja pomiędzy nimi w środowisku *in vivo*. Może ona prowadzić do zwiększenia toksyczności jej komponentów poprzez wywoływanie efektu synergistycznego. Wykazano także, że część pochodnych mykotoksyn jest absorbowana w jelitach w znacznie większym stopniu w odniesieniu do związków, z których powstały.

#### 2.2. Pozostałości środków ochrony roślin

Pestycydy obejmują ogromną liczbę substancji chemicznych o zróżnicowanej strukturze i właściwościach fizykochemicznych. Są substancjami, które z racji swojej natury mogą stanowić istotne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Obecność pestycydów w żywności jest konsekwencją stosowania konwencjonalnych metod ochrony roślin w rolnictwie. Zabiegi agrotechniczne stosowane w ochronie roślin mogą ponadto powodować przedostawanie się substancji aktywnych środków ochrony roślin do gleby i wody.

#### 2.3. Metale i inne pierwiastki

Zawartość składników mineralnych, w tym metali ciężkich w ziarnie zbóż, podobnie jak i w innych płodach rolnych jest zależna od szeregu czynników środowiskowych. Czynniki te, to m.in. zasobność gleby w składniki mineralne, odczyn gleby i warunki klimatyczne, a w przypadku kadmu i ołowiu istotny wpływ na ich zawartość może mieć bliskość dróg szybkiego ruchu, większych aglomeracji miejskich czy zakładów przemysłowych. Pierwiastki śladowe, w tym również należące do grupy metali ciężkich, występują w sposób naturalny w każdym środowisku w ilościach odpowiadających wartości tzw. tła naturalnego. Rośliny są głównym odbiorcą składników mineralnych z gleby i jednocześnie głównym ich źródłem w żywieniu zwierząt i ludzi.

#### 2.4. Alkaloidy sporyszu

Żyto spośród zbóż, jest najbardziej podatne na choroby kwiatostanu spowodowane przez grzyby z rodzaju *Claviceps*, powszechnie nazywane sporyszem. Jest to choroba traw, której nazwa odnosi się również do ciemnej struktury grzybowej zwanej sklerotią. Spośród znanych około 40 gatunków *Claviceps*, największy problem dla bezpieczeństwa żywności i pasz stanowi *Claviceps purpurea*, który w umiarkowanym klimacie potrafi infekować ok. 400 gatunków traw, w tym zbóż. U rośliny samopylnych, do których należą m. in., pszenica, jęczmień czy sorgo zapylenie zachodzi przy zwartych kwiatostanach. W związku z tym obserwuje się u nich niski stopień zakażeń sporyszem. W przeciwieństwie do tych gatunków, kwiaty rośliny obcopylnych, takich jak żyto czy proso, lub mieszańce samo- i obcopylnych zbóż, muszą pozostawać otwarte w celu zapewnienia zapylenia krzyżowego. Czynniki które wpływają na wystąpienie infekcji to m. in. czas kwitnienia roślin; zdolność roślin do zapładniania przed wystąpieniem infekcji, który z kolei zależnym od dostępności pyłku; odporności na infekcję grzybiczą lub rozprzestrzeniania się grzybów w gynoecium, a także warunki pogodowe na krótko przed kwitnieniem i podczas kwitnienia. Głównym zagrożeniem

związanym z występowaniem sporyszu jest nie tylko spadek wydajności plonów (5-10%) w uprawach komercyjnych, ale także zanieczyszczenie zbiorów toksycznymi alkaloidami obecnymi w sklerotiach, zwanymi potocznie alkaloidami sporyszu. *C. purpurea* wytwarza trzy główne grupy alkaloidów, tj. alkaloidy klawinowe, kwas D-lizergowy i jego pochodne oraz ergopeptyny. Alkaloidy sporyszu występują w dwóch enancjomerycznych formach. Związki mające konfigurację R przy atomie węgla C8 (nazwa oznaczona przyrostkiem „-ina”), zawierają podwójne wiązanie przy C9-C10 pierścieniu ergoliny i ulega epimeryzacji przy C8 (S). Nazwy epimeryzowanych związków posiadają przyrostek „-inina”. Alkaloidy sporyszu o konfiguracji R łatwo ulegają przekształceniu w enancjomery S w warunkach zasadowych, jak również podczas długiego przechowywania. Alkaloidy sporyszu wywołują wiele problemów zdrowotnych zarówno u ludzi i zwierząt. Do XIX w. przed wprowadzeniem norm zbożowych dla sporyszu, sklerotia były mielone wraz ziarnem żyta, z którego mąka była wykorzystywano do pieczenia chleba. Objawy występujące w przypadku zatrucia nazywano „ergotyzyzm”. Ogólnie alkaloidy sporyszu odpowiedzialne są za dwa rodzaje objawów ergotyzyzmu, do których należy działanie konwulsyjne (skurcze mięśni, gorączka, halucynacje, zniekształcone postrzeganie) oraz gangrenowate (gwałtowne pieczenie, obwodowe impulsy i bóle słabo unaczynionych narządów dystalnych takich jak palce u rąk i nóg, utrata czucia obwodowego, obrzęk, sucha zgorzel). Panel naukowy ds. toksycznych substancji w łańcuchu żywnościowym Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) określił grupową ostrą dawkę referencyjną (ARfD) dla EAs (z ang. EAs – *ergot alkaloids*) w wysokości 1 µg/kg masy ciała i grupowe tolerowane dzienne pobranie w wysokości 0,6 µg/kg masy ciała (TDI).

### 3. Metodyka badań

#### 3.1. Liczba próbek do badań

W ramach realizacji zadania 1 realizowanego we współpracy z Zakładem Przetwórstwa Zbóż i Piekarnictwa IBPRS-PIB zgromadzono 85 próbek ziarna żyta, które badaniom w kierunku obecności substancji skażających (z wyjątkiem glifosatu, którego zawartość oznaczono w 25 próbkach). Próbki do badań pozyskano bezpośrednio od rolników za pośrednictwem Ośrodków Doradztwa Rolniczego. Próbki pochodziły z roku 2024 z różnych rejonów klimatyczno-uprawowych, przyjętych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) dla potrzeb oceny odmian w Polsce. Badania prowadzono zgodnie z metodykami stosowanymi w Zakładzie Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności IBPRS-PIB.

### 4. Wyniki badań, analiza ryzyka i rekomendacje

#### 4.1. Zawartość mykotoksyn w ziarnie żyta ze zbiorów 2024 r.

Maksymalne dopuszczalne zawartości mykotoksyn w ziarnie zbóż zostały określone w rozporządzeniu Komisji (UE) 2023/915 z dn. 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006. W zakresie najwyższych dopuszczalnych zawartości deoksyniwalenolu wprowadzono do w/w dokumentu aktualizację – Rozporządzenie Komisji (UE) 2024/1022 z dnia 8 kwietnia 2024 r. zmieniające rozporządzenie (UE) 2023/915 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów deoksyniwalenolu w żywności. Wytyczne ujęte w Rozp. 2023/915 zostały również zaktualizowane w zakresie występowania toksyn HT-2 i T-2 – Rozporządzenie Komisji (UE) 2024/1038 z dnia 9 kwietnia 2024 r. zmieniające rozporządzenie (UE) 2023/915 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów toksyn T-2 i HT-2 w żywności. W niniejszym raporcie uwzględniono aktualnie obowiązujące NDZ mykotoksyn określone w wymienionych dokumentach.

Najczęściej wykrywaną mykotoksyną w ziarnie żyta był zearalenon (ZEN). Odsetek próbek pozytywnych w których stwierdzono obecność tego związku wynosił 36,5% a jego średnia zawartość kształtowała się na poziomie 26,2 µg/kg (10,6–64,1). Deoksyniwalenol

(DON) oraz HT-2 i T-2 były obecne w 14,1% próbek. Średni poziom DON był równy 86,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (50,1–135,6), natomiast toksyn HT-2 i T-2 14,9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (10,4–35,9) (Tabela 1 i 2).

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie zawartości mykotoksyn w badanych próbkach żyta.

Toksyna	n pozytywnych	średnia	mediana	min	max	max % NDZ
		[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]				
DON	12	86,1	85,0	50,1	135,6	14
ZEN	31	26,2	27,2	10,6	64,1	64
HT-2+T-2	12	14,9	12,6	10,4	35,9	72

W tabeli 2 przedstawiono maksymalne dopuszczalne zawartości w ziarnie żyta w odniesieniu do toksyn *Fusarium*. W żadnej z badanych próbek nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnych maksymalnych zawartości badanych mykotoksyn. DON był obecny w badanych próbkach na poziomie poniżej 0,25NDZ. Maksymalne zawartości DON, ZEN i HT-2+T-2 stanowiły odpowiednio 14, 64 i 72% NDZ.

Tabela 2. Zawartości mykotoksyn w badanych próbkach żyta w stosunku do których określono maksymalne dopuszczalne zawartości.

Toksyna	% pozytywnych	NDZ	$\geq\text{NDZ}$		$\geq 0,5\text{NDZ}$		$\geq 0,25\text{NDZ}$	
		[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	n	%	n	%	n	%
DON	14,1	1000	0	-	0	-	0	-
ZEN	36,5	100	0	-	1	3,2	18	58,1
HT-2+T-2	14,1	50	0	-	1	8,3	6	50,0

W próbkach żyta, w których zawartość badanych toksyn była na poziomie poniżej wartości LOQ, przyjęto założenie, że zawartość ta w odniesieniu do wszystkich toksyn wynosi  $0,5 \cdot \text{LOQ}$ . Tym samym, w przypadku toksyn o relatywnie niskim odsetku próbek zawierających toksyny powyżej poziomu LOQ, średnia zawartość tych toksyn w życie była niższa w porównaniu z zawartością tych toksyn w próbkach pozytywnych (powyżej LOQ) (tabela 1–4).

Tabela 3. Zbiorcze zestawienie zawartości mykotoksyn w badanych próbkach żyta, wyniki przedstawiono jako środkowa granica oznaczenia ( $<\text{LOQ} = 0,5 \cdot \text{LOQ}$ )

Toksyna	n badanych	średnia	mediana	min	max	max % NDZ
		[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]				
DON	85	33,6	25	25	135,6	14
ZEN		12,7	5	5	64,1	64
HT-2+T-2		6,4	5	5	35,9	72

Tabela 4. Zawartości mykotoksyn w badanych próbkach żyta w stosunku do których określono maksymalne dopuszczalne zawartości, wyniki przedstawiono jako środkowa granica oznaczenia ( $<\text{LOQ} = 0,5 \cdot \text{LOQ}$ )

Toksyna	NDZ	$\geq\text{NDZ}$		$\geq 0,5\text{NDZ}$		$\geq 0,25\text{NDZ}$		max % NDZ
	[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	n	%	n	%	n	%	
DON	1000	0	-	0	-	0	-	14
ZEN	100	0	-	1	1,2	18	21,2	64

HT-2+T-2	50	0	-	1	1,2	6	7,1	72
----------	----	---	---	---	-----	---	-----	----

#### 4.2. Pozostałości pestycydów w ziarnie żyta ze zbiorów 2024 r.

W badanych 85 próbkach ziarna żyta wykonano oznaczenia pozostałości środków ochrony roślin różnych grup chemicznych (patrz Załącznik 1. Wykaz substancji aktywnych środków ochrony roślin). Dodatkowo w 25 badanych próbkach wykonano oznaczenia pozostałości glifosatu.

Spośród 85 próbek żyta, pozostałości pestycydów zidentyfikowano w 6 próbkach, co stanowi 7%. Pozostałe próbki charakteryzowały się pozostałościami pestycydów na poziomie poniżej granicy oznaczalności stosowanej metody. Badane próbki zawierały od 1 do 2 związków aktywnych. Łącznie zidentyfikowano w badanym materiale 4 różne związki aktywne pestycydów. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczeń NDP. Z największą częstotliwością zidentyfikowano pozostałości insektycydów fosforoorganicznych (malation – 4 próbki, pirymifos metylowy – 2 próbki) oraz fungicydów (azoksystrobina – 2 próbki, tebukonazol – 1 próbka). Pozostałości tych substancji stanowiły nie więcej niż 6,7 % NDP. Oznaczone pozostałości pestycydów były generalnie na niskim poziomie (0,01 – 0,03 mg kg<sup>-1</sup>) oscylujące blisko granicy oznaczalności stosowanej metody wynoszącej 0,01 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5 i 6).

Tabela 5. Substancje aktywne pestycydów wykryte w badanych próbkach żyta.

L.p.	Substancja aktywna	n	Zawartość [mg kg <sup>-1</sup> ]		NDP [mg kg <sup>-1</sup> ]	Maksymalny % NDP
			min	max		
1	Tebukonazol	1	0,02	0,02	0,3	6,7%
2	Azoksystrobina	2	0,01	0,01	0,5	2,0%
3	Pirymifos metylowy	2	0,01	0,03	0,5	6,0%
4	Malation	4	0,01	0,02	8	0,3%

Tabela 6. Pozostałości pestycydów w badanych próbkach żyta.

Substancja	Liczba próbek	Liczba s.a.*	Próbek z pozostałościami [n]	Próbek z pozostałościami [%]	Liczba próbek zawierających 1 s.a.	Liczba próbek zawierających 2 s.a.	Liczba próbek zawierających 3+ s.a.	Liczba próbek z przekroczeniami NDP*	Liczba próbek ≥ 0,5 NDP
Pestycydy z wyłączeniem glifosatu	85	4	6	7%	3	3	0	0	0

W żadnej z badanych próbek pozostałość glifosatu nie przekraczała maksymalnej dopuszczalnej wartości, która dla żyta wynosi 10 mg kg<sup>-1</sup>. Wszystkie badane próbki cechowały się pozostałościami glifosatu na poziomie poniżej granicy oznaczalności (0,08 mg kg<sup>-1</sup>) (Tabela 7).

Tabela 7. Pozostałości glifosatu w badanych próbkach żyta.

Substancja aktywna	n	Liczba próbek z pozostałościami n (%)	Zawartość [mg kg <sup>-1</sup> ]		NDP [mg kg <sup>-1</sup> ]	Maksymalny % NDP
			min	max		
Glifosat	25	0 (0%)	<0,08	<0,08	10	<0,8%

#### 4.3. Zawartość metali ciężkich w ziarnie żyta ze zbiorów 2024 r.

Uzyskane wyniki zawartości metali ciężkich w próbkach żyta ze zbiorów 2024 roku przedstawiono w tabelach 8–9.

Ołów i kadm były obecne na poziomie wyższym lub równym granicy oznaczalności w większości badanych próbek żyta, odpowiednio 82,4 i 91,8%. Zawartość kadmu mieściła się w granicach od wartości poniżej granicy oznaczalności do 0,067 mg/kg. Biorąc pod uwagę niższą NDZ kadmu dla ziarna żyta (0,05 mg/kg) w porównaniu do innych zbóż, maksymalna zawartość tego pierwiastka obecna w jednej z badanych próbek żyta stanowiła 134% NDZ. Zawartość ołowiu wahała się od wartości poniżej granicy oznaczalności do 0,159 mg/kg (80% NDZ); średnio 0,034 mg/kg. Arsen był obecny w niskich stężeniach, w niewielkim odsetku badanych próbek żyta, 2,4% próbek pozytywnych. Rtęci nie wykryto w żadnej z badanych próbek żyta.

Tabela 8. Zakres zawartości metali ciężkich w badanych próbkach żyta. Wyniki przedstawiono jako środkowa granica oznaczenia ( $<LOQ = 0,5 * LOQ$ ).

Pierwiastek	n	$\geq LOQ$		Zawartość [mg kg <sup>-1</sup> ]			
		n	%	min	max	mediana	średnia
Ołów	85	70	82,4%	0,000	0,159	0,027	0,0339
Kadm	85	78	91,8%	0,000	0,067	0,013	0,0151
Arsen	85	2	2,4%	0,00	0,02	0,00	0,0004
Rtęć	85	0	-	0,000	0,0000	0,000	0,0000

Tabela 9. Zawartość metali ciężkich w badanych próbkach żyta.

Pierwiastek	NDZ [mg kg <sup>-1</sup> ]	Próbki o stężeniu						Maks % NDZ
		$\geq NDZ$		$\geq 0,5 NDZ$		$\geq 0,25 NDZ$		
Ołów	0,2	0	-	2	2,4%	24	28,2%	80%
Kadm	0,05	1	1,2%	18	21,2%	43	50,6%	134%

#### 4.4. Alkaloidy sporyszu w życie

Maksymalne dopuszczalne zawartości alkaloidów sporyszu w ziarnie zbóż zostały określone w rozporządzeniu Komisji (UE) 2023/915 z dn. 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006. W 2024 r. wprowadzono Rozporządzenie Komisji (UE) 2024/1808 z dnia 1 lipca 2024 r. zmieniające rozporządzenie (UE) 2023/915 w odniesieniu do daty rozpoczęcia stosowania niższych najwyższych dopuszczalnych poziomów skleroty sporyszu i alkaloidów sporyszu w żywności, w którym określono późniejszy termin rozpoczęcia obowiązywania niższych NDZ alkaloidów sporyszu (zmiana z 500 na 250 µg/kg), tj. 1 lipca 2028 r. (pierwotnie obniżone NDZ alkaloidów sporyszu miały obowiązywać od 1 lipca 2024 r.). W niniejszym raporcie uwzględniono aktualnie obowiązujące NDZ alkaloidów sporyszu, tj. 500 µg/kg. W tabeli 10 przedstawiono listę badanych alkaloidów sporyszu wraz z wartościami granicy oznaczalności stosowanej metody dla poszczególnych związków.

Tabela 10. Granice oznaczalności (LOQ) badanych alkaloidów sporyszu.

LOQ [µg/kg]
-------------



Ergometryna	6
Ergometrynina	4
Ergozyna	5
Ergozynina	2
Ergotamina	5
Ergotaminina	2
Ergokornina	5
Ergokorninina	2
Ergokryptyna	5
Ergokryptynina	2
Ergokrystyna	5
Ergokrystynina	2
LOQ - granica oznaczalności	

Najczęściej znajdowanymi alkaloidami sporyszu w ziarnie żyta były ergozynina (45% próbek pozytywnych), ergokryptynina (15%) i ergokryptyna (12%). Średnie zawartości tych związków były równe odpowiednio 10,1; 23,4 oraz 35,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Z podobną częstotliwością (7–9%) występowały w badanych próbkach ergozyna, ergotamina, ergotaminina, ergokornina, ergokorninina, ergokrystyna i ergokrystynina. Jedna próbka żyta zawierała ergometrynę. W żadnej z badanych próbek nie odnotowano obecności ergometryniny na poziomie  $\geq\text{LOQ}$  (tabela 11).

Tabela 11. Zbiorcze zestawienie zawartości poszczególnych alkaloidów sporyszu w badanych próbkach żyta.

	n pozytywnych	% pozytywnych	min	max	średnia	mediana
			[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]			
Ergometryna	1	1%	17,9	17,9	17,9	17,9
Ergometrynina	0	0%	-	-	-	-
Ergozyna	8	9%	5,0	43,5	21,1	19,0
Ergozynina	38	45%	2,1	30,4	10,1	9,0
Ergotamina	6	7%	5,1	118,2	38,8	15,4
Ergotaminina	8	9%	3,1	58,7	14,1	6,1
Ergokornina	6	7%	6,3	76,0	23,3	9,2
Ergokorninina	7	8%	4,4	56,1	16,5	7,0
Ergokryptyna	10	12%	5,4	126,2	35,8	13,8
Ergokryptynina	13	15%	3,6	96,1	23,4	11,8
Ergokrystyna	6	7%	9,0	176,9	51,0	17,8
Ergokrystynina	8	9%	2,4	99,2	20,7	10,2

W próbkach żyta w których suma zawartości badanych toksyn była na poziomie poniżej wartości LOQ, przyjęto założenie, że zawartość ta wynosi  $0,5 \cdot \text{LOQ}$ . Tym samym, w przypadku sumy toksyn o relatywnie niskim odsetku próbek powyżej LOQ, średnia suma zawartości tych toksyn w ziarnie żyta była niższa w porównaniu z sumą zawartości tych toksyn w próbkach pozytywnych (powyżej LOQ) (tabela 12).

Tabela 12. Zbiorcze zestawienie zawartości poszczególnych alkaloidów sporyszu w badanych próbkach żyta, wyniki przedstawiono jako środkowa granica oznaczenia ( $<LOQ = 0,5*LOQ$ ).

	min	max	średnia	mediana
	[µg/kg]			
Ergometryna	3	17,9	3,2	3
Ergometrynina	2	2	2	2
Ergozyna	2,5	43,5	4,3	2,5
Ergozynina	1	30,4	5,1	1
Ergotamina	2,5	118,2	5,1	2,5
Ergotaminina	1	58,7	2,2	1
Ergokornina	2,5	76	4	2,5
Ergokorninina	1	56,1	2,3	1
Ergokryptyna	2,5	126,2	6,4	2,5
Ergokryptynina	1	96,1	4,4	1
Ergokrystyna	2,5	176,9	5,9	2,5
Ergokrystynina	1	99,2	2,9	1

W tabeli 13 przedstawiono zawartości sumy badanych alkaloidów sporyszu w ziarnie żyta. W 47 spośród 85 badanych próbek (55,3%) obecna była co najmniej jedna z badanych substancji na poziomie  $\geq LOQ$ . Zawartość sumy badanych alkaloidów sporyszu mieściła się w granicach od poniżej granicy oznaczalności do 443,4 µg/kg, średnio 33,2 µg/kg.

Tabela 13. Zawartość sumy badanych alkaloidów sporyszu w ziarnie żyta.

	alkaloidy sporyszu (suma 12 substancji)						
	n	n pozytywnych	% pozytywnych	min	max	mediana	średnia*
				[µg/kg]			
żyto	85	47	55,3	<LOQ	443,4	<LOQ	33,2

\*do wyliczenia średniej dla wartości <LOQ przyjęto wartość 0,5LOQ

W tabeli 14 przedstawiono maksymalną dopuszczalną zawartość sumy alkaloidów sporyszu w ziarnie żyta. W żadnej z badanych próbek nie odnotowano przekroczenia najwyższej dopuszczalnej sumy zawartości alkaloidów sporyszu. Maksymalna zawartość sumy badanych substancji stanowiła 88,7% NDZ.

Tabela 14. Zawartość sumy 12 alkaloidów sporyszu w badanych próbkach żyta w stosunku do której określono maksymalną dopuszczalną zawartość.

	alkaloidy sporyszu (suma 12 substancji)								
	n	NDZ [µg/kg]	$\geq NDZ$		$\geq 0,5NDZ$		$\geq 0,25NDZ$		max % NDZ
			n	%	n	%	n	%	
żyto	85	500	0	-	4	4,7	5	5,9	88,7

NDZ - najwyższa dopuszczalna zawartość, n - liczba próbek

## 5. Podsumowanie

- Najczęściej wykrywaną mykotoksyną w ziarnie żyta był ZEN (36,5% próbek pozytywnych). DON oraz HT-2 i T-2 były obecne w 14,1% próbek. Nie odnotowano

przekroczenia dopuszczalnych maksymalnych zawartości badanych mykotoksyn w ziarnie żyta. Maksymalne zawartości DON, ZEN i HT-2+T-2 stanowiły odpowiednio 14, 64 i 72% NDZ.

- Pozostałości pestycydów zidentyfikowano w 7% badanych próbek żyta. W żadnej z próbek nie stwierdzono przekroczeń NDP. Oznaczone pozostałości pestycydów były generalnie na niskim poziomie (0,01 – 0,03 mg kg<sup>-1</sup>) oscylujące blisko granicy oznaczalności metody.
- Wszystkie badane próbki cechowały się pozostałością glifosatu na poziomie poniżej granicy oznaczalności.
- Ołów i kadm były obecne na poziomie wyższym lub równym granicy oznaczalności w większości badanych próbek żyta, odpowiednio 82,4 i 91,8%. W jednej z próbek zawartość kadmu (0,067 mg/kg) była wyższa od NDZ (134% NDZ). Maksymalna zawartość ołowiu stanowiła 80% NDZ. Rtęci nie wykryto w żadnej z badanych próbek żyta, podczas gdy arsen był obecny w niskich stężeniach w 2,4% próbek.
- Ergozynina (45% próbek pozytywnych), ergokryptynina (15%) i ergokryptyna (12%) występowały w badanych próbkach żyta z największą częstotliwością. Suma badanych alkaloidów sporyszu mieściła się w granicach od <LOQ do 443,4 µg/kg; średnio 33,2 µg/kg. W żadnej z badanych próbek ziarna żyta zawartość alkaloidów sporyszu nie przekraczała wartości NDZ. Najwyższa zawartość stanowiła 88,7% NDZ.

Załącznik 1. Wykaz substancji aktywnych środków ochrony roślin

2,4'-Metoksychlor	Chinoklamina	Dimetoat	Fluksapyroksad
4,4'-Metoksychlor	Chinoksyfen	Dimetomorf	Fluoksastrobina
olefin	Chinomerak	Dimoksyfobina	Flupiradifuron
A	Chizalofop-p-etylu	Dinikonazol	Flupyrulfuron- metylu
Abamektyna	Chizalofop-p- tefurylu	Disulfoton	Flurochloridon
Acekwinocyl	Chlomazon	Dodyna	Fluroksypyr
Acetamipryd	Chlorantraniliprol	E	meptylu
Akrynatryna	Chlorbensid	Emamektyna	Flusilazol
Alankarb	Chlordan alfcis	Endosulfan alfa	Flutolanil
Aldikarb	Chlordan	Endosulfan beta	Flutriafol
Aldikarbu sulfon	Chlordan	Endosulfan eter	Folpet
Aldikarbu	gammtrans	Endosulfan	Fonofos
sulfotlenek	Chlorfenson	siarczan	Foramsulfuron
Aldryna	Chlorfenwinfos	Endryna	Forat
Alletryna	Chloridazon	Endryny Aldehyd	Fosalon
Ametokradyna	Chloroneb	Endryny Keton	Fosamidon
Amisulbrom	Chlorotalonil	Epoksykonazol	Fosmet
Antrachinon	Chlorpiryfos- etylowy	Esfenvalerat	Fostiazat
Atrazyna	Chlorpiryfos- metylowy	Etakonazol	Fuberidazol
Azadyrachtyna A	Chlorprofam	Etofumesat	Furatiokarb
Azoksyfobina	Chlorsulfuron	Etiofenkarb	H
B	Chlortiofos	Etion	Haloksyfop-metylu
Beflubutamid	Cyflumetofen	Etirimol	HCH, Alfa
Benfurakarb	Cyflutryna	Etofenproks	HCH, Beta
Bensulfuron	Cyjanotraniliprol	Etoksazol	HCH, delta
metylu	Cyjazofamid	Etrimfos	HCH, gamma
Bentazon	Cymoksanil	F	Heksachlorobenze n-HCB
Bentiowalikarb	Cypermetryna	Famoksadon	Heksakonazol
izopropylowy	Cyprodinil	Fenamidon	Heksytiazoks
Benzowindyflupyr	Cyprokonazol	Fenamifos	Heptachlor
Benzyloadenina	D	Fenarimol	Heptachloru epoksyd
Benzyloamino	DDD p,p`	Fenbukonazol	Hymeksazol
puryna	DDD, o,p`	Fenchlorfos	I
Bifenoks	DDE o,p`	Fenheksamid	Imazalil
Bifentryna	DDE p, p`	Fenitrotion	Imzamoks
Biksafen	DDT o,p`	Fenmedifam	Imidaklopryd
Bitertanol	DDT p,p`	Fenoksaprop-etylu	Indoksakarb
Boskalid	Deltametryna	Fenotryna	Iodofenfos
(Nikobifen)	Diazynon	Fenpropidyna	Ipkonazol
Bromfenwinfos	Dichlofluanid	Fenpropimorf	Iprodion
Bromfenwinfos- metylu	Dichloro- benzofenon, 4, 4`	Fenpyroksymat	Isoproturon
Bromofos-etylu	Dichlorfos	Fenson	Izodrin
Bromofos-metylu	(DDVP)	Fenwalerat	Izoksafutol
Bromoksynil	Dieldryna	Fipronil	Izopyrazam
Bromopropylat	Difenokonazol	Flonikamid	J
Bromukonazol	Difenylamina	Florasulam	Jodosulfuron- metylu
Bupiryamat	Diflubenzuron	Fluazifop-P-butylu	K
Butokarboksym	Diflufenikan	Fluazinam	Kaptan
Butoksykarboksym	Diklobutrazol	Fluchinkonzol	Karbendazym
Butotlenek	Dimetachlor	Flucytrynat	Karbofenotion
piperonylu	Dimetenamid_p	Fludioksonil	
C		Flufenacet	
Cesmedifam			

Karboksyna	Oksamyl	Spinetoram B
Karfentrazon-etylu	Oksyfluorfen	Spinosad A
Kletodym	P	Spinosad D
Klofentezyna	Paklobutrazol	Spirodiklofen
Klopyralid	Paration (etylowy)	Spiroksamina
Klotianidyna	Paration	Spirotetramat
Krezoksym-metylu	(metylowy)	Sulfotep
Kumafos	Pencykuron	Sulkotrion
Kwintozen	Pendimetalina	Sulprofos
L	Penflufen	Symazyna
Laktofen	Penkonazol	T
Lambda	Penoksulam	Tau-fluwalinat
cyhalotryna	Pentachloroanisol	Tebufenpyrad
Lenacil	Pentachlorobenzen	Tebukonazol
Leptofos	Pentachlorotioanis	Tebutiuron
Linuron	ol	Teflutryna
M	Permetryna	Tembotrion
Malation	Pertan (Etylan)	Tepraloksydym
Mandipropamid	Petoksamid	Terbufos
Mefentriflukonazol	Pikoksydystrobina	Terbutylazyna
Mekarbam	Pikolinafen	Tetrachlorwinfos
Mepanipiryum	Pimetrozyna	Tetradifon
Metabenziazuron	Pinoksaden	Tetrakonazol
Metabromuron	Pirydat	Tetrametryna
Metakrifos	Pirymetanil	Tiabendazol
Metalaksyl	Piryminyfos-	Tiaklopryd
Metamidofos	metylowy	Tiametoksam
Metamitron	Piryminykarb	Tidiazuron
Metazachlor	Piryproksyfen	Tienkarbendazon
Metiokarb	Prochloraz	metylu
Metkonazol	Procymidon	Tifensulfuron
Metoksychlor A	Profenofos	metylu
Metoksyfenozyd	Prometryna	Tiofanat metylu
Metomyl	Propachizafop	Tolilfluamid
Metrafenon	Propachlor	Tolklofos-metylu
Metrybuzyna	Propamokarb	Transflutryna
Metsulfuron	Propargit	Triadimenol
metylu	Propikonazol	Triazofos
Metydation	Propoksur	Tribenuron metylu
Mewinfos	Propoksykarbazon	Trichlopyrd
Mezosulfuron	Propyzamid	Trifloksystrobina
metylu	Prosulfokarb	Triflumizol
Mezotrion	Protiofos	Trifluralina
Milbamektyna A3	Protiokonazol	Triflusulfuron
Milbamektyna A4	Pyraflufen etylu	metylu
Mireks	Pyraklostrobina	Trineksapak etylu
Myklobutanil	Pyridaben	Tritikonazol
N	Pyriofenon	W
Napropamid	Pyroksulam	Walifenalat
Nikosulfuron	R	Winklozolina
Nonachlor-cis	Resmetryna	Z
Nonachlor-trans	Rimsulfuron	Zoksamid
Nuarimol	S	
O	Sedaksan	
Oksadiksyl	Spinetoram A	



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII  
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO  
im. prof. Wacława Dąbrowskiego  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**



Kierownik Zakładu

**dr hab. inż. Marcin Bryła, prof. IBPRS – p.o. Kierownika Zakładu**

tel. 22 606 38 42

e-mail: [marcin.bryla@ibprs.pl](mailto:marcin.bryla@ibprs.pl)

**dr Krystyna Szymczyk – Zastępca Kierownika Zakładu**

tel. 22 606 38 97

e-mail: [krystyna.szymczyk@ibprs.pl](mailto:krystyna.szymczyk@ibprs.pl)