



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

**OBECNOŚĆ ALKALOIDÓW SPORYSZU W ZIARNIE ŻYTA  
ZE ZBIORÓW 2022 ROKU**

**Badania zrealizowane w ramach Zadania 1. : Analiza jakości surowców  
rolnych z uwzględnieniem zagrożenia wystąpienia substancji skażających  
realizowanych na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa Wsi**

# **ZIARNO ŻYTA**

## ze zbiorów 2022 r.

Opracował : dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS  
dr hab. inż. Marcin Bryła, prof. IBPRS  
Zakład Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności  
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno – Spożywczego  
Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa, grudzień 2022 r.

**Wykaz skrótów:**

Em – ergometryna

Emn – ergometrynina

Es – ergozyna

Esn – ergozynina

Et-ergotamina

Etn – ergotaminina

Eco – ergokornina

Econ – ergokorninina

Ekr – ergokryptyna

Ekrn – ergokryptynina

Ecr – ergokrystyna

Ecrn – ergokrystynina

ΣEA – suma zawartości alkaloidów sporyszu

## 1. Wprowadzenie

Prawo żywnościowe Unii Europejskiej wskazuje jednoznacznie, że dla ochrony zdrowia publicznego konieczne jest zapewnienie warunków, aby żywność nie zawierała zanieczyszczeń w ilościach przekraczających dopuszczalne z punktu widzenia toksykologicznego poziomów.

Jak wskazano w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 roku z późniejszymi zmianami w celu zapewnienia skutecznej ochrony zdrowia publicznego, do obrotu handlowego nie mogą być wprowadzane ani same produkty zawierające zanieczyszczenia w ilościach przekraczających najwyższe dopuszczalne poziomy, ani mieszaniny tych produktów z innymi środkami spożywczymi; produkty te nie mogą też być stosowane jako składniki innych środków spożywczych.

W odniesieniu do maksymalnych dopuszczalnych poziomów alkaloidów sporyszu w żywności, w tym w zbożach, obowiązuje Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 roku z późniejszymi zmianami, w tym z uzupełniającym je Rozporządzeniem Komisji (WE) Nr 2021/1399 z dnia 24 sierpnia 2021 roku ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów przetrwalników buławinki czerwonej i alkaloidów sporyszu w niektórych środkach spożywczych. Wymagania w tym zakresie, dotyczące ziarna zbóż przeznaczonych do celów paszowych ustanawia Dyrektywa 2002/32/EC wraz ze zmianami wprowadzonymi Dyrektywą 2006/77/EC.

Obecność mykotoksyn stanowi istotny problem w produkcji ziarna zbóż na świecie z uwagi na postępujące zmiany klimatu oraz występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych wpływających na infekcje grzybowe roślin zbożowych. Powyższe zjawisko jest typowe również dla obszaru Polski.

## 2. Charakterystyka zagrożenia

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 zamkniętych kwiatach. 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 „ergotyzmem”. Ogólnie alkaloidy sporyszu odpowiedzialne są za dwa rodzaje objawów ergotyzmu, 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 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 programu badań realizowanego we współpracy z Zakładem Przetwórstwa Zboż i Piekarstwa IBPRS-PIB zgromadzono 47 próbek ziarna żyta. Próbki do badań pochodziły z elewatorów zbożowych i firm zajmujących się przetwórstwem ziarna żyta ze zbiorów z roku 2022. Próbki pochodziły z różnych rejonów klimatyczno- uprawowych, przyjętych przez Centralny Ośrodek Badania Roślin Uprawnych (COBORU) dla potrzeb oceny odmian w Polsce.

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

#### **4.1. Zawartość alkaloidów sporyszu w ziarnie żyta ze zbiorów 2020 roku**

Najczęściej znajdowanymi mykotoksynami w ziarnie żyta były Es i Ekrn. Odsetek próbek pozytywnych w których stwierdzono obecność Es wynosił 70% a średnia jej zawartość kształtowała się na poziomie 45,9 µg/kg (2,5 - 180) natomiast Ekrn zidentyfikowano u 64% próbek (średnio 27,7 µg/kg, 3,4 - 106). Et, Eco, Ecn, Ekr i Ecr obecne były w przypadku 62% próbek na średnich poziomach odpowiednio 55,9 µg/kg (2,1-249), 45,2 µg/kg (2,9-229), 14,6 µg/kg (2,6-75,5), 34,4 µg/kg (3,9-229), 47,8 µg/kg (2,2-280). Nieco rzadziej w próbkach identyfikowano Em (55% próbek), Esn (53% próbek), Ecrn (40% próbek) i Etn (38% próbek). Toksyny te w badanych próbkach żyta występowały w średnim stężeniu kolejno: 22,8 µg/kg (2,5-112), 14,4 µg/kg (2,3-46,5), 17,6 µg/kg (2,5-83,9) i 19,6 µg/kg (2,2-99). Najrzadziej identyfikowaną z badanych toksyn była Emn, która występowała w 17% próbek na średnim poziomie 9,2 µg/kg (2-19,7) (tabela 1).

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie zawartości alkaloidów sporyszu (EA) w badanych próbkach żyta.

Em	55	23,8	14,2	2,5	112	-
Emn	17	9,2	6,8	2	19,7	-
Es	70	45,9	25	2,5	180	-
Esn	53	14,4	9,5	2,3	46,5	-
Et	62	55,9	19,7	2,1	249	-
Etn	38	19,6	9,1	2,2	99	-
Eco	62	45,2	29	2,9	229	-
Econ	62	14,6	8,8	2,6	75,5	-
Ekr	62	34,4	21,6	3,9	229	-
Ekrn	64	27,7	22,9	3,4	106	-
Ecr	62	47,8	14,6	2,2	280	-
Ecrn	40	17,6	5	2,5	83,9	-
ΣEAs	81	257	144	2,1	1401	561

Em – ergometryna; Emn – ergometrynina; Es – ergozyna; Esn – ergozynina; Et-ergotamina; Etn – ergotaminina; Eco – ergokornina; Econ – ergokorninina; Ekr – ergokryptyna; Ekrn – ergokryptynina; Ecr – ergokrystyna; Ecrn – ergokrystynina; ΣEA – suma zawartości alkaloidów sporyszu

W tabeli 2 przedstawiono maksymalne dopuszczalne zawartości sumy alkaloidów sporyszu w ziarnie żyta. Przekroczenie dopuszczalnej maksymalnej zawartości alkaloidów sporyszu odnotowano w 32% próbek. Suma zawartości alkaloidów sporyszu w 45% próbkach żyta przekraczała poziom 0,5\*NDZ.

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

Toksyna	% próbek pozytywnych	NDZ	% próbek > NDZ	% próbek > 0,5 NDZ	Maksymalny %NDZ
		[ug/kg]			
ΣEAs	81	*250	32	45	31

\*Planowane wprowadzenie limitu od 1.07.2024

W próbkach żyta w których suma zawartości badanych toksyn była na poziomie poniżej wartości LOQ, przyjęto założenie że zawartość ta wynosi 0,5 \* 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 1 - 3).

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

Toksyna	Średnia	Mediana	Min	Max	% MAX NDZ
	[μg/kg]				
Em	13,7	2,7	1,3	112	-
Emn	2,6	1,3	1,3	19,7	-
Es	32,5	10,5	1	180	-
Esn	8,1	2,5	1	46,5	-
Et	34,9	3,5	1	249	-
Etn	8,1	1	1	99	-
Eco	28,3	8,5	1	229	-
Econ	9,4	3,2	1	75,5	-
Ekr	21,6	8,6	1	229	-
Ekrn	18	10,5	1	106	-
Ecr	28,9	4,4	1	280	-
Ecrn	7,7	1	1	83,9	-
ΣEA	214	111	12,5	1401	561

Em – ergometryna; Emn – ergometrynina; Es – ergozyna; Esn – ergozynina; Et-ergotamina; Etn – ergotaminina; Eco – ergokornina; Econ – ergokorninina; Ekr – ergokryptyna; Ekrn – ergokryptynina; Ecr – ergokrystyna; Ecrn – ergokrystynina; ΣEA – suma zawartości alkaloidów sporyszu



## 5. Podsumowanie

- Zrealizowane badania pozwoliły na wykazanie zróżnicowanego ryzyka poziomu skażenia ziarna żyta alkaloidami sporyszu, zależnego od sezonu wegetacyjnego
- Najczęściej znajdowanymi mykotoksynami w ziarnie żyta były Es i Ekrn. Odsetek próbek pozytywnych w których stwierdzono obecność Es wynosił 70% a średnia jej zawartość kształtowała się na poziomie 45.9 µg/kg (2.5 - 180) natomiast Ekrn zidentyfikowano u 64% próbek (średnio 27,7 µg/kg, 3,4 - 106).
- Przekroczenie dopuszczalnej maksymalnej zawartości alkaloidów sporyszu odnotowano w 32% próbek. Suma zawartości alkaloidów sporyszu w 45% próbkach żyta przekraczała poziom 0,5\*NDZ.
- Mając na uwadze brak przewidywalności czynników pogodowych istnieje konieczność prowadzenia badań monitoringowych dotyczących analizy występowania alkaloidów sporyszu w ziarnie żyta.



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



**ZAKŁAD BEZPIECZEŃSTWA  
I ANALIZY CHEMICZNEJ ŻYWNOŚCI**

RAKOWIECKA 36  
02-532 WARSZAWA  
T: +48 22 606 38 97  
[za@ibprs.pl](mailto:za@ibprs.pl)