



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

02-532 WARSZAWA, UL. RAKOWIECKA 36

**OBECNOŚĆ ALKALOIDÓW SPORYSZU W
ZIARNIE ŻYTA**

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

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 2023 r.

Wykaz skrótów:

Em – ergometryna

Emn – ergometrynina

Es – ergozyna

Esn –

ergozyninaEt-

ergotamina

Etn – ergotaminina

Eco – ergokornina

Econ – ergokorninina

Ekr – ergokryptyna

Ekrn –

ergokryptyninaEcr –

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 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r., 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 Rozporządzeniu Komisji 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006. 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 pururea*, 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 wykorzystywana do pieczenia chleba. Objawy występujące w przypadku zatrucia nazywano „ergotyzmem”. Ogólnie alkaloidy sporyszu odpowiedzialne są za dwa rodzaje objawów ergotyzy, 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 Zbóż i Piekarstwa IBPRS-PIB zgromadzono 50 próbek ziarna żyta. Próbki do badań pochodziły z towarowej produkcji rolniczej z elewatorów zbożowych z roku 2023. Próbki pochodziły z różnych rejonów klimatyczno-uprawowych, przyjętych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian 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 2023 roku

Najczęściej znajdowanymi mykotoksynami w ziarnie żyta były Et i Ecr. Odsetek próbek pozytywnych w których stwierdzono obecność Et wynosił 76% a średnia jej zawartość

kształtowała się na poziomie 3,6 µg/kg (2,1 – 10,4) natomiast Ecr zidentyfikowano u 28% próbek (średnio 3,5 µg/kg, 3,4 - 106). Eco obecna była w przypadku 20% próbek na średnim poziomie 25,0 µg/kg (2,5-211,5). Nieco rzadziej w próbkach identyfikowano Em (12% próbek) i Ekr (12% próbek). Toksyny te w badanych próbkach żyta występowały w średnim stężeniu kolejno: 5,2 µg/kg (2,9-9,8) i 29,3 µg/kg (2,0-158,1). Najrzadziej identyfikowanymi z badanych toksyn były Esn i Etn, które oznaczono tylko w jednym przypadku (2% całości) w stężeniach odpowiednio 4,8 i 2,0 µg/kg (tabela 1).

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

Toksyna	Pozytywnych %	Średnia	Mediana	Min	Max	% NDZ
		[µg/kg]				
Em	12.0	5.2	3.3	2.9	9.8	
Emn	4.0	3.6	3.6	2.8	4.3	
Es	4.0	9.9	9.9	4.6	15.1	
Esn	2.0	4.8	4.8	4.8	4.8	
Et	76.0	3.6	3.3	2.1	10.4	
Etn	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Eco	20.0	25.0	2.9	2.5	211.5	
Econ	4.0	40.2	40.2	6.2	74.2	
Ekr	12.0	29.3	3.3	2.0	158.1	
Ekrn	4.0	30.9	30.9	5.9	55.8	
Ecr	28.0	3.5	2.1	2.0	20.8	
Ecrn	6.0	8.8	7.0	2.2	17.3	
ΣEAs	82.0	20.6	4.6	2.2	534.1	213.6

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 sumy zawartości alkaloidów sporyszu odnotowano w 2% próbek. Suma zawartości alkaloidów sporyszu w 2% 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	%NDZ
		[µg/kg]			
ΣEAs	82	250.0	2.0	2.0	213.6

*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 [µg/kg]	Min	Max	% NDZ
Em	1.0	1.8	1.3	1.3	
Emn	1.0	1.4	1.3	1.3	
Es	1.0	1.4	1.0	1.0	
Esn	1.0	1.1	1.0	1.0	
Et	1.0	3.0	3.0	1.0	
Etn	1.0	1.0	1.0	1.0	
Eco	1.0	5.8	1.0	1.0	
Econ	1.0	2.6	1.0	1.0	
Ekr	1.0	4.4	1.0	1.0	
Ekrn	1.0	2.2	1.0	1.0	
Ecr	1.0	1.7	1.0	1.0	
Ecrn	1.0	1.5	1.0	1.0	
ΣEA	1.0	27.7	15.2	12.6	213.6

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

- Najczęściej znajdowanymi mykotoksynami w ziarnie żyta były Et i Ecr.
- Odsetek próbek pozytywnych w których stwierdzono obecność Et wynosił 76% a średnia jej zawartość kształtowała się na poziomie 3,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (2,1 – 10,4).
- Ecr zidentyfikowano u 28% próbek (średnio 3,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 3,4 - 106)
- Przekroczenie dopuszczalnej maksymalnej sumy zawartości alkaloidów sporyszu odnotowano w przypadku 2% próbek (213.6% NDZ). Również w przypadku 2% próbek żyta stwierdzono obecność EAs na poziomie powyżej 0,5*NDZ.