



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

ZIARNO KUKURYDZY ZE ZBIORÓW 2021 R.



**BADANIA ZREALIZOWANE W RAMACH ZADANIA 1. : ANALIZA JAKOŚCI SUROWCÓW ROLNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM
ZAGROŻENIA WYSTĄPIENIA SUBSTANCJI SKAŻAJĄCYCH REALIZOWANYCH NA ZLECENIE
MINISTERSTWA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI**

ZIARNO KUKURYDZY ze zbiorów 2021 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 2021 r.

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 mykotoksyn i metali 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 1126/2007 z dnia 28 września 2007 roku ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do mykotoksyn wytwarzanych przez *Fusarium* w kukurydzy i jej przetworach. Wymagania w tym zakresie, dotyczące ziarna zbóż przeznaczonych do celów paszowych ustanawia Dyrektywa 2002/32/EC wraz ze zmianami wprowadzonymi Dyrektywą 2006/77/EC. Maksymalne dopuszczalne pozostałości środków ochrony roślin w ziarnie zbóż wskazano w Rozporządzeniu 396/2005 Komisji Europejskiej z późniejszymi zmianami.

Obecnie europejskie prawo żywnościowe staje się niezwykle restrykcyjne w zakresie stosowania środków ochrony roślin. Z europejskiego rejestru substancji aktywnych środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania wycofywane są liczne (grupy) substancje. Zmianom ulegają również wskazane w prawie maksymalne dopuszczalne pozostałości dla poszczególnych substancji aktywnych. Tym samym poza etykietowe stosowanie środków ochrony roślin lub stosowanie preparatów pochodzących z importu z krajów trzecich może skutkować

przekroczeniem maksymalnych dopuszczalnych zawartości. Działania takie mogą stanowić zagrożenie w rozumieniu bezpieczeństwa żywności oraz powodować istotne ryzyko handlowe w obrocie towarowym ziarnem. Wdrażanie założeń strategii Europejskiego Zielonego Ładu zakłada radykalne ograniczenie stosowania środków ochrony roślin w krajach Unii Europejskiej. Należy spodziewać się, że uprawa roślin w przyszłych sezonach wegetacyjnych będzie trudna również w kontekście występowania mykotoksyn w płodach rolnych.

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. Identyfikacja substancji skażających.

2.1. Mykotoksyny

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).

Obecność toksyn *Fusarium* w ziarnie kukurydzy związana jest z infekcjami roślin kukurydzy przede wszystkim w okresie poprzedzającym jej kwitnienie jak i w trakcie tego procesu. Infekcje kukurydzy wywołane przez grzyby *Fusarium* to przede wszystkim dwie główne choroby: *Fusarium ear rot* (FER) oraz *Gibberella ear rot* (GER). Ponadto należy wspomnieć, że choroby te mogą się rozwijać w tym samym czasie. Na częstotliwość i stopień infekcji wpływają warunki klimatyczne, stosowane praktyki rolnicze oraz cechy genetyczne roślin związane ich podatnością roślin na infekcje. Ważnym czynnikiem w rozprzestrzenianiu się *Fusarium* są również niektóre owady (np. *Ostrinia nubilalis*, *Thysanoptera*), które z jednej strony powodują

uszkodzenie kolb kukurydzy, z drugiej zaś przyczyniają się do rozprzestrzenienia się zarodników patogenu. Głównym gatunkiem *Fusarium* odpowiedzialnym za FER jest *F. verticillioides*, który powoduje zanieczyszczenie ziaren kukurydzy fumonizynami i jest to prawdopodobnie najczęściej izolowany gatunek z zainfekowanych kolb. Również ważnymi czynnikami sprawczymi FER są *F. proliferatum* i *F. subglutinans*, które także posiadają zdolność biosyntezy fumonizyn. Natomiast dominującymi gatunkami wywołującymi GER są *F. graminearum*, *F. culmorum* i w mniejszym stopniu *F. avenaceum*. Kilka innych gatunków, takich jak *F. equiseti*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. acuminatum*, *F. semitectum*, *F. solani* i *F. temperatum* również izolowano z zainfekowanych kolb kukurydzy. Z rozwojem GER na roślinach kukurydzy wiązana jest obecność w ziarnie kukurydzy takich toksyn jak trichoteceny i zearalenon. Dynamice infekcji i kolonizacji grzybów zaangażowanych w GER sprzyja wysoka temperatura (27-35°C) i wilgotność (średnia wilgotność względna >85%). W porównaniu z GER, FER występuje w cieplejszych i suchszych warunkach. *F. verticillioides* często jest kojarzony z *F. subglutinans*, który zajmuje tę samą niszę ekologiczną i w ten sposób konkuruje o składniki odżywcze i przestrzeń. Dynamika kolonizacji grzybów odpowiedzialnych za FER jest silnie uzależniona od czynników środowiskowych. Uważa się, że *F. subglutinans* i *F. proliferatum* do rozwoju wymagają niższych wartości temperatury niż *F. verticillioides*, który charakteryzuje się dużą zdolnością adaptacji do gorących warunków.

Mykotoksyny mogą podlegać modyfikacjom na skutek warunków środowiska oraz aktywności organizmów. W literaturze najwięcej 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 współwystępującymi z nimi zmodyfikowanymi formami 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 mykotoksyn, z których powstały.

2.2. Pozostałości środków ochrony roślin

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

2.3. Metale ciężkie

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 czy 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.

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 48 próbek ziarna kukurydzy. Próbkę do badań pochodziły z elewatorów zbożowych i firm zajmujących się przetwórstwem ziarna kukurydzy ze zbiorów z roku 2020. Probki 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 mykotoksyn w ziarnie kukurydzy ze zbiorów 2020 roku

Najczęściej znajdowanymi mykotoksynami w ziarnie zbóż były DON i jego metabolit DON-3G. Odsetek próbek pozytywnych w których stwierdzono obecność tych związków wynosił kolejno 100 i 98% a średnia zawartość tych substancji kształtowała się na poziomie 1452 $\mu\text{g/kg}$ (76-3802 $\mu\text{g/kg}$) dla DON oraz 290 $\mu\text{g/kg}$ (26,0-708,0 $\mu\text{g/kg}$) dla DON-3G. Kolejną najczęściej występującą mykotoksyną w badanych próbkach pszenic był ZEN (94% próbek). Średnia zawartość ZEN w próbkach pozytywnych wynosiła 441 $\mu\text{g/kg}$ (5 – 3038 $\mu\text{g/kg}$). Wysoki odsetek próbek pozytywnych odnotowano dla ZEN-14S (45% próbek), którego średnia zawartość wyniosła 244 $\mu\text{g/kg}$ (30-2766 $\mu\text{g/kg}$). Sumę zawartości toksyn HT-2 i T-2 w stężeniu powyżej wartości LOQ wykazano u 25% próbek przy średniej zawartości 68 $\mu\text{g/kg}$ (6 – 166 $\mu\text{g/kg}$). W próbkach, w których stwierdzano obecność toksyn HT-2 i T-2, obserwowano obecność ich metabolitów. T-2-3 α -G oraz HT-2-3 β -G, w stężeniach powyżej LOQ obecny był u 15% próbek (średnio 6,9 $\mu\text{g/kg}$, 1,1 – 11,8 $\mu\text{g/kg}$ dla T-2-3 α -G oraz 17,3 $\mu\text{g/kg}$, 2,2-41 $\mu\text{g/kg}$ dla HT-2-3 β -G). HT-2-3 α -G obecny był u 13% próbek (7,7 $\mu\text{g/kg}$, 2,6-15,2 $\mu\text{g/kg}$), natomiast T-2-3 β -G (w stężeniach powyżej LOQ) nie identyfikowano w żadnej z analizowanych próbek. NIV obecny był u 58% próbek a jego średnia zawartość wynosiła 69 $\mu\text{g/kg}$ (30-198 $\mu\text{g/kg}$). Obecności metabolitu NIV – NIV-3G w badanych próbkach kukurydzy nie stwierdzono w stężeniu powyżej LOQ (tabela 1).

TABELA 1. ZBIORCZE ZESTAWIENIE ZAWARTOŚCI MYKOTOKSYN W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY.

Toksyna	Pozytywnych	Średnia	Mediana	Min	Max	% MAX NDZ
[ug/kg]						
DON	100%	1452	1347	76	3802	217
DON3G	98%	290	287	26	708	
NIV	58%	69	54	30	198	
NIV3G	0%	-	-	-	-	
T2	25%	26	14	6	84	
HT-2	13%	32	28	10	136	
T2+HT2	25%	68	60	6	166	83
T-2-3α-G	15	6,9	7,6	1,1	11,8	
T-2-3β-G	0	-	-	-	-	
HT-2-3α-G	13	7,7	6,3	2,6	15,2	
HT-2-3β-G	15	17,3	15,4	2,2	41,0	
ZEN	94%	441	327	5	3038	868
ZEN-14G	0%	-	-	-	-	
ZEN-14S	45%	244	218	30	2766	
FB1	38%	303	56	25	2204	
FB2	7%	173	85	39	379	
FB3	5%	85	93	19	157	
FB1+FB2	38%	370	72	24	2564	64

W tabeli 2 przedstawiono maksymalne dopuszczalne zawartości w ziarnie kukurydzy w odniesieniu do toksyn *Fusarium*. Spośród wszystkich badanych toksyn w ziarnie kukurydzy, przekroczenie dopuszczalnej maksymalnej zawartości odnotowano w przypadku DON (33% próbek) oraz ZEN (43% próbek) (tabela 2). Również w przypadku tych toksyn, odsetek próbek zawierających te substancje na poziomie 0,5*NDZ był relatywnie wysoki i wynosił 63% (dla DON) oraz 65% dla ZEN. W przypadku pozostałych toksyn, ich częstość występowania i poziomy zawartości kształtowały się na względnie niskim poziomie.

TABELA 2. ZAWARTOŚCI MYKOTOKSYN W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY W STOSUNKU DO KTÓRYCH OKREŚLONO MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE ZAWARTOŚCI.

Toksyna	% próbek pozytywnych	NDZ [ug/kg]	% próbek > NDZ	% próbek > 0,5 NDZ	Maksymalny %NDZ
DON	100	1750	33	63	217
T2+HT2	0	200	0	8	83
ZEN	94	350	43	65	868
FUM	90	4000	0	2	64

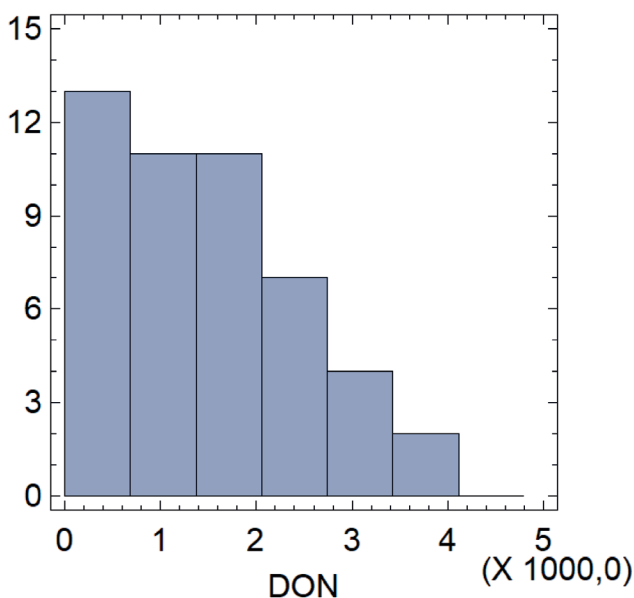
W próbkach kukurydzy w których zawartość badanych toksyn była na poziomie poniżej wartości LOQ, przyjęto założenie że zawartość ta w odniesieniu do wszystkich toksyn wynosi $0,5 \cdot \text{LOQ}$. Tym samym, w przypadku toksyn o relatywnie niskim odsetku próbek powyżej LOQ, średnia zawartość tych toksyn w kukurydzy była niższa w porównaniu z zawartością tych toksyn w próbkach pozytywnych (powyżej LOQ) (tabela 1 - 4). Szczegółowy rozkład częstości występowania i stężeń DON, ZEN, HT-2+T-2 oraz FB1+FB2 w badanym ziarnie kukurydzy, zaprezentowano na rysunku 1 - 4.

TABELA 3. ZBIORCZE ZESTAWIENIE ZAWARTOŚCI MYKOTOKSYN W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY, WYNIKI PRZEDSTAWIONO JAKO ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA ($<\text{LOQ} = 0,5 \cdot \text{LOQ}$)

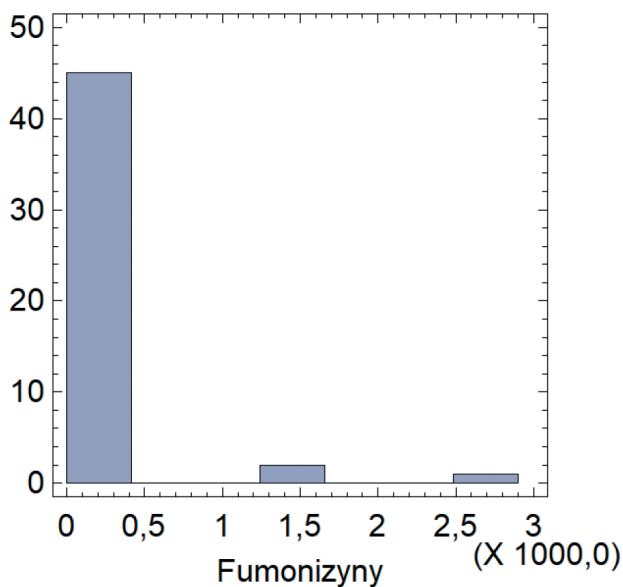
Toksyna	Średnia	Mediana [μg/kg]	Min	Max	% MAX NDZ
DON	1452	1347	76	3802	217
DON-3G	288	287	38	708	
NIV	49	40	20	198	
NIV-3G	25	25	25	25	
T2	9	3	3	84	
HT-2	8	5	5	136	83
T2+HT2	20	5	8	166	
T-2-3α-G	1,3	0,5	0,5	11,8	
T-2-3β-G	0,5	0,5	0,5	0,5	
HT-2-3α-G	1,8	1,0	1,0	15,2	
HT-2-3β-G	3,4	1,0	1,0	41,0	868
ZEN	413	318	3	3038	
ZEN-14G	10	10	10	10	
ZEN-14S	138	121	10	2766	
FB ₁	122	13	13	2204	
FB ₂	36	13	13	360	64
FB ₃	20	13	13	157	
FB ₁ +FB ₂	157	25	25	2688	

TABELA 4. ZAWARTOŚCI MYKOTOKSYN W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY W STOSUNKU DO KTÓRYCH OKREŚLONO MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE ZAWARTOŚCI, WYNIKI PRZEDSTAWIONO JAKO ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA ($<LOQ = 0,5 \cdot LOQ$)

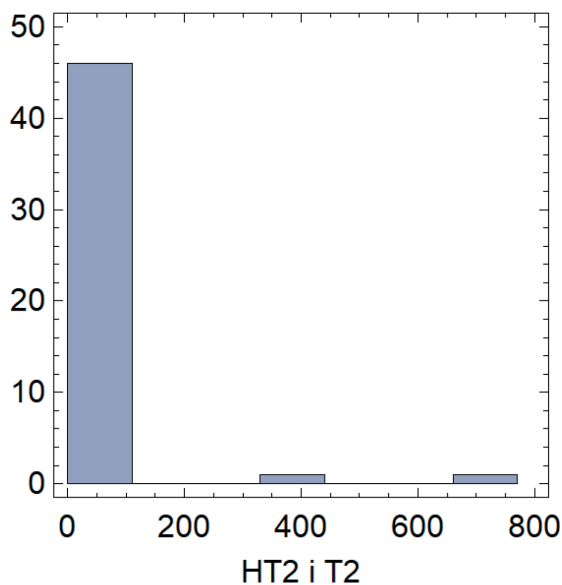
Toksyna	NDZ [µg/kg]	% próbek > NDZ	% próbek > 0,5 NDZ	Maksymalny % NDZ
DON	1750	31	63	217
T2+HT2	200	4	4	363
ZEN	350	43	65	868
FUM	4000	0	2	67



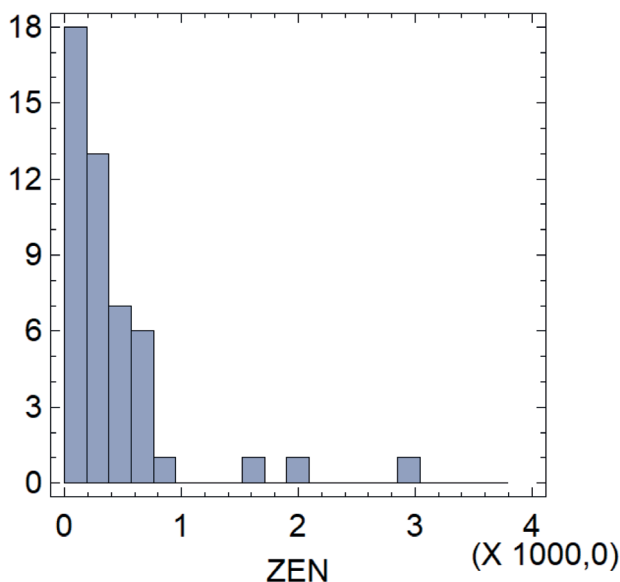
RYS 1. ROZKŁAD STĘŻEŃ DEOKSYNIWALENOLU W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY [MG KG⁻¹] (ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA).



RYS 2. ROZKŁAD STĘŻEŃ FUMONIZYN W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY [MG KG⁻¹] (ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA).



RYS 2. ROZKŁAD STĘŻEŃ SUMY HT2 I T2 W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY [MG KG⁻¹] (ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA).



RYS 4. ROZKŁAD STĘŻEŃ ZEARALENONU W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY [MG KG⁻¹] (ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA).

4.2. Pozostałości pestycydów w ziarnie pszenicy

W badanych 48 próbkach ziarna kukurydzy wykonano oznaczenia pozostałości środków ochrony roślin różnych grup chemicznych (patrz wykaz substancji aktywnych). Dodatkowo w 25 badanych próbkach wykonano oznaczenia pozostałości substancji aktywnej herbicydu Roundup – glifosatu.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano obecność pozostałości w 13% badanych próbek. Wszystkie próbki zawierały nie więcej niż 2 substancje aktywne. Nie stwierdzono występowania przekroczeń pozostałości badanych pestycydów. Spośród wykrytych substancji aktywnych permetryna i pirimifos metylowy nie są zarejestrowane w uprawie kukurydzy. Częstość występowania pirimifosu metylowego może wskazywać na jego poza etykietowe stosowanie.

Oznaczone pozostałości pestycydów były na niskim poziomie oscylujące blisko granicy oznaczalności stosowanej metody wynoszącej 0,01 mg kg⁻¹.

TABELA 5. POZOSTAŁOŚCI PESTYCYDÓW W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY.

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 z 0,5 NDP
Pestycydy z wyłączeniem glifosatu	48	6	6	13%	4	2	0	0	1
Glifosat	25	1	1	4%	-	-	-	0	0

Pozostałości glifosatu wykryto w 4 % badanych próbek. Zakres zawartości oscylował od granicy oznaczalności 0,02 – 0,03 mg/kg. W odniesieniu do ustalonej maksymalnej dopuszczalnej pozostałości wynoszącej 1 mg/kg obserwowane zawartości były niskie.

TABELA 6. SUBSTANCJE AKTYWNE PESTYCYDÓW WYKRYTE W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY.

L.p.	Substancja aktywna	n	Zawartość [mg/kg]		NDP [mg/kg]	Maksymalny % NDP
			min	max		
1	azoksystrobina	1	0,01	0,01	0,02	50%
2	permetryna	1	0,01	0,01	0,05	20%
3	fluoroxypyr	1	0,01	0,01	0,05	20%
4	bentazon	1	0,01	0,01	0,2	5%
5	pirimifos metylowy	3	0,01	0,01	0,5	2%
6	fluoroxypyr meptyl	1	0,01	0,01	0,05	20%
7	glifosat	1	0,03	0,03	1	3%

4.3. Zawartość metali ciężkich w ziarnie kukurydzy ze zbiorów 2020 roku

Uzyskane wyniki zawartości metali ciężkich w próbkach kukurydzy ze zbiorów 2020 roku przedstawiono w sposób zbiorczy w tabeli 7 i 9. W tabeli 8 i 10 przedstawiono dane dotyczące zawartości metali ciężkich w odniesieniu do przyjętych najwyższych dopuszczalnych zawartości.

TABELA 7. ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY, DOLNA GRANICA OZNACZENIA.

Pierwiastek	n	Metale ciężkie					
		% próbek > LOQ	NDZ [µg/kg]	% próbek ≥ NDZ	% próbek ≥ 0,5 NDZ	%próbek ≥ 0,25 NDZ	Maksymalny % NDZ
Ołów	48	44%	200	0%	6%	19%	56%
Kadm	48	56%	100	0%	0%	0%	14%
Arsen	48	0%	-	-	-	-	-
Rtęć	48	0%	-	-	-	-	-

TABELA 8. ZAKRES ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY, DOLNA GRANICA OZNACZENIA.

Pierwiastek	n	Zawartość [µg/kg]			
		min	max	mediana	średnia
Ołów	48	2	111	41	50
Kadm	48	1	14	5	6
Arsen	48	-	-	-	-
Rtęć	48	-	-	-	-

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że:

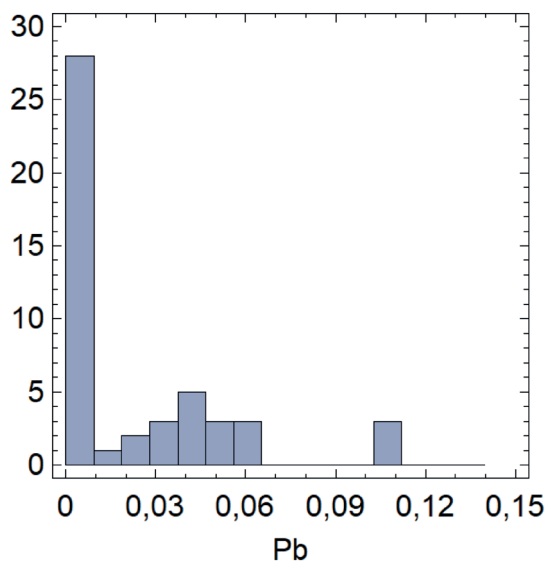
- Zawartość kadmu wahała się w granicach od 1 µg/kg do 14 µg/kg; średnio 6 µg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości dla kadmu wynoszącej 200 µg/kg.
- Zawartość ołowiu wahała się od 2 µg/kg do 111 µg/kg; średnio 50 µg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości dla ołowiu, wynoszącej 200 µg/kg.
- W przypadku ołowiu i kadmu stwierdzono przypadki zawartości wynoszące odpowiednio 56 – 14 % dopuszczalnej pozostałości.
- W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono obecności arsenu i rtęci powyżej granicy oznaczalności stosowanych metod.

TABELA 9. ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY, WYNIKI PRZEDSTAWIONO JAKO ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA ($<LOQ = 0,5*LOQ$).

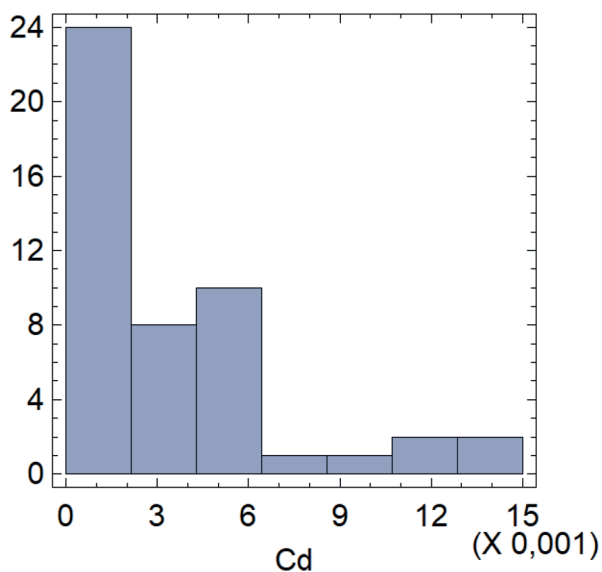
Pierwiastek	n	Metale ciężkie				
		NDZ [µg kg]	% próbek $\geq$ NDZ	% próbek $\geq 0,5$ NDZ	% próbek $\geq 0,25$ NDZ	Maksymalny % NDZ
Ołów	48	100	0%	6%	19%	56%
Kadm	48	100	0%	0%	0%	14%
Arsen	48	-	-	-	-	-
Rtęć	48	-	-	-	-	-

TABELA 10. ZAKRES ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY, WYNIKI PRZEDSTAWIONO JAKO ŚRODKOWA GRANICA OZNACZENIA ($<LOQ = 0,5*LOQ$).

Pierwiastek	n	Zawartość [µg/kg ⁻¹]			
		min	max	mediana	średnia
Ołów	48	1	111	1	22
Kadm	48	1	14	3	3
Arsen	48	-	-	-	-
Rtęć	48	-	-	-	-



RYS. 5 ROZKŁAD STĘŻEŃ OŁOWIU W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY [MG/KG].



RYS. 6 ROZKŁAD STĘŻEŃ KADMU W BADANYCH PRÓBKACH KUKURYDZY [MG/KG].

5. Podsumowanie

- We wszystkich próbkach kukurydzy odnotowano obecność DON na średnim poziomie 1452 µg/kg (76 – 3802 µg/kg). W 16 próbkach (33%) odnotowano przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej zawartości. Metabolit DON, tj. DON-3G stwierdzono w przypadku 98% próbek na średnim poziomie 290 µg/kg (26 – 708 µg/kg). Obecność zamaskowanej formy DON zwiększa całkowitą zawartość DON w próbkach ziarna.
- NIV stwierdzono w przypadku 58% próbek, a jego średnia zawartość była niższa niż w przypadku DON (średnio 69 µg/kg, 30 – 198 µg/kg). Metabolitu NIV nie identyfikowano w badanych próbkach kukurydzy.
- ZEN, podobnie jak DON obecny był w próbkach pszenicy także na bardzo wysokim poziomie (94% próbek). Średnia zawartość ZEN wyniosła 441 µg/kg (5-3038 µg/kg). U 43% próbek stwierdzono przekroczenia maksymalnej dopuszczalnej zawartości. Natomiast u 45% próbek stwierdzono obecność ZEN-14S (średnio 244 µg/kg, 30-2766 µg/kg). Obecność zmodyfikowanej również znacząco zwiększa całkowitą zawartość ZEN w ziarnie kukurydzy.
- Zawartości toksyn HT-2 i T-2 a także fumonizyn, choć rzadziej wykrywane w próbkach kukurydzy, były na bezpiecznym poziomie (<NDZ). Należy jednak nadmienić, że im wyższa zawartość toksyn HT-2 i T-2, tym wyższa zawartość ich glukozydów i wyższa całkowita zawartość toksyn HT-2 i T-2.
- W badanych próbkach pszenicy (z wyjątkiem jednego przypadku) nie obserwowano istotnych poziomów pozostałości środków ochrony roślin zarejestrowanych do stosowania w kukurydzy.
- Mały odsetek próbek zawierał pozostałości glifosatu.
- Badane próbki kukurydzy były generalnie wolne od zanieczyszczenia arsenem i rtęcią.
- Stwierdzane zawartości kadmu i ołowiu są poniżej dopuszczalnych zawartości.

ZAŁĄCZNIK 1. BADANE SUBSTANCJE AKTYWNE ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN.

	2,4'-Metoksychlor	Chloroneb	Endryna	Fonofos
	4,4'-Metoxychlor olefin	Chlorotalonil	Endryny Aldehyd	Foramsulfuron
A	Abamektyna	Chlorpiryfos-etylowy	Endryny Keton	Forat
	Acekinocyl	Chlorpiryfos-metylowy	Epoksykonazol	Fosalon
	Acetamipryd	Chlorprofam	Esfenvalerat	Fosfamidon
	Akrynatryna	Chlorsulfuron	Etakonazol	Fosmet
	Aldryna	Cyflumetofen	Ethofumesat	Fostiazat
	Alletryna	Cyflutryna	Etion	Fuberidazol
	Ametokradyna	Cyjanotraniliprol	Etirimol	H Haloksyfop-metylu
	Amisulbrom	Cyjazofamid	Etofenproks	HCH, Alfa
	Antrachinon	Cymoksanil	Etoksazol	HCH, Beta
	Atrazyna	Cypermetyryna	Etrifos	HCH, delta
	Azadyrachtyna A	Cyprodinil	F Famoksadon	HCH, gamma
	Azoksystrobina	Cyprokonazol	Fenamidon	Heksachlorobenzen-HCB
B	Beflubutamid	D DDD p,p`	Fenarimol	Heksakonazol
	Bensulfuron metylu	DDD, o,p`	Fenbukonazol	Heksytiazoks
	Bentazon	DDE o,p`	Fenheksamid	Heptachlor
	Bentiowalikarb izopropy-	DDE p, p`	Fenitrotion	Heptachlor epoksyd
	lowy	DDT o,p`	Fenmedifam	Hymeksazol
	Benzowindiflupyr	DDT p,p`	Fenoksaprop-etylu	I Imazalil
	Benzyloadenina	Deltametryna	Fenotryna	Imazamoks
	Benzyloamino puryna	Desmedifam	Fenpropidyna	Imidaklopyrd
	Bifenoks	Diazynon	Fenpropimorf	Indoksakarb
	Bifentryna	Dichlofluanid	Fenpyroksymat	Ipkonazol
	Biksafen	Dichloro-benzofenon, 4, 4`	Fenson	Iprodion
	Bitertanol	Dichlorowos (DDVP)	Fenvalerat	Isoproturon
	Boskalid (Nikobifen)	Dieldryna	Fipronil	Izodrin
	Bromoksynil	Difenokonazol	Flonikamid	Izoksafutol
	Bromopropylat	Difenylamina	Florasulam	Izopyrasam
	Bromukonazol	Diflubenzuron	Fluazifop-P-butylu	J Jodosulfuron-metylu
	Bupirymat	Diflufenikan	Fluazinam	K Kaptan
	Butotlenek piperonylu	Diklobutrazol	Fluchinkonzol	Karbendazym
C	Chinoklamina	Dimetachlor	Flucytrynat	Karboksyna
	Chinoksyfen	Dimetenamid_p	Fludioksonil	Karfentrazon-etylu
	Chinomerak	Dimetoat	Flufenacet	Kletodym
	Chizalofo-p-etylu	Dimetomorf	Fluksapyroksad	Klofentezyna
	Chizalofo-p-tefurylu	Dimoksystrobina	Fluoksastrobina	Klopyralid
	Chlomazon	Dinikonazol	Flupiradifuron	Klotianidyna
	Chlorantraniliprol	Disulfoton	Flupyrulfuron-metylu	Krezoksym-metylu
	Chlorbensid	Dodyna	Flurochloridon	Kwintozen
	Chlordan alfcis	E Eamektyna	Fluroksypyr meptylu	L Laktofen
	Chlordane gammtrans	Endosulfan alfa	Flusilazol	Lambdcyhalotryna
	Chlorfenson	Endosulfan beta	Flutolanil	Lenacil
	Chlorfenwinfos	Endosulfan eter	Flutriafol	Linuron
	Chloridazon	Endosulfan siarczan	Folpet	M Malation

ZAŁĄCZNIK 1 CD. BADANE SUBSTANCJE AKTYWNE ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN.

Mandipropamid	Permetryna	Tebukonazol
Mefentriflukonazol	Pertan (Etylan)	Teflutryna
Mekarbam	Petoksamid	Tembotrion
Mepanipiryum	Picoksystrobina	Tepraloksydym
Metabromuron	Pikolinafen	Tepraloksydym
Metalaksyl	Pimetrozyna	Terbutylazyna
Metamidofoś	Pinoksaden	Tetradifon
Metamitron	Pirydat	Tetrakonazol
Metazachlor	Pirymetanił	Tetrametryna
Metazachlor	Pirimifos-metylowy	Tiabendazol
Metiokarb	Pirimikarb	Tiaklopyrd
Metkonazol	Piryproksyfen	Tiametoksam
Metoksychlor A	Prochloraz	Tienkarbendazon metylu
Metoksyfenozyd	Procymidon	Tifensulfuron-metylu
Metrafenon	Prometryna	Tiofanat_metylu
Metrafenon	Propachizafop	Tolilfluaniđ
Metrybuzynq	Propachlor	Transflutryna
Metsulfuron_metylu	Propamokarb	Triadimenol
Metydation	Propargit	Triazofos
Mewinfos	Propikonazol	Tribenuron_metylu
Mezosulfuron_metylu	Propoksur	Trichlopyr
Mezotrion	Propoksykarbazon	Trifloksystrobina
Milbamektyna A3	Propoksykarbazon sodu	Triflumizol
Milbamektyna A4	Propyzamid	Trifluralina
Mireks	Prosulfokarb	Triflusulfuron_metylu
Myklobutanil	Protiokonazol	Trineksapak-ethylu
N Napropamid	Pyraflufen etylu	Tritikonazol
Nicosulfuron	Pyraklostrobina	W Walifenalat
Nonachlor-cis	Pyridaben	Winklozolina
Nonachlor-trans	Pyriofenon	Z Zoksamid
Nuarimol	Pyroksulam	
O Oksadiksyl	R Resmetryna	
Oksamyl	Rimsulfuron	
Oksyfluorfen	S Sedaksan	
P Paklobutrazol	Spinetoram A	
Paration (etylowy)	Spinetoram B	
Paration-metylowy	Spinosad_A	
Pencykuron	Spinosad_D	
Pendimetalina	Spirodiklofen	
Penflufen	Spiroksamina	
Penkonazol	Spirotetramat	
Penoksulam	Sulkotrion	
Pentachloroanisol	Symazyna	
Pentachlorobenzen	T Tau-fluwalinat	
Pentachlorotioanisol	Tebufenpyrad	



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



ZAKŁAD BEZPIECZEŃSTWA
I ANALIZY CHEMICZNEJ ŻYWNOŚCI

RAKOWIECKA 36
02-532 WARSZAWA
T: +48 22 606 38 97
za@ibprs.pl