



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

ZIARNO PSZENICY 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 PSZENICY

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. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Cząsteczki WWA składają się z wielu skondensowanych pierścieni aromatycznych tworzących struktury płaskie. Powstają w wyniku niecałkowitego spalania materii zawierającej węgiel, w tym materii organicznej. WWA znajdują się również w ropie naftowej, w związku z tym ich obecność w surowcach rolnych może być związana z wydobyciem / produkcją i przetwarzaniem ropy naftowej (WWA pochodzenia petrogenicznego). WWA są wysoce tłuszczo rozpuszczalne, z wartościami współczynników podziału oktanol/woda (wyrażone jako log o/w) przekraczające 3 i są chemicznie umiarkowanie obojętne. Przyjmuje się, że powietrze atmosferyczne jest główną drogą skażenia rośliny przez WWA poprzez opad atmosferyczny pyłów zawieszonych. Migracja WWA z powietrza do roślin zależy od kilku czynników, są to m.in. obecność woskowatego naskórka lub obecność w ich składzie związków zdolnych do tworzenia kompleksów z cząsteczkami WWA. Dostępne dane wskazujące również ma inną możliwą drogę zanieczyszczenia – absorpcję WWA przez system korzeniowy roślin. Niemniej wskazuje się na ograniczone znaczenie tej drogi zanieczyszczenia. WWA są substancjami niebezpiecznymi.

Stosowane oznaczenia: ace – acenaften, acy – acenaftylen, ant – antracen, B[a]A – benzo[a]antracen, b[a]p – benzo[a]pyrene, b[b]fl – benzo[fluoranthren], b[c]f – benzo[c]fluoren, b[c]phe – benzo[c]fenantren, b[g,h,i]p – benzo[g,h,i]pyrelen, b[j]fl – benzo[j]flurantren, b[k]fl – benzo[k]fluorantren, Chr – chryzen, CP[c,d]P – cyclopenta[c,d]piren, db[a,h]a – dibenzo[a,h]antracen, db[a,e]pyr – dibenzo[a,e]pyrelen, db[a,h]pyr – dibenzo[a,h]pyrelen, db[a,i]pyr – dibenzo[a,i]pyrelen, db[a,l]pyr – dibenzo[a,l]pyrelen, flu – fluoren, i[c,d]p – indeno[c,d]piren, nap – naftalen, phe – fenantren, pyr – piren.

3. Metodyka badań

3.1. Liczba próbek do badań

W ramach realizacji zadania 1 realizowanego we współpracy z Zakładem Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa IBPRS–PIB zgromadzono kilkaset próbek ziarna pszenicy z czego 158 poddano badaniom w kierunku obecności substancji skażających (z wyjątkiem glifosatu, którego zawartość oznaczono w 75 próbkach; mykotoksyny w 150 próbkach). Próbki do badań pozyskano bezpośrednio od rolników za pośrednictwem Ośrodków Doradztwa Rolniczego. Próbki pochodziły ze zbiorów 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 pszenicy 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 pszenicy był zearalenon (ZEN). Odsetek próbek pozytywnych w których stwierdzono obecność tego związków wynosił 37,3% a jego średnia zawartość kształtowała się na poziomie 15,5 µg/kg (10–66,9). Deoksyniwalenol (DON) był obecny w 26,7% próbek na średnim poziomie 215,4 µg/kg (51,2–1277), natomiast toksyny HT-2 i T-2 występowały w 6% próbek na średnim poziomie 17 µg/kg (10,2–33,8) (Tabele 1 i 2).

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

Toksyna	n pozytywnych	średnia	mediana	min	max	max % NDZ
		[µg/kg]				
DON	40	215,4	94,2	51,2	1277	128
ZEN	56	15,5	13,6	10,0	66,9	67
HT-2+T-2	9	17,0	15,4	10,2	33,8	68

W tabeli 2 przedstawiono maksymalne dopuszczalne zawartości w ziarnie pszenicy w odniesieniu do toksyn *Fusarium*. W żadnej z badanych próbek nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnych maksymalnych zawartości ZEN oraz sumy T-2 i HT-2. Ich maksymalne

zawartości stanowiły odpowiednio 67 i 68% NDZ. Jedna badana próbka pszenicy zawierała DON na poziomie przekraczającym NDZ (1277 $\mu\text{g}/\text{kg}$, tj. 128% NDZ).

Tabela 2. Zawartości mykotoksyn w badanych próbkach pszenicy 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	26,7	1000	1	2,5	5	12,5	10	25
ZEN	37,3	100	0	-	1	1,8	2	3,6
HT-2+T-2	6,0	50	0	-	1	11,1	6	66,7

W próbkach pszenicy 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 pszenicy była niższa w porównaniu z zawartością tych toksyn w próbkach pozytywnych (powyżej LOQ) (tabele 1–4).

Tabela 3. Zbiorcze zestawienie zawartości mykotoksyn w badanych próbkach pszenicy, 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	150	75,8	25	25	1277	128
ZEN		8,9	5	5	66,9	67
HT-2+T-2		5,7	5	5	33,8	68

Tabela 4. Zawartości mykotoksyn w badanych próbkach pszenicy 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	1	0,7	5	3,3	10	6,7	128
ZEN	100	0	-	1	0,7	2	1,3	67
HT-2+T-2	50	0	-	1	0,7	6	4,0	68

4.2. Pozostałości pestycydów w ziarnie pszenicy ze zbiorów 2024 r.

W badanych 158 próbkach ziarna pszenicy wykonano oznaczenia pozostałości środków ochrony roślin różnych grup chemicznych (patrz Załącznik 1. Wykaz substancji aktywnych środków ochrony roślin). Dodatkowo w 75 badanych próbkach wykonano oznaczenia pozostałości glifosatu. Spośród 158 próbek pszenicy, pozostałości pestycydów zidentyfikowano w 25 próbkach, co stanowi 16%. Pozostałe próbki charakteryzowały się pozostałościami pestycydów na poziomie poniżej granicy oznaczalności stosowanej metody. Badane próbki zawierały od 1 do 3 związków aktywnych. Łącznie zidentyfikowano w badanym materiale 6 różnych związków aktywnych pestycydów. W jednym z analizowanych przypadków stwierdzono obecność pozostałości fungicydu fludioxonilu w stężeniu przekraczającym najwyższą dopuszczalną pozostałość (200% NDP). W innym przypadku

stwierdzono obecność pozostałości fungicydu difenylaminy w stężeniu wynoszącym 40% NDP. Z największą częstotliwością identyfikowano pozostałości fungicydów (tebukonazol – 9 próbek, azoksystrobina i boskalid – po 8 próbek) oraz insektycydów fosforoorganicznych (pirymifos metylowy – 6 próbek). Pozostałości tych substancji nie przekraczały wartości 10 % NDP. Oznaczone pozostałości pestycydów były generalnie na niskim poziomie (0,01 – 0,07 mg kg⁻¹) oscylujące blisko granicy oznaczalności stosowanej metody wynoszącej 0,01 mg kg⁻¹ (Tabele 5 i 6).

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

L.p.	Substancja aktywna	N	Zawartość [mg kg ⁻¹]		NDP [mg kg ⁻¹]	Maksymalny % NDP
			min	max		
1	tebukonazol	9 (6%)	0,01	0,01	0,3	3,3%
2	azoksystrobina	8 (5%)	0,01	0,04	0,5	8%
3	boskalid	8 (5%)	0,01	0,05	0,8	6,25%
4	diphenylamine	3 (2%)	0,01	0,02	0,05	40%
5	fludioxonil	1 (0,6%)	0,02	0,02	0,01	200%
6	pirimiphos methyl	6 (4%)	0,01	0,07	5	1,4%

Tabela 6. Pozostałości pestycydów w badanych próbkach pszenicy.

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 \geq 0,5 NDP
Pestycydy z wyłączeniem glifosatu	158	6	25	16%	17	6	2	1	1

Pozostałości glifosatu na poziomie przekraczającym granicę oznaczalności (0,08 mg kg⁻¹) wykryto w 2 badanych próbkach, co stanowi 3% próbek przebadanych pod względem zawartości tej substancji. W żadnej z badanych próbek pozostałość glifosatu nie przekraczała maksymalnej dopuszczalnej wartości, która dla pszenicy wynosi 10 mg kg⁻¹ (Tabela 7).

Tabela 7. Pozostałości glifosatu w badanych próbkach pszenicy.

Substancja aktywna	n	Liczba próbek z pozostałościami n (%)	Zawartość [mg kg ⁻¹]		NDP [mg kg ⁻¹]	Maksymalny % NDP
			min	max		
Glifosat	75	2 (3%)	<0,08	0,26	10	2,6%

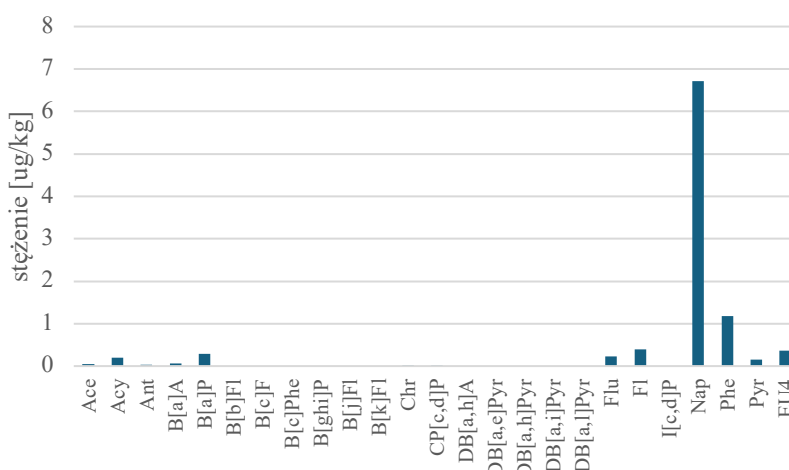
4.3. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w ziarnie pszenicy ze zbiorów 2024 r.

Zbiornicze dane uzyskane na podstawie przeprowadzonych badań przedstawiono w Tabelach 8–9. Zawartości badanych substancji obliczono jako dolna granica oznaczalności przyjmując wartości poniżej granicy oznaczalności jako równe zero (Tabela 8). Zawartości przedstawiono również jako środkowa granica oznaczalności przyjmując wartości poniżej granicy jako równe stężeniom odpowiadającym połowie granicy oznaczalności (Tabela 9). Obserwowane poziomy zawartości węglowodórów można uznać za niskie. W badanym materiale stwierdzano obecność w przeważającej ilości obecność niskocząsteczkowych

węglowodorów aromatycznych z przewagą naftalenu, fenantrenu, fluorenu, acenaftenu, acenaftyleny, fluorantrenu, pirenu i antracenu.

Obowiązujące rozporządzenie Komisji Europejskiej 2023/915 nie określa maksymalnych dopuszczalnych zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w ziarnie zbóż. W odniesieniu do powyższego rozporządzenia określono dopuszczalne zawartości dla przetworzonej żywności na bazie zbóż przeznaczonej do żywienia niemowląt i małych dzieci. Dla powyższej kategorii maksymalna zawartość benzo[a]pirenu oraz sumy wskaźnikowych węglowodorów określona została na poziomie 1 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Maksymalne zawartości benzo[a]pirenu obliczone jako środkowa granica oznaczalności w żadnej z badanych próbek nie przekroczyła wartości 1 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Na tej podstawie można wnioskować, że ziarno pszenicy jest pod tym względem bezpieczne dla konsumentów a obecność węglowodorów aromatycznych nie stanowi istotnego zagrożenie również dla jego obrotu towarowego.

Profil węglowodorów (Rys. 1 i Rys. 2) oraz wzajemne stosunki poszczególnych substancji są wskaźnikiem źródeł zanieczyszczenia materiału roślinnego węglowodorami aromatycznymi. Rysunek 2 przedstawia stosunek zawartości fuorenu do sumy fuorenu oraz pirenu w odniesieniu do stosunku antracenu do sumy antracenu i fenantrenu obliczony dla badanych próbek pszenicy. Uzyskane wyniki wskazują na zanieczyszczenie zależne od produktów ropopochodnych. Dodatkowo literatura wskazuje, że wysokie zawartości naftalenu mogą wskazywać na zanieczyszczenie będące wynikiem emisji spalin z transportu drogowego.



Rys 1. Profil węglowodorów aromatycznych w ziarnie pszenicy.

Tabela 8. Zawartość węglowodorów aromatycznych w ziarnie pszenicy (dolna granica oznaczenia)

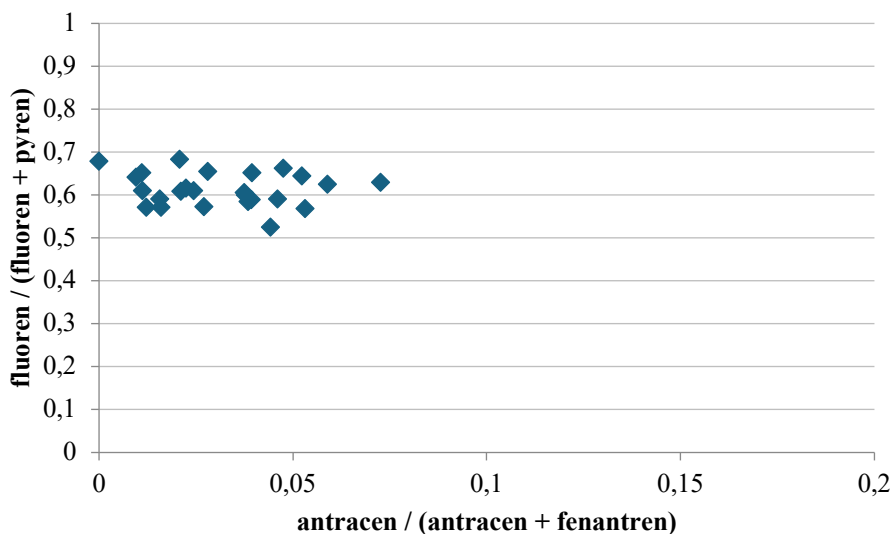
Związek	Średnia	Mediana	Min	Max	Odchylenie standardowe
	[µg/kg]				
Ace	0,048	0,033	0,000	0,236	0,046
Acy	0,195	0,138	0,000	0,708	0,154
Ant	0,034	0,036	0,000	0,062	0,016
B[a]A	0,060	0,061	0,000	0,000	0,000
B[a]P	0,293	0,258	0,021	0,966	0,237
B[b]Fl	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B[c]F	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B[c]Phe	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B[ghi]P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

B[j]Fl	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B[k]Fl	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chr	0,017	0,015	0,000	0,052	0,012
CP[c,d]P	0,001	0,000	0,000	0,012	0,003
DB[a,h]A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DB[a,e]Pyr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DB[a,h]Pyr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DB[a,i]Pyr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DB[a,l]Pyr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Flu	0,227	0,198	0,138	0,621	0,110
Fl	0,396	0,328	0,149	1,337	0,241
I[c,d]P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nap	6,717	5,553	0,859	25,033	5,550
Phe	1,185	1,010	0,617	3,714	0,682
Pyr	0,147	0,126	0,065	0,465	0,088
EU4	0,370	0,303	0,075	1,047	0,254

Tabela 9. Zawartość węglowodorów aromatycznych w ziarnie pszenicy (średkowa granica oznaczenia)

Związek	Średnia	Mediana	Min	Max	Odchylenie standardowe
	[µg/kg]				
Ace	0,045	0,020	0,020	0,236	0,047
Acy	0,195	0,138	0,020	0,708	0,153
Ant	0,032	0,036	0,018	0,062	0,015
B[a]A	0,056	0,035	0,000	0,000	0,031
B[a]P	0,293	0,258	0,043	0,966	0,238
B[b]Fl	0,028	0,028	0,000	0,000	0,000
B[c]F	0,028	0,028	0,028	0,028	0,000
B[c]Phe	0,028	0,028	0,028	0,028	0,000
B[ghi]P	0,080	0,080	0,08	0,08	0,000
B[j]Fl	0,028	0,028	0,000	0,000	0,000
B[k]Fl	0,028	0,028	0,028	0,028	0,000
Chr	0,016	0,010	0,010	0,052	0,011
CP[c,d]P	0,013	0,013	0,013	0,013	0,000
DB[a,h]A	0,043	0,043	0,0425	0,0425	0,000
DB[a,e]Pyr	0,020	0,020	0,02	0,02	0,000
DB[a,h]Pyr	0,020	0,020	0,02	0,02	0,000
DB[a,i]Pyr	0,020	0,020	0,02	0,02	0,000
DB[a,l]Pyr	0,020	0,020	0,02	0,02	0,000
Flu	0,227	0,198	0,138	0,621	0,110
Fl	0,396	0,328	0,149	1,337	0,241
I[c,d]P	0,040	0,040	0,04	0,04	0,000
Nap	6,717	5,553	0,859	25,033	5,550
Phe	1,185	1,010	0,617	3,714	0,682

Pyr	0,147	0,126	0,065	0,465	0,088
EU4	0,389	0,339	0,129	1,041	0,255



Rys. 2 Rozkład wartości diagnostycznych dla stężeń węglowodorów aromatycznych w ziarnie pszenicy.

4.4. Zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy ze zbiorów 2024 r.

Uzyskane wyniki zawartości metali ciężkich w próbkach pszenicy ze zbiorów 2024 roku przedstawiono w tabelach 10–11. Ołów i kadm były obecne w większości badanych próbek pszenicy, odpowiednio 88 i 94,3% próbek pozytywnych. Zawartość kadmu wahała się w od wartości poniżej granicy oznaczalności do 0,086 mg/kg (86% NDZ); średnio 0,027 mg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia NDZ, którą dla kadmu ustalono na poziomie 0,1 mg/kg. Zawartość ołowiu wahała się od wartości poniżej granicy oznaczalności do 0,489 mg/kg; średnio 0,037 mg/kg. W jednej z badanych próbek pszenicy stwierdzono niemal 2,5-krotne przekroczenie NDZ, którą dla ołowiu określono na poziomie 0,2 mg/kg. Arsen i rtęć były obecne w niskich stężeniach, w niewielkim odsetku badanych próbek pszenicy, odpowiednio 3,8 i 0,6% próbek pozytywnych.

Tabela 10. Zakres zawartości metali ciężkich w badanych próbkach pszenicy. Wyniki przedstawiono jako środkowa granica oznaczenia ($<LOQ = 0,5 \cdot LOQ$).

Pierwiastek	n	$\geq LOQ$		Zawartość [mg kg ⁻¹]			
				min	max	mediana	średnia
Ołów	158	139	88,0%	0,0005	0,489	0,019	0,0366
Kadm	158	149	94,3%	0,0005	0,086	0,024	0,0273
Arsen	158	6	3,8%	0,005	0,03	0,005	0,0053
Rtęć	158	1	0,6%	0,0005	0,001	0,0005	0,0005

Tabela 11. Zawartość metali ciężkich w badanych próbkach pszenicy.

Pierwiastek	NDZ [mg kg ⁻¹]	Próbki o stężeniu						Maks % NDZ
		$\geq NDZ$		$\geq 0,5 NDZ$		$\geq 0,25 NDZ$		
Ołów	0,2	1	0,6%	13	8,2%	37	23,4%	245%

Kadm	0,1	0	-	23	14,6%	78	49,4%	86%
------	-----	---	---	----	-------	----	-------	-----

5. Podsumowanie

- W żadnej z badanych próbek nie odnotowano przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych zawartości ZEN oraz sumy T-2 i HT-2. Ich maksymalne zawartości stanowiły odpowiednio 67 i 68% NDZ. Jedna badana próbka pszenicy zawierała DON na poziomie przekraczającym NDZ (1277 µg/kg, tj. 128% NDZ).
- Pozostałości środków ochrony roślin w badanych próbkach pszenicy pozostawały na niskim poziomie. W jednym z analizowanych przypadków stwierdzono obecność pozostałości fungicydu fludioxonilu w stężeniu przekraczającym najwyższą dopuszczalną pozostałość (200% NDP).
- Glifosat był obecny w 3% badanych próbek pszenicy. Jego maksymalna zawartość stanowiła 2,6% NDZ.
- Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne były obecne w badanych próbkach ziarna pszenicy w niskich stężeniach, nie stwarzających ryzyka zdrowotnego.
- Badane próbki pszenicy były generalnie wolne od zanieczyszczenia arsenem i rtęcią.
- Częstotliwość występowania kadmu i ołowiu w badanych próbkach pszenicy była wysoka i wynosiła odpowiednio 94,3 i 88%. W jednej z badanych próbek odnotowano prawie 2,5-krotne przekroczenie najwyższej dopuszczalnej zawartości ołowiu.

Załącznik 1. Wykaz substancji aktywnych środków ochrony roślin

2,4'-Metoksychlor	Chinoklamina	Dimetoat	Fluksapyroksad
4,4'-Metoksychlor	Chinoksyfen	Dimetomorf	Fluoksastrobina
olefin	Chinomerak	Dimoksystrobin	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	Fosfamidon
Amisulbrom	Chlorotalonil	Epoksykonazol	Fosmet
Antrachinon	Chlorpiryfos- etylowy	Esfenvalerat	Fostiazat
Atrazyna	Chlorpiryfos- metylowy	Etakonazol	Fuberidazol
Azadyrachtyna A	Chlorprofam	Etofumesat	Furatiokarb
Azoksystrobin	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	Dichlofluani	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	Difenyklamina	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	Mezotrion	Prochloraz	Tembotrion
Karfentrazon-etylu	Milbamektyna A3	Procymidon	Tepaloksydym
Kletodym	Milbamektyna A4	Profenofos	Terbufos
Klofentezyna	Mireks	Prometryna	Terbutylazyna
Klopyralid	Myklobutanil	Propachizafop	Tetrachlorwinfos
Klotianidyna	N	Propachlor	Tetradifon
Krezoksym-metylu	Napropamid	Propamokarb	Tetrakonazol
Kumafos	Nikosulfuron	Propargit	Tetrametryna
Kwintozen	Nonachlor-cis	Propikonazol	Tiabendazol
L	Nonachlor-trans	Propoksur	Tiaklopyrd
Laktofen	Nuarimol	Propoksykarbazon	Tiametoksam
Lambda	O	Propyzamid	Tidiazuron
cyhalotryna	Oksadiksyl	Prosulfokarb	Tienkarbendazon
Lenacil	Oksamyl	Protiofos	metylu
Leptofos	Oksyfluorfen	Protiokonazol	Tifensulfuron
Linuron	P	Pyraflufen etylu	metylu
M	Paklobutrazol	Pyraklostrobina	Tiofanat metylu
Malation	Paration (etylowy)	Pyridaben	Tolilfluanid
Mandipropamid	Paration	Pyriofenon	Tolklofos-metylu
Mefentriflukonazol	(metylowy)	Pyroksulam	Transflutryna
Mekarbam	Pencykuron	R	Triadimenol
Mepanipiryum	Pendimetalina	Resmetryna	Triazofos
Metabenziazuron	Penflufen	Rimsulfuron	Tribenuron metylu
Metabromuron	Penkonazol	S	Trichlopyrd
Metakrifos	Penoksulam	Sedaksan	Trifloksystrobina
Metalaksyl	Pentachloroanisol	Spinetoram A	Triflumizol
Metamidofos	Pentachlorobenzen	Spinetoram B	Trifluralina
Metamitron	Pentachlorotioanis	Spinosad A	Triflusulfuron
Metazachlor	ol	Spinosad D	metylu
Metiokarb	Permetryna	Spirodiklofen	Trineksapak etylu
Metkonazol	Pertan (Etylan)	Spiroksamina	Tritikonazol
Metoksychlor A	Petoksamid	Spirotetramat	W
Metoksyfenozyd	Pikoksystrobina	Sulfotep	Walifenalat
Metomyl	Pikolinafen	Sulkotrion	Winklozolina
Metrafenon	Pimetrozyna	Sulprofos	Z
Metrybuzyna	Pinoksaden	Symazyna	Zoksamid
Metsulfuron	Pirydat	T	
metylu	Pirymetanil	Tau-fluwalinat	
Metydation	Piryrafos-	Tebufenpyrad	
Mewinfos	metylowy	Tebukonazol	
Mezosulfuron	Piryfikarb	Tebutiuron	
metylu	Piryproksyfen	Teflutryna	



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Waclawa 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
dr Krystyna Szymczyk – Zastępca Kierownika Zakładu
tel. 22 606 38 97
e-mail: krystyna.szymczyk@ibprs.pl