

Określenie zagrożeń wystąpienia substancji skażających dla produktów rolno-spożywczych oferowanych na Platformie Żywnościowej

– raport tematyczny nr 5

wykonany przez
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego,

Projekt pt. „Platforma Żywnościowa”, akronim SELLFOOD, finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG, na podstawie Umowy nr Gospostrateg1/385521/2/NCBR/2018

Niniejszy raport jest wynikiem prac analitycznych zrealizowanych przez Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie. W opracowaniu przedstawiono analizę ryzyka wystąpienia substancji skażających w produktach rolno-spożywczych wskazanych jako najbardziej perspektywiczne do przeprowadzenia pilotażowego wdrożenia w ramach platformy obrotu towarowego tzw. „Platformy Żywnościowej”. „Platforma żywnościowa” jest elektroniczną platformą obrotu surowcami rolnymi i rolno-spożywczymi, która powstaje w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu strategicznego „Gospostrateg”. Projekt powstał z inicjatywy Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, a koncepcja utworzenia tzw. „Platformy Żywnościowej” została wcześniej nakreślona w Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do 2020 (z perspektywą do 2030) Rządu RP. Projekt realizowany jest przez konsorcjum złożone z Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa (KOWR) (lider projektu), Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (IBPRS) oraz Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej (IERIGŻ). Głównymi celami projektu jest wypracowanie systemowych rozwiązań funkcjonowania rynku oraz pilotażowe uruchomienie elektronicznej platformy obrotu surowcami rolnymi i rolno-spożywczymi. IBPRS zrealizował zadania w ramach fazy badawczej projektu, w wyniku których efektem są dwa raporty tematyczne:

Raport nr 4 – Wymagania jakościowe, metody oznaczania jakości, metody próbobrania, niezbędne wyposażenie wykorzystywane do oceny jakości, znakowanie, opakowanie i warunki przechowywania najbardziej perspektywicznych produktów rolno-spożywczych oferowanych na Platformie Żywnościowej

Raport nr 5 – Określenie zagrożenia wystąpienia substancji skażających dla produktów rolno-spożywczych oferowanych na Platformie Żywnościowej

W opracowaniu niniejszego raportu tematycznego nr 5 uczestniczył następujący zespół wykonawców:

Koordynator Projektu w IBPRS: *Dr inż. Sylwia Skąpska*

Autorzy rozdziałów:

- Ziarno pszenicy: *dr hab. Inż. Renata Jędrzejczak, prof. IBPRS, dr inż. Marcin Bryła, dr Krystyna Szymczyk, mgr Wiesława Ręcajska, mgr inż. Edyta Ksieniewicz-Woźniak, inż. Magdalena Szczepańska, mgr Urszula Siekierko, dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS, mgr inż. Karolina Juszczyk, mgr inż. Olga Świder, mgr inż. Monika Papiernik;*
- Zagęszczony sok jabłkowy: *dr Krystyna Szymczyk, inż. Magdalena Szczepańska, mgr Wiesława Ręcajska, dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS, mgr inż. Monika Papiernik, mgr inż. Karolina Juszczyk, mgr inż. Olga Świder;*



- Odtłuszczone mleko w proszku: *dr inż. Elżbieta Wojtowicz, dr inż. Krzysztof Przygoński, mgr Hanna Stróżycka, inż. Irena Jóźwiak, mgr Wiesława Ręczajska, dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS;*
- Mięso wieprzowe: *dr hab. inż. Dariusz Lisiak, prof. IBPRS, dr hab. Karol Borzuta, prof. IBPRS, dr Piotr Janiszewski, dr Beata Bartodziejska, dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS;*

Wykaz skrótów i symboli

AF - aflatoksyny

Cd - kadm

DL-PCB - dioksynopodobne PCB

DON - deoksyniwalenol

FHB - fuzarioza kłosów (*Fusarium* head blight)

IBPRS - Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego

IERGŻ - Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej

LOD - granica wykrywalności (Limit od Detection)

LOQ - granica oznaczalności (Limit of Quantification)

Metoda QuEChERS - metoda wielopozostałościowa (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe)

MLP - maksymalny limit pozostałości

NDL-PCB - PCB o działaniu niepodobnym do dioksyn

NDP - najwyższa dopuszczalna pozostałość

NDZ - najwyższa dopuszczalna zawartość

OTA - ochratoksyna A

PAT - patulina

PCB - polichlorowane bifenyle

PCDD - polichlorowane dibenzo-*p*-dioksyny

PCDF - polichlorowane dibenzofurany

Poziomy ryzyka N, S, W - niski, średni, wysoki

Pb - ołów

RSD_r - względne odchylenie standardowe w warunkach powtarzalności

RSD_R - względne odchylenie standardowe w warunkach odtwarzalności

RSD_r HORRAT - uzyskana wartość dla RSD_r podzielona przez RSD_r oszacowaną z równania Horwitza, przy założeniu, że $r=0,66$

RSD_R HORRAT - uzyskana wartość dla RSD_R podzielona przez RSD_R oszacowaną z równania Horwitza, przy założeniu, że $R=0,66$

s.a. - substancja aktywna

TEQ - równoważnik toksyczności

WHO-TEQ - próg podejmowania działań

WWA - wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

ZEN - zearalenon

I.	CEL REALIZACJI ZADANIA.....	1
II.	WPROWADZENIE	2
1.	IDENTYFIKACJA SUBSTANCJI SKAŻAJĄCYCH.....	2
1.1.	<i>Metale ciężkie: Kadm (Cd) i ołów (Pb)</i>	2
1.2.	<i>Mykotoksyny.....</i>	2
1.3.	<i>Pozostałości środków ochrony roślin</i>	5
1.4.	<i>Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA).....</i>	5
1.5.	<i>Dioksyny.....</i>	6
1.6.	<i>Antybiotyki.....</i>	8
2.	NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI SKAŻAJĄCYCH	8
2.1.	<i>Metale (Cd, Pb)</i>	8
2.2.	<i>Mykotoksyny (Aflatoksyny – AF, Ochratoksyna – OTA, Deoksyniwalenol – DON, Zearalenon – ZEN, Patulina – PAT).....</i>	9
2.3.	<i>Pozostałości środków ochrony roślin</i>	10
2.4.	<i>Dioksyny.....</i>	14
2.5.	<i>Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne</i>	15
2.6.	<i>Antybiotyki.....</i>	16
3.	CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA WYSTĘPOWANIE SUBSTANCJI SKAŻAJĄCYCH	17
3.1.	<i>Metale (Cd, Pb)</i>	17
3.2.	<i>Mykotoksyny.....</i>	18
3.3.	<i>Pozostałości środków ochrony roślin</i>	20
3.4.	<i>Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne</i>	21
3.5.	<i>Dioksyny i polichlorowane bifenyle.....</i>	21
3.6.	<i>Antybiotyki.....</i>	22
III.	METODYKA BADAŃ	23
1.	LICZBA PRÓBEK DO BADAŃ	23
2.	METODY OZNACZANIA ZAWARTOŚCI KADMU I OŁOWIU	25
3.	METODY OZNACZANIA ZAWARTOŚCI MYKOTOKSYN.....	26
4.	METODY OZNACZANIA ZAWARTOŚCI PESTYCYDÓW	28
5.	METODY OZNACZANIA WIELOPIERŚCIENIOWYCH WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH	28
6.	METODY OZNACZANIA DIOKSYN	29
7.	METODY OZNACZANIA ANTYBIOTYKÓW.....	29
8.	ANALIZA RYZYKA.....	32
IV.	WYNIKI BADAŃ, ANALIZA RYZYKA I REKOMENDACJE.....	33
1.	ZIARNO PSZENICY	33
1.1.	<i>Substancje skażające w ziarnie pszenicy.....</i>	33
1.2.	<i>Analiza ryzyka</i>	53
1.3.	<i>Podsumowanie i rekomendacje</i>	56
2.	ZAGĘSZCZONY SOK JABŁKOWY	58
2.1.	<i>Substancje skażające w zagęszczonym soku jabłkowym</i>	58
2.2.	<i>Analiza ryzyka</i>	61
2.3.	<i>Podsumowanie i rekomendacje</i>	62
3.	ODTŁUSZCZONE MLEKO W PROSZKU	64
3.1.	<i>Substancje skażające w odtłuszczonej mleku w proszku</i>	64



3.2.	<i>Analiza ryzyka</i>	64
3.3.	<i>Podsumowanie i rekomendacje</i>	65
4.	PÓŁTUSZE WIEPRZOWE	65
4.1.	<i>Substancje skażające w półtuszach wieprzowych</i>	65
4.2.	<i>Zawartość metali ciężkich w półtuszach wieprzowych z roku 2018</i>	66
4.3.	<i>Analiza ryzyka</i>	70
4.4.	<i>Podsumowanie i rekomendacje</i>	70
V.	LITERATURA	73

I. CEL REALIZACJI ZADANIA

Celem realizacji zadania było przeprowadzenie oceny ryzyka wystąpienia substancji skażających:

- pozostałości pestycydów,
- metali ciężkich,
- pozostałości antybiotyków,
- wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych,
- dioksyn i polichlorowanych bifenyli,
- mykotoksyn,

dla najbardziej perspektywicznych produktów rolno-spożywczych, oferowanych na *Platformie Żywnościowej*. Produkty te zostały wytypowane przez Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej - Państwowy Instytut Badawczy w wyniku analizy krajowego rynku produktów rolno-spożywczych i przedstawione w Raporcie nr 1 z projektu (IERiGŻ-PIB, Raport tematyczny nr 1, 2019). Do obrotu na *Platformie Żywnościowej* zarekomendowano ostatecznie:

- ziarno pszenicy,
- cukier,
- zagęszczony sok jabłkowy,
- odtłuszczone mleko w proszku,
- półtusze wieprzowe.

W ramach niniejszej pracy wykonano badania oraz przeprowadzono ocenę ryzyka w odniesieniu do czterech spośród wskazanych produktów dla substancji, których maksymalne dopuszczalne stężenia określone zostały w prawie żywnościowym Unii Europejskiej. W ramach niniejszego projektu nie prowadzono badań w zakresie występowania substancji skażających w cukrze. Cukier krystaliczny ze względu na specyfikę procesu technologicznego jest pozbawiony zanieczyszczeń chemicznych. Wyniki wieloletnich prac badawczych prowadzonych w IBPRS dotyczących jakości i bezpieczeństwa tego produktu nie wskazują na potrzebę prowadzenia monitoringu zanieczyszczeń i dodatkowej oceny ryzyka wystąpienia substancji skażających w tym produkcie na potrzeby realizacji projektu. Efektem realizacji zadania jest niniejszy raport końcowy, zawierający rekomendacje dla czterech produktów rolno-spożywczych, wybranych jako priorytetowe w obrocie na *Platformie Żywnościowej*, w wyżej przedstawionym zakresie.

II. WPROWADZENIE

W ramach projektu prowadzono badania dla substancji chemicznych, których maksymalne dopuszczalne stężenia określone zostały w prawie żywnościowym Unii Europejskiej, tj. Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 z późniejszymi zmianami, Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 396/2005 z późniejszymi zmianami oraz Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 37/2010 z późniejszymi zmianami.

1. Identyfikacja substancji skażających

1.1. Metale ciężkie: Kadm (Cd) i ołów (Pb)

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy kadm i ołów uznawane są za pierwiastki bezwzględnie szkodliwe dla zdrowia nawet w najmniejszych ilościach. Wspólną ich cechą jest zdolność do kumulacji w organizmie człowieka, długi okres biologicznego półtrwania i związana z tym toksyczność w warunkach chronicznego narażenia. Całkowite narażenie człowieka na te metale niekoniecznie związane jest ze spożywaniem żywności zawierającej duże ich ilości a raczej z żywnością spożywaną w dużych ilościach. Powyższe stwierdzenie dotyczy m.in. zbóż i produktów zbożowych, które zostały zidentyfikowane jako jedno z głównych źródeł tych pierwiastków w organizmie człowieka (EFSA 2012a, EFSA 2012b). Maksymalne dopuszczalne zawartości kadmu i ołowiu w żywności zostały określone w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006.

1.2. 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 (Ibáñez-Vea

i in. 2012). Obecność mykotoksyn w żywności i paszy, stwarza więc ogromne ryzyko dla bezpieczeństwa żywności.

Bezpieczeństwo żywności staje się coraz ważniejszym problemem na całym świecie ze względu na potencjalne skutki zmian klimatycznych wpływające na plonowanie upraw roślinnych, w tym zbóż, a także na stopień zanieczyszczenia mykotoksynami. Zmiany klimatyczne mają ogromny wpływ na krajobraz na całym świecie. Na niektórych obszarach modele klimatyczne przewidują znaczny spadek opadów w lecie wraz ze wzrostem temperatury. Zmiany te mogą prowadzić do stworzenia odpowiednich warunków rozwoju tych grzybów, których dotychczas obecność na danym terenie nie była potwierdzana (Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1126/2007). W kontekście ocieplenia klimatu, zasugerowana przez Bebbra i in. (2013) prognoza pokazuje, że choroby i szkodniki migrują w kierunku biegunów w tempie 3-5 km/rok a różnorodność populacji szkodników zmienia się znacząco. W odniesieniu do toksynotwórczych patogenów grzybowych oznacza to, że grzyby te mogą przechodzić z tzw. „stanu supresji” do warunków sprzyjających biosyntezie mykotoksyn.

Mikroskopijne grzyby są patogenami roślin zbóż przyczyniającymi się do pogorszenia wartości technologicznej ziarna, a także mogą wytwarzać wtórne metabolity stanowiące zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Ryzyko zanieczyszczenia zbóż mykotoksynami jest bardzo wysokie i może nastąpić w każdej chwili, począwszy od okresu wegetacyjnego roślin uprawnych aż do przechowywania i transportu produktu końcowego (Stuper-Szablewska i Perkowski, 2014). W roku 2013 ok. 3,9% zbadanych w Polsce próbek zbóż przeznaczonych na cele spożywcze było zdyskwalifikowanych z powodu obecności mykotoksyn powyżej dopuszczalnych norm (GUS, 2014). W latach 2006-2009 z ziarna pszenicy pochodzącego z silosów zbożowych młynów położonych na terenie Polski izolowano najczęściej zarodniki grzybów *Penicilium*, *Aspergillus* i *Fusarium*. Mogą one być odpowiedzialne za biosyntezę różnych grup mykotoksyn (Stuper-Szablewska i Perkowski, 2014).

W Polsce najczęściej znajdowanymi mykotoksynami, są toksyny grzybów *Fusarium*. Grzyby *Fusarium* należą do najbardziej niebezpiecznych patogenów zbóż na całym świecie. Powodują pogorszenie plonowania ziarna oraz jego jakości. *Fusarium* spp. może powodować pośrednie straty wynikające z infekcji siewek, zredukowanego kiełkowania nasion lub straty bezpośrednie związane

gniciem łodyg, aż wreszcie rozwojem fuzariozy kłosów (FHB) roślin zbóż (McMullen i in. 2012). Współwystępowanie różnych gatunków *Fusarium* spp. na polu jest powszechne i chociaż liczba wykrywanych gatunków może być duża, tylko niektóre z nich są chorobotwórcze dla roślin, szczególnie w odpowiednich warunkach klimatycznych. Skład gatunkowy *Fusarium* jest dynamiczny i zależy od czynników klimatycznych takich jak temperatura i wilgotność. Ponadto, warunki środowiskowe sprzyjające infekcji roślin, mogą różnić się od warunków wpływających na kolonizację. Dlatego skład gatunkowy *Fusarium* podczas infekcji roślin zbożowych może się zmieniać w czasie (Xu i in. 2008).

Obecność patuliny jest istotnym parametrem oceny jakości zdrowotnej soków jabłkowych. Pośrednio jest też wskaźnikiem jakości surowca (jabłek) użytego do produkcji zagęszczonych soków, z których produkuje się soki pitne. Występuje głównie w jabłkach przechowywanych w chłodniach, gdzie istnieje możliwość rozwoju grzybów. Patulina jest metabolitem wytwarzanym przez grzyby rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium*. Doświadczalnie udowodniono toksyczne działanie patuliny w stosunku do różnych mikroorganizmów, roślin, zwierząt i organizmów wyższych. Obecność patuliny stwierdzono w wielu surowych (zapleśniałych) owocach i warzywach lecz najczęściej występuje ona w jabłkach i produktach z nich otrzymanych. W przypadku owoców przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji patulina nie stanowi zagrożenia, ponieważ nie spożywa się owoców zapleśniałych, natomiast nawet niewielki ich udział w surowcu przeznaczonym do przetwórstwa prowadzi do otrzymania produktów o niewłaściwej jakości zdrowotnej. Znaczną trwałość i odporność patuliny na warunki stosowane podczas procesów technologicznych potwierdza fakt występowania jej w sokach i przecierach jabłkowych. Pewne zabiegi technologiczne, takie jak staranne sortowanie owoców, mycie, tłoczenie, enzymatyczne klarowanie soków, filtracja, stosowanie odpowiednio preparowanych sorbentów węglowych, reakcja z jonami siarczynowymi w podwyższonej temperaturze lub z kwasem askorbinowym mogą powodować obniżenie zawartości patuliny w sokach. Zmniejszenie zawartości patuliny następuje także w trakcie przechowywania gotowego produktu, podczas lub w wyniku fermentacji alkoholowej albo naświetlania promieniowaniem jonizującym. Maksymalne dopuszczalne zawartości mykotoksyn w żywności zostały określone w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1831/2003.

1.3. 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. Pod wpływem czynników atmosferycznych, chemicznych i biologicznych pestycydy ulegają stopniowo zanikowi w środowisku. Tym niemniej, na płodach rolnych mogą pozostać pewne ich ilości, które są ściśle związane z terminem ostatniego zabiegu agrochemicznego, a więc z koniecznym okresem karencji. A zatem niewłaściwe stosowanie środków ochrony roślin, nierzadko znaczna trwałość ich w środowisku oraz duża aktywność biologiczna i szerokie spektrum toksycznego działania sprawiają, że pestycydy mogą stwarzać znaczne zagrożenie dla zdrowia człowieka, m.in. poprzez zanieczyszczenie całego łańcucha żywnościowego. Z tej przyczyny ich stosowanie musi podlegać ścisłym regulacjom prawnym, pozwalającym na eliminację tych zagrożeń (Roszko i Szymczyk 2009, 2010). Maksymalne dopuszczalne pozostałości środków ochrony roślin w żywności zostały określone w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 396/2005.

1.4. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne są chemicznymi zanieczyszczeniami powszechnie znajdowanymi w żywności. WWA uznawane są za substancje niebezpieczne ze względu na swoje właściwości genotoksyczne i karcinogenne w stosunku do organizmu człowieka, co wykazano w licznych wcześniejszych pracach badawczych. Cząsteczki WWA zbudowane są z co najmniej dwóch skondensowanych pierścieni aromatycznych i posiadają przestrzennie strukturę płaską. Struktura chemiczna decyduje o właściwościach tych substancji. WWA są generalnie silnie lipofilne (log oktanol/woda 3,34) oraz chemicznie odporne. WWA powstają w drodze spalania/pirolizy węglowodorów oraz innych materiałów organicznych. Podobnie jak inne grupy organicznych zanieczyszczeń chemicznych WWA są transportowe na duże odległości drogą atmosferyczną, w tym poprzez pył zawieszony ze źródeł emisji. Opad

atmosferyczny wpływa na ich obecność na powierzchni roślin. Zanieczyszczenie/skażenie WWA może mieć również miejsce w warunkach stosowania obróbki termicznej przy produkcji/przetwarzaniu żywności i surowców. Szczególne znaczenie ma dym powstający w procesie spalania - jeżeli procesy technologiczne jak np. suszenie ziarna zbóż są prowadzone w warunkach bezprzeponowych. WWA powstające w procesie pirolizy mogą akumulować się na powierzchni materiałów i rozpuszczać się w lipidach obecnych w produkcie. Dotychczas najwyższe dopuszczalne poziomy WWA ustalono w żywności na bazie zbóż oraz żywności dla niemowląt i małych dzieci (Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 835/2011). Aktualnie ograniczone są dane dotyczące występowania WWA w ziarnie zbóż i dowodzą o ich niskich zawartościach. Tym niemniej zboża ze względu na ich duże spożycie stanowią ważny czynnik narażenia ludzi i konieczne jest monitorowanie w nich poziomów WWA. Komisja Europejska nie wyklucza że po zebraniu nowych danych ustanowione zostaną najwyższe dopuszczalne poziomy dla tych substancji w zbożach.

1.5. Dioksyyny

Polichlorowane dibenzo-*p*-dioksyyny (PCDD/F) i polichlorowane bifenyly (PCB) są niezwykle istotnymi zanieczyszczeniami środowiskowymi. Obie grupy obejmują silnie lipofilne substancje, które ze względu na chemiczną oporność są trwałe w środowisku. PCB i PCDD/F wykazują zdolność do akumulacji w łańcuchu troficznym oraz stanowią zagrożenie dla zdrowia ludzi. Głównym źródłem narażenia na tego typu substancje jest żywność, w tym przede wszystkim żywność pochodzenia zwierzęcego. PCDD/F powstają w procesach spalania materiałów zawierających źródło węgla oraz chloru. Istotnymi źródłami emisji jest spalanie odpadów komunalnych, spalanie węgla, cementownie oraz transport. Historycznie znaczna ilość dioksyn została wyemitowana do środowiska jako zanieczyszczenie pewnej grupy preparatów stosowanych jako pestycydy (herbicydy). PCB są substancjami wytwarzanymi historycznie przemysłowo. Znajdowały szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu jako oleje transformatorowe, smary wysokowydajne, dodatki do farb, czynniki robocze w wymiennikach ciepła etc. W latach 70-tych XX wieku stosowanie i produkcja PCB została zabroniona w większości krajów rozwiniętych. Szacuje się, że łącznie wyprodukowano około 2 mln ton

preparatów technicznych PCB, znaczna część tej masy została rozproszona w środowisku. W procesie syntezy PCB stosowanym przemysłowo powstawały również pewne ilości chlorowanych dibenzo-*p*-dioksyn i dibenzofuranów. Niewielkie ilości PCB mogą również powstawać jako produkt uboczny spalania źródeł węgla oraz chloru. PCDD/F i PCB znajdowane są we wszystkich typach próbek środowiskowych oraz żywności. Obie grupy zanieczyszczeń chemicznych nie są jednorodne i obejmują szereg homologów i izomerów określanych terminem kongenery. Grupa PCB obejmuje 209 możliwych kongenerów, PCDD 75 kongenerów, natomiast możliwych PCDF jest 135 kongenerów. Substancje tego typu obecne są w żywności na bardzo niskich poziomach stężeń w zakresie femto- do nanogram na gram próbki. PCB dzieli się na dwie grupy pod względem charakterystyki toksykologicznej. Z pośród 209 możliwych kongenerów 12 wykazuje właściwości toksykologiczne podobne do dioksyn. Powyższą grupę określa się jako kongenery dioksynopodobne lub polichlorowane bifenyly o działaniu podobnym do dioksyn (DL-PCB). Pozostałe polichlorowane bifenyly nie wykazują toksyczności podobnej do dioksyn, ale mają inne właściwości toksykologiczne i określane są jako polichlorowanych bifenyli o działaniu niepodobnym do dioksyn (NDL-PCB). Nie jest praktyczne badanie zawartości wszystkich 209 kongenerów, stąd też obowiązujące prawo żywnościowe oparte jest o określanie stężenia kilku tzw. 6 wskaźnikowych kongenerów PCB oraz 12 dioksynopodobnych PCB. Powyższe kongenery są reprezentatywne dla całości zanieczyszczenia chlorobifenylami ze względu na korelacje pomiędzy składem kongenerów w preparatach technicznych PCB. Stężenie sumy dioksyn (17 najistotniejszych kongenerów PCDD/F) oraz kongenerów polichlorowanych bifenyli o działaniu podobnym do dioksyn wyrażana jest w jednostkach zwanych równoważnikami toksyczności dioksyn - TEQ (Toxic Equivalency for dioxins). Sumaryczne wyrażenie toksyczności różnych kongenerów za pomocą równoważnika toksyczności TEQ umożliwia ocenę ryzyka zdrowotnego w odniesieniu do mechanizmu działania toksycznego tych substancji. Maksymalne dopuszczalne zawartości dioksyn oraz chlorobifenyli zostały określone w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006, 1259/2011 oraz Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 277/2012. W rozporządzeniach określono między innymi wymagania dotyczące mięsa i produktów mięsnych oraz produktów pochodzenia roślinnego z przeznaczeniem na cele paszowe. W zaleceniu Komisji Nr 2013/711/UE

w sprawie ograniczenia obecności dioksyn, furanów i polichlorowanych bifenyli (PCB) w paszy i żywności określono tzw. progi podejmowania decyzji dotyczące poziomów tych substancji w środkach spożywczych w celu stymulowania aktywnego podejścia do zmniejszenia obecności dioksyn i dioksynopodobnych PCB w żywności.

1.6. Antybiotyki

Zwierzęta hodowlane mogą wymagać leczenia za pomocą leków weterynaryjnych. Substancje biologicznie aktywne wchodzące w skład tych preparatów mogą pozostawać (mięso) lub przedostawać się do żywności (mleko). Poziomy pozostałości leków weterynaryjnych w żywności nie powinny wywoływać negatywnych skutków zdrowotnych u konsumenta. Prawo żywnościowe Unii Europejskiej wymaga, aby środki spożywcze, takie jak mięso, mleko lub jaja, uzyskiwane od zwierząt leczonych lekami weterynaryjnymi lub wystawiane na produkty biobójcze stosowane w hodowli zwierząt, nie przekraczały dopuszczalnych pozostałości substancji aktywnych tych leków. Maksymalne pozostałości leków weterynaryjnych w żywności zostały określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 37/2010.

2. Najwyższe dopuszczalne zawartości substancji skażających

2.1. Metale (Cd, Pb)

Najwyższe dopuszczalne zawartości metali w ziarnie pszenicy, określone w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych podane są w Tabeli 1.

Tabela 1. Najwyższe dopuszczalne zawartości (NDZ) metali wg Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 1881/2006

Środki spożywcze	Metal	NDZ mg/kg
Surowe mleko, mleko poddane obróbce cieplnej i mleko służące do wytwarzania produktów na bazie mleka	Ołów	0,02
Mięso (z wyłączeniem podrobów) wołowe, baranina, wieprzowina i mięso drobiowe		0,1
Zboża i rośliny strączkowe		0,2
Soki owocowe, koncentraty soków owocowych po rozcieńczeniu wodą oraz nektary owocowe, z owoców innych niż jagody i inne drobne owoce		0,03
Mięso (z wyłączeniem podrobów) wołowe, baranina, wieprzowina i mięso drobiowe	Kadm	0,05
Zboża, z wyłączeniem otrębów, zarodków, pszenicy i ryżu		0,1
Otręby, zarodki, pszenica i ryż		0,2

2.2. Mykotoksyny (Aflatoksyny – AF, Ochratoksyna – OTA, Deoksyniwalenol – DON, Zearalenon – ZEN, Patulina – PAT)

Najwyższe dopuszczalne zawartości wytypowanych do badań mykotoksyn w ziarnie pszenicy oraz w soku jabłkowym, określone w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. podane zostały w Tabeli 2.

Tabela 2. Najwyższe dopuszczalne zawartości (NDZ) mykotoksyn w środkach spożywczych wg Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 1881/2006

Środki spożywcze	Mykotoksyna	NDZ µg/kg
Wszystkie zboża i wszystkie produkty otrzymywane ze zbóż, w tym przetworzone produkty zbożowe, z wyjątkiem kukurydzy i przetworzonej żywności na bazie zbóż oraz żywności dla niemowląt i małych dzieci.	AFB ₁ (Suma AFB ₁ , AFB ₂ , AFG ₁ , AFG ₂)	2,0 (4,0)
Nieprzetworzone zboża	OTA	5
Nieprzetworzone zboża inne, niż pszenica durum, owies i kukurydza	DON	1250
Nieprzetworzone zboża inne, niż kukurydza	ZEN	100
Soki owocowe, koncentrat soków owocowych po rozcieńczeniu wodą oraz nektary owocowe	PAT	50

2.3. Pozostałości środków ochrony roślin

Najwyższe dopuszczalne pozostałości (NDP) środków ochrony roślin w żywności i paszy, określa Rozporządzenie (WE) Nr 396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 lutego 2005 roku w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów w żywności i paszy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz na ich powierzchni, zmieniające Dyrektywę Rady 91/414/EWG. W Tabeli 3 i 4 przedstawiono wykaz oznaczanych w badanych próbkach substancji aktywnych środków ochrony roślin wraz z obecnie obowiązującymi maksymalnymi dopuszczalnymi poziomami pozostałości dla ziarna pszenicy oraz jabłek. Rozporządzenie nie precyzuje dopuszczalnych pozostałości dla koncentratów soków owocowych, w tym zagęszczonego soku jabłkowego stąd też na potrzeby niniejszego opracowania wykorzystano wartości przypisane dla świeżych jabłek.

Tabela 3. Najwyższe dopuszczalne pozostałości (NDP) środków ochrony roślin w jabłkach wg Rozporządzenia (WE) Nr 396/2005

Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg
Abamektyna	0,03	Cymoksanil	0,01	Fenheksamid	0,01
Acetamiprid	0,8	Cypermetyryna	1	Fenitrothion	0,01
Alar	0,01	Cyprodynil	2	Fenmedifam	0,01
Aldryna i dieldryna	0,01	Cyprokonazol	0,1	Fenoksaprop-p	0,1
Amidosulfuron	0,01	DDT - suma	0,05	Fenpiroksymat	0,03
Amisulbrom	0,01	Deltametryna	0,2	Fenpropidyna	0,01
Atrazyna	0,05	Desmedifam	0,01	Fenpropimorf	0,01
Azoksystrobina	0,01	Diazynon	0,01	Fenwalerat	0,1
Beflubutamid	0,02	Dichlofluanid	0,01	Fipronil	0,005
Bentiwalikarb izoropylowy	0,01	Dichlorvos DDVP	0,01	Flonikamid	0,3
Benzoesan emamektyny	0,02	Difenokonazol	0,8	Florasulam	0,01
Bifenoks	0,01	Difenyloamina	0,1	Fluazifop-p- butylu	0,01
Bifentryna	0,01	Diflubenzuron	5	Fluchinkonazol	0,1
Bitertanol	0,01	Diiflufenikan	0,01	Fludioksonil	5
Boskalid	2	Diklobutrazol	0,01	Flufenacet	0,05
Bromopropylat	0,01	Dimetachlor	0,01	Fluoksastrobina	0,01
Bromukonazol	0,05	Dimetenamid-p	0,01	Fluopyram	0,6
Bupirymat	0,2	Dimetoat	0,01	Flupyrsulfuron metyl	0,02
Chinmerak	0,1	Dimetomorf	0,01	Flurochloridon	0,1
Chinoklamina	0,01	Dimoksystrobina	0,01	Fluroksypyr	0,05
Chinoksyfen	0,05	Dinikonazol	0,01	Flusilazol	0,01
Chizalofop, chizalofop-p	0,05	Dodyna	0,9	Flutolanil	0,01
Chlomazon	0,01	Endosulfan (alfa i beta oraz siarczan)	0,05	Flutriafol	0,4

Wprowadzenie

Tabela 3 cd. Najwyższe dopuszczalne pozostałości (NDP) środków ochrony roślin w jabłkach wg Rozporządzenia (WE) Nr 396/2005

Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg
Chlorantraniliprol	0,5	Endrina	0,01	Folpet	0,3
Chlordan (suma <i>cis</i> - i <i>trans</i>)	0,01	Epoksykonazol	0,05	Fosalon	0,01
Chlorfenwinfos	0,01	Esfenwalerat	0,1	Fosfamidon	0,01
Chloridazon	0,1	Etakonazol	0,01	Fosmet	0,5
Chloroprofam	0,01	Etion	0,01	Fostiazat	0,02
Chlorotalonil	2	Etirimol	0,1	Fuberidazol	0,01
Chlorotoluron	0,05	Etopenproks	1	Haloksyfop	0,01
Chlorpyrifos	0,01	Etofumesat	0,03	HCB	0,01
Chlorpyrifos metyl	0,05	Etoksazol	0,07	alfa-HCH	0,01
Chlorsulfuron	0,05	Etrimfos	0,01	beta-HCH	0,01
Cyflutryna	0,2	Famoksadon	0,01	HCH- suma bez γ	0,01
Cyhalotryna lambda	0,1	Fenamidon	0,01	Heksakonazol	0,01
Cyjanotraniliprolu	0,8	Fenarimol	0,1	Heksytiazoks	1
Cyjazofamid	0,01	Fenazachina	0,1	Heptachlor + epoksyd	0,01
Cykloksydym	0,1	Fenbukonazol	0,5	Hymeksazol	0,05
Imazalil	2	Mezosulfuron metyl	0,01	Pyraklostrobina	0,5
Imazamoks	0,5	Mezotrion	0,01	Pyretryny	1
Imidaklopyrd	0,5	Myklobutanil	0,6	Pyroksulam	0,01
Indoksakarb	0,5	Napropamid	0,1	Rimsulfuron	0,01
Ipkonazol	0,01	Naurimol	0,01	Siltiofam	0,01
Iprodion	6	Nikosulfuron	0,01	Spinosad, suma A i D	0,3
Izoksafłutol	0,02	Nitrofen	0,01	Spirodiklofen	0,8
Izoproturon	0,01	Oksadiksyl	0,01	Spiroksamina	0,01
Izopirazam	0,7	Oksamyl	0,01	Sulkotrion	0,01
Kaptan	10	Oksyfluorfen	0,1	Symazyna	0,01
Karbendazym	0,2	Paklobutrazol	0,5	Tau-Fluwalinat	0,3
Karboksyna	0,05	Paration	0,05	Tebufenpyrad	0,3
Karfentrazon etylowy	0,01	Paration metylowy	0,01	Tebukonazol	0,3
Kletodym	0,1	Pencykuron	0,05	Teflutryna	0,05
Klofentezyna	0,5	Pendimetalina	0,05	Tembotrion	0,02
Klopyralid	0,5	Penkonazol	0,2	Tepraloksydym	0,1
Klotianidyna	0,4	Pentiopirad	0,5	Terbutylazyna	0,1
Krezoksym metylu	0,2	Permetryna	0,05	Tetradifon	0,01
Kwintozen	0,02	Petoksamid	0,01	Tetrakonazol	0,3
Laktofen	0,01	Pikoksystrobin	0,01	Tiabendazol	4
Lenacyl	0,1	Pikolinafen	0,01	Tiaklopyrd	0,3
Lindan (γ -HCH)	0,01	Pinoksaden	0,02	Tiametoksam	0,3
Linuron	0,05	Pirydaben	0,5	Tienkarbazon metylu	0,01
Malation	0,02	Pirydat	0,05	Tifensulfuron metyl	0,01
Mandipropamid	0,01	Pirymetnil	15	Tiofanat metylowy	0,5

Wprowadzenie

Tabela 3 cd. Najwyższe dopuszczalne pozostałości (NDP) środków ochrony roślin w jabłkach wg Rozporządzenia (WE) Nr 396/2005

Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg
Mekarbam	0,01	Pirymifos metylowy	0,01	Tolilfluanid	0,02
Mepanipiryum	0,01	Pirymikarb	0,5	Triadimenol	0,2
Metabromuron	0,01	Piryproksyfen	0,2	Triazofos	0,01
Metalaksyl i metalaksyl-M	1	Prochloraz	0,05	Tribenuron metylowy	0,01
Metamidofos	0,01	Procymidon	0,01	Trifloksystrobina	0,7
Metamitron	0,1	Prometryna	0,01	Triflumizol	0,5
Metazachlor	0,02	Propachizafop	0,05	Trifluralin	0,01
Metiokarb	0,1	Propachlor	0,02	Trineksapak	0,01
Metkonazol	0,02	Propargit	0,01	Trisulfuron metylowy	0,01
Metoksychlor	0,01	Propikonazol	0,15	Tritikonazol	0,01
Metrafenon	1	Propoksur	0,05	Tritosulfuron	0,01
Metrybuzyna	0,1	Propyzamid	0,02	Winklozolina	0,01
Metsulfuron metylowy	0,01	Proquinazyd	0,08	Zoksamid	0,02
Metydation	0,03	Protiokonazol	0,01		

Tabela 4. Najwyższe dopuszczalne pozostałości (NDP) środków ochrony roślin w ziarnie pszenicy wg Rozporządzenia (WE) Nr 396/2005

Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg
Abamektyna	0,01	Cymoksanil	0,01	Fenheksamid	0,01
Acetamiprid	0,1	Cypermetyryna	2	Fenitroton	0,05
Alar	0,01	Cyprodynil	0,5	Fenmedifam	0,01
Aldryna i dieldryna	0,01	Cyprokonazol	0,1	Fenoksaprop-P	0,1
Amidosulfuron	0,01	DDT - suma	0,05	Fenpiroksymat	0,01
Amisulbrom	0,01	Deltametryna	1	Fenpropidyna	0,1
Atrazyna	0,05	Desmedifam	0,01	Fenpropimorf	0,15
Azoksystrobina	0,5	Diazynon	0,01	Fenwalerat	0,2
Beflubutamid	0,05	Dichlofluanid	0,01	Fipronil	0,005
Bentiwalikarb izoropylowy	0,02	Dichlorvos DDVP	0,01	Flonikamid	0,3
Benzoesan emamektyny	0,01	Difenokonazol	0,1	Florasulam	0,01
Bifenoks	0,02	Difenyloamina	0,05	Fluazifop-p- butylu	0,01
Bifentryna	0,5	Diflubenzuron	0,1	Fluchinkonazol	0,1
Bitertanol	0,01	Diflufenikan	0,02	Fludioksonil	0,01
Boskalid	0,8	Diklobutrazol	0,01	Flufenacet	0,1
Bromopropylat	0,01	Dimetachlor	0,01	Fluoksastrobina	0,03
Bromukonazol	0,2	Dimetenamid-P	0,01	Fluopyram	0,8
Bupirymat	0,05	Dimetoat	0,05	Flupyrsulfuron metyl	0,02
Chinmerak	0,1	Dimetomorf	0,01	Flurochloridon	0,1
Chinoklamina	0,02	Dimoksystrobina	0,08	Fluoksypyr	0,1
Chinoksyfen	0,02	Dinikonazol	0,01	Flusilazol	0,01

Wprowadzenie

Tabela 4 cd. Najwyższe dopuszczalne pozostałości (NDP) środków ochrony roślin w ziarnie pszenicy wg Rozporządzenia (WE) Nr 396/2005

Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg
Chizalofof, chizalofof-P	0,05	Dodyna	0,01	Flutolanil	0,01
Chlomazon	0,01	Endosulfan (alfa, beta oraz siarczan)	0,05	Flutriafol	0,15
Chlorantraniliprol	0,02	Endrina	0,01	Folpet	0,4
Chlordan (suma <i>cis</i> - i <i>trans</i>)	0,01	Epoksykonazol	0,6	Fosalon	0,01
Chlorfenwinfos	0,01	Esfenwalerat	0,2	Fosfamidon	0,01
Chloridazon	0,1	Etakonazol	0,01	Fosmet	0,05
Chloroprofam	0,01	Etion	0,01	Fostiazat	0,02
Chlorotalonil	0,1	Etirimol	0,05	Fuberidazol	0,05
Chlorotoluron	0,1	Etofenproks	0,5	Haloksyfop	0,01
Chlorpyryfos	0,5	Etofumesat	0,03	HCB	0,01
Chlorpyryfos metyl	0,05	Etoksazol	0,01	alfa-HCH	0,01
Chlorsulfuron	0,1	Etrimfos	0,01	beta-HCH	0,01
Cyflutryna	0,04	Famoksadon	0,1	HCH- suma bez γ	0,02
Cyhalotryna lambda	0,05	Fenamidon	0,01	Heksakonazol	0,01
Cyjanotraniliprol	0,01	Fenarimol	0,02	Heksytiazoks	0,5
Cyjazofamid	0,02	Fenazachina	0,01	Heptachlor + epoksyd	0,01
Cykloksydym	0,05	Fenbukonazol	0,1	Hymeksazol	0,05
Imazalil	0,05	Mezosulfuron metyl	0,01	Pyraklostrobina	0,2
Imazamoks	0,05	Mezotrion	0,01	Pyretryny	3
Imidaklopyrd	0,1	Myklobutanil	0,602	Pyroksulam	0,01
Indoksakarb	0,01	Napropamid	0,05	Rimsulfuron	0,01
Ipkonazol	0,01	Naurimol	0,01	Siltiofam	0,01
Iprodion	0,02	Nikosulfuron	0,01	Spinosad, suma A i D	2
Izoksafutol	0,02	Nitrofen	0,01	Spirodiklofen	0,02
Izoproturon	0,05	Oksadiksyl	0,01	Spiroksamina	0,05
Izopirazam	0,2	Oksamyl	0,01	Sulkotrion	0,02
Kaptan	0,07	Oksyfluorfen	0,05	Symazyna	0,01
Karbendazym	0,1	Paklobutrazol	0,02	Tau-Fluwalinat	0,05
Karboksyna	0,01	Paration	0,05	Tebufenpyrad	0,01
Karfentrazon etylowy	0,05	Paration metylowy	0,02	Tebukonazol	0,3
Kletodym	0,1	Pencykuron	0,05	Teflutryna	0,05
Klofentezyna	0,02	Pendimetalina	0,05	Tembotrion	0,02
Klopyralid	2	Penkonazol	0,05	Tepraloksydym	0,1
Klotianidyna	0,02	Pentiopirad	0,1	Terbutylazyna	0,05
Krezoksym metylu	0,08	Permetryna	0,05	Tetradifon	0,01
Kwintozen	0,02	Petoksamid	0,01	Tetrakonazol	0,1
Laktofen	0,01	Pikoksystrobin	0,05	Tiabendazol	0,01
Lenacyl	0,1	Pikolinafen	0,05	Tiaklopyrd	0,1
Lindan (γ -HCH)	0,01	Pinoksaden	1	Tiametoksam	0,05

Tabela 4 cd. Najwyższe dopuszczalne pozostałości (NDP) środków ochrony roślin w ziarnie pszenicy wg Rozporządzenia (WE) Nr 396/2005

Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg	Nazwa	NDP mg/kg
Linuron	0,05	Pirydaben	0,05	Tienkarbazon metylu	0,01
Malation	8	Pirydat	0,05	Tifensulfuron metyl	0,01
Mandipropamid	0,01	Pirymetanol	0,05	Tiofanat metylowy	0,5
Mekarbam	0,01	Pirymifos metylowy	5	Tolilfluorid	0,05
Mepanipirym	0,01	Pirymikarb	0,05	Triadimenol	0,1
Metabromuron	0,01	Piriproksyfen	0,05	Triazofos	0,02
Metalaksyl i metalaksyl-M	0,01	Prochloraz	0,5	Tribenuron metylowy	0,01
Metamidofos	0,01	Procymidon	0,01	Trifloksystrobina	0,3
Metamitron	0,1	Prometryna	0,01	Triflumizol	0,1
Metazachlor	0,02	Propachizafop	0,05	Trifluralin	0,01
Metiokarb	0,1	Propachlor	0,02	Trineksapak	3
Metkonazol	0,15	Propargit	0,01	Trisulfuron metylowy	0,01
Metoksychlor	0,01	Propikonazol	0,09	Tritikonazol	0,01
Metrafenon	0,07	Propoksur	0,05	Tritosulfuron	0,01
Metrybuzyna	0,1	Propyzamid	0,01	Winklozolina	0,01
Metsulfuron metylowy	0,01	Proquinazyd	0,02	Zoksamid	0,02
Metydation	0,02	Protiokonazol	0,1		

2.4. Dioksyny

Najwyższe dopuszczalne zawartości dioksyn, sumy dioksyn i DL-PCB i sumy tzw. 6 wskaźnikowych PCB w żywności przeznaczonej dla niemowląt i małych dzieci, określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 1259/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r. zmieniającym Rozporządzenie (WE) Nr 1881/2006 odnośnie najwyższych dopuszczalnych poziomów dioksyn, polichlorowanych bifenyli o działaniu podobnym do dioksyn i polichlorowanych bifenyli o działaniu niepodobnym do dioksyn w środkach spożywczych. Dopuszczalne zawartości podano w Tabeli 5. W zaleceniu Komisji Nr 2013/711/UE określono poziomy reagowania w celu zachęcenia do proaktywnego podejścia do zmniejszenia obecności polichlorowanych dibenzo-*p*-dioksyn i polichlorowanych dibenzofuranów (PCDD/F) oraz dioksynopodobnych PCB w żywności (Tabela 6). Poziomy reagowania są narzędziem, które ma służyć właściwym organom oraz podmiotom gospodarczym do wyodrębnienia przypadków wymagających zidentyfikowania źródła zanieczyszczeń i do podjęcia niezbędnych środków w celu ograniczenia bądź usunięcia tych zanieczyszczeń.

Tabela 5. Najwyższe dopuszczalne poziomy dioksyn i polichlorowanych bifenyli wg Rozporządzenia Komisji (UE) Nr 1259/2011

Środki spożywcze	Substancja	NDP
Mięso i produkty mięsne (z wyłączeniem jadalnych podrobów) następujących zwierząt— świnię	Suma dioksyn (WHO-PCDD/F-TEQ)	1 pg/g tłuszczu
	Suma dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn (WHO-PCDD/ F-PCB-TEQ)	1,25 pg/g tłuszczu
	SUMA PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 i PCB180 (ICES – 6)	40 ng/g tłuszczu
Surowe mleko i produkty mleczne, w tym tłuszcz maślany	Suma dioksyn (WHO-PCDD/F-TEQ)	2,5 pg/g tłuszczu
	Suma dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn (WHO-PCDD/ F-PCB-TEQ)	5,5 pg/g tłuszczu
	SUMA PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 i PCB180 (ICES-6)	40 ng/g tłuszczu

Tabela 6. Progi podejmowania działań wg Zalecenia Komisji Europejskiej 2013/711/UE

Środki spożywcze	WHO-TEQ dla dioksyn + furanów	WHO-TEQ dla dioksynopodobnych PCB
Mięso i produkty mięsne (z wyłączeniem jadalnych podrobów) następujących zwierząt - trzoda chlewna	1,00 pg/g tłuszczu	0,75 pg/g tłuszczu
Mleko surowe i produkty mleczne, w tym tłuszcz mleczny	1,75 pg/g tłuszczu	2,00 pg/g tłuszczu
Zboża i nasiona roślin oleistych	0,50 pg/g mokrej masy	0,35 pg/g mokrej masy

2.5. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Najwyższe dopuszczalne zawartości WWA w przetworzonej żywności na bazie zbóż oraz żywność dla niemowląt i małych dzieci, określone w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające Rozporządzenie (WE) Nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych w środkach spożywczych podane są w Tabeli 7.

Tabela 7. Najwyższe dopuszczalne zawartości (NDZ) wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w przetworzonej żywności na bazie zbóż oraz żywności dla niemowląt i małych dzieci wg Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 835/2011

Środki spożywcze	Substancja	NDZ µg/kg
Przetworzona żywność na bazie zbóż oraz żywność dla niemowląt i małych dzieci	Benzo(a)piren	1
	Suma benzo(a)pirenu, benz(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu	1

2.6. Antybiotyki

Najwyższe dopuszczalne pozostałości leków weterynaryjnych badane w ramach niniejszego zadania zostały określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 37/2010 z dnia 22 grudnia 2009 r. w sprawie substancji farmakologicznie czynnych i ich klasyfikacji w odniesieniu do maksymalnych limitów pozostałości w środkach spożywczych pochodzenia zwierzęcego. Zbiorcze dane podano w Tabeli 8.

Tabela 8. Maksymalne limity pozostałości (MLP) oznaczanych substancji farmakologicznie czynnych w mięśniach świni

Lp.	Związek	MLP µg/kg	Lp.	Związek	MLP µg/kg
1	2-aminoflubendazol	50	28	Sulfameter	100
2	Ceftiofur	1000	29	Sulfametizol	100
3	Chlorotetracyklina	100	30	Sulfametoksazol	100
4	Danofloksacyna	100	31	Sulfametoksypirydazyna	100
5	Difloksacyna	400	32	Sulfamonometoksyna	100
6	Dikloksacylina	300	33	Sulfanilamid	100
7	Doksycyklina	100	34	Sulfapirydyna	100
8	Enfloksacyna	100	35	Sulfatiazol	100
9	Erytromycyna	200	36	Sulfisoksazol	100
10	Febantel	50	37	Sulfisomidyna	100
11	Fenbendazol	50	38	Sulfon oksyfendazolu	50
12	Florfenicol	300	39	Tetracyklina	100
13	Flumechina	200	40	Tiamfenikol	50
14	Kloksacylina	300	41	Tiamulin	100
15	Kwas oksolinowy	100	42	Tilmykozyna	50
16	Lewamizol	10	43	Trimetoprym	50
17	Marbofloksacyna	150	44	Tylozyna	100
18	Oksacylina	300	45	Amoksycylina	50
19	Oksytetracyklina	100	46	Ampicylina	50

Tabela 8 cd. Maksymalne limity pozostałości (MLP) oznaczanych substancji farmakologicznie czynnych w mięśniach świni

Lp.	Związek	MLP µg/kg	Lp.	Związek	MLP µg/kg
20	Spiramycyna	250	47	Cefkwinom	50
21	Sulfachloropirydazyna	100	48	Linkomycyna	100
22	Sulfadiazyna	100	49	Sulfametazyna	100
23	Sulfadimetoksyna	100	50	Sulfametiazol	100
24	Sulfadimidyna	100	51	Gentamycyna	50
25	Sulfafenazol	100	52	Streptomycyna	500
26	Sulfaklozyna	100	53	Neomycyna	500
27	Sulfamerazyna	100	54	Kolistyna	150

3. Czynniki wpływające na występowanie substancji skażających

3.1. Metale (Cd, Pb)

Zawartość metali ciężkich, takich jak kadm i ołów w ziarnie zbóż zależna jest od szeregu czynników, naturalnych i środowiskowych. Czynniki te, to m.in. zasobność gleby w składniki mineralne, odczyn gleby i warunki klimatyczne, a także bliskość dróg szybkiego ruchu czy większych aglomeracji miejskich i zakładów przemysłowych. Kadm i ołów występują w sposób naturalny w każdym środowisku w ilościach odpowiadających wartości tzw. tła naturalnego, a rośliny są ich głównym odbiorcą. Pierwotnym źródłem - przyczyną zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego pierwiastkami śladowymi - jest eksploatacja różnego rodzaju kopalnych zasobów mineralnych. Pierwiastki uwalniane z kopalin podczas procesów przetwórczych i spalania surowców energetycznych zostają włączone do naturalnego obiegu materii i dostają się do gleb w wyniku opadania pyłowych zanieczyszczeń atmosferycznych, spływu ścieków przemysłowych, zapylenia lub migracji wodnej ze zwałowisk stałych, z zanieczyszczeń komunalnych. Dodatkowym źródłem zanieczyszczenia środowiska tymi metalami jest chemizacja rolnictwa: nawozy, zwłaszcza fosforowe, niektóre środki ochrony roślin oraz odpady komunalne i przemysłowe stosowane do użyźniania gleb. Rośliny odznaczają się zróżnicowanym stopniem tolerancji na wysokie stężenia różnych metali w środowisku, co jest ściśle związane z ich skomplikowanym metabolizmem. Chociaż uważa się, że rośliny wyższe są mniej odporne na zwiększone stężenia pierwiastków śladowych niż inne, to jednak wiadomo jest, że mogą one kumulować te pierwiastki i utrzymywać się przy życiu na glebach skażonych

dużymi ich ilościami. Sytuacja taka może prowadzić do zagrożenia zdrowia ludzkiego, np. rośliny mogą kumulować kadm bez jakichkolwiek toksycznych symptomów, do poziomu zagrażającego już zdrowiu człowieka (Jędrzejczak 2013).

3.2. Mykotoksyny

Obecność mykotoksyn w ziarnie zbóż związana jest z rozwojem patogenicznych grzybów, które posiadają zdolność do biosyntezy tych substancji. Grzyby te mogą rozwijać się jeszcze podczas wzrostu roślin wywołując m.in. choroby zbóż (choć nie tylko), a także na ziarnie podczas magazynowania (Bryła i in. 2016).

W pierwszym przypadku, na obecność mykotoksyn w surowcach zbożowych wpływa wiele czynników. Do najważniejszych należą warunki środowiskowe, które wpływają na wzrost i rozwój grzybów a w konsekwencji wpływają na biosyntezę toksycznych mykotoksyn. Te z kolei, mogą różnić nie tylko w zależności od szerokości geograficznej ale również pomiędzy sezonami wegetacyjnymi w jednej lokalizacji. Obecność szkodników roślin zbożowych (owady), może przyczyniać się do rozprzestrzeniania zarodników patogenicznych grzybów. Do innych istotnych czynników należy zaliczyć agrotechnikę. Przestrzeganie płodozmianu, może skutecznie ograniczać źródło inokulum w resztkach poźniwnych. Ponadto, umiejętne stosowanie nawożenia azotowego może wpływać na poziom infekcji patogenicznymi grzybami. Innym czynnikiem związanym z samą rośliną, który wpływa na występowanie mykotoksyn w ziarnie zbóż, jest odporność roślin na choroby grzybowe. Wykorzystanie odmian zbóż odpornych może stanowić bardzo ważną strategię w ograniczaniu występowania mykotoksyn w ziarnie zbóż (Jia i in. 2018). Dlatego też, w przypadku FHB, dobór odmiany zbóż powinien charakteryzować się dużą odpornością, z którą związana jest wysokość rośliny, typ kwitnienia i czas, odporność na wyleganie oraz cechy loci (Ferrigo i in. 2016). Odporność na FHB jest cechą ilościową kontrolowaną przez wiele genów charakteryzujących się dużą zmiennością (Atanasova-Penichon i in. 2016). Odporność ta jest często opisywana pięcioma typami: odporność na infekcję pierwotną (typ I), odporność na rozprzestrzenianie się patogenu (typ II), odporność na infekcję ziarna (typ III), tolerancja na infekcję (typ IV) oraz odporność roślin na toksyny charakteryzująca się dwoma mechanizmami takimi

jak przemiana metaboliczna DON do mniej toksycznych związków poprzez reakcje glikozylacji a także zahamowanie biosyntezy mykotoksyn (Mesterhazy, 2002).

DON i ZEN biosyntetyzowane są głównie przez *F. graminearum* i *F. culmorum*, które są odpowiedzialne za infekcję roślin zbożowych zwaną potocznie fuzariozą FHB (Bryła i in. 2018). Fuzarioza drobnoziarnistych roślin zbożowych wywoływana jest przede wszystkim przez *F. graminearum* ale dominującymi gatunkami mogą być także *F. culmorum* i *F. avenaceum*. Uważa się, że występowanie geograficzne *F. graminearum* i *F. culmorum* może różnić się w zależności od warunków klimatycznych (temperatura i wilgotność względna powietrza). *F. graminearum* występuje głównie w cieplejszych i wilgotnych regionach (np. w Ameryce Pn., Europie Wsch., Australii i na południu Chin), podczas gdy *F. culmorum* występuje głównie w chłodniejszych regionach klimatycznych np. Europa Zachodnia (Simsek i in. 2012). Nie jest to jednak reguła i dlatego w niektórych rejonach niekiedy głównymi czynnikami powodującymi FHB były *F. culmorum*, *F. avenaceum* i *F. poae* (Lenc i in. 2015). Chociaż DON i ZEN mogą być biosyntetyzowane przez *F. graminearum* i *F. culmorum*, to jednak warunki środowiska przy jakich ta synteza zachodzi różnią się. Na przykład maksymalna biosynteza DON przez *F. graminearum* zachodzi w kwaśnym środowisku (pH ok. 5,0), przy temperaturze ok. 24°C, natomiast dla syntezy ZEN wymagane jest wyższe pH (ok. 7,0) i niższa temperatura (ok. 18°C). Wyższe nasilenie FHB występuje jeśli rośliny zbóż zostały wystawione na działanie długotrwałych okresów wilgotności, co może prowadzić do większej syntezy mykotoksyn (Bryła i in. 2018). Wzrost *Fusarium* i biosynteza DON zależy także od etapów wzrostu rośliny. U roślin pszenicy wyższe szkody występują podczas kwitnienia i tuż po tym okresie. Niemniej jednak infekcja może zachodzić także podczas dojrzewania ziarna (Simsek i in. 2012).

Mykotoksyny mogą być biosyntetyzowane również podczas magazynowania ziarna zbóż. Ten kierunek powstawania mykotoksyn w ziarnie odnosi się głównie do OTA. Jest to mykotoksyna, której obecność w ziarnie zbóż jest związana z niewłaściwym przechowywaniem we wszystkich strefach klimatycznych. Chociaż OTA może być syntetyzowana przez niektóre gatunki grzybów grzyby z rodzaju *Aspergillus* w cieplejszych i tropikalnych rejonach świata, to w klimacie umiarkowanym i chłodnym obecność OTA w ziarnie

podczas dojrzewania zbóż może być związana z rozwojem *Penicillium verrucosum*. *P. verrucosum* rozwija się tylko w umiarkowanych temperaturach poniżej 30°C oraz przy aktywności wody poniżej 0,8. Skażenie *P. verrucosum* wiąże się szczególnie ze składowaniem zbóż, chociaż wykazano, że może zachodzić zarówno przed jak i po zbiorze. Wzrost tych grzybów nie jest jednak równoznaczny z wytwarzaniem przez nie OTA, które zależy od szeregu czynników wewnętrznych jak aktywność wody, pH oraz potencjału *redox*, a także zewnętrznych jak wilgotność względna, temperatura, dostępność tlenu oraz jakość i skład substratu (Peraica i in. 2010). Dlatego w naszym klimacie optymalne warunki do biosyntezy OTA przez *Penicillium* częściej występują podczas magazynowania ziarna. Stąd, uważana jest w naszych warunkach klimatycznych za toksynę przechowalniczą, która głównie powstaje wskutek złego postępowania pozbiorczego (źle wysuszone ziarno oraz składowanie ziarna w nieodpowiednich warunkach wilgotności i temperatury).

Aflatoksyny są wytwarzane przez niektóre gatunki grzybów z rodzaju *Aspergillus*, z których dominującym gatunkiem jest *A. flavus*. Również w klimacie, w którym położona jest Polska, aflatoksyny nie są najważniejszymi zanieczyszczeniami ziarna zbóż. Chociaż podczas niewłaściwego przechowywania może dojść do zanieczyszczenia ziarna aflatoksynami, podobnie jak w przypadku OTA (Stanisławczyk i in. 2010).

Obecność patuliny w zagęszczonych sokach jabłkowych związana jest przede wszystkim z wykorzystaniem do produkcji soku surowca o niższej jakości – uszkodzonych czy zapleśniałych jabłek, np. tzw. spadów lub odpadu z sortowania jabłek deserowych po przechowywaniu.

3.3. Pozostałości środków ochrony roślin

Obecność pozostałości środków ochrony roślin w żywności i surowcach roślinnych uwarunkowana jest rodzajem stosowanej substancji aktywnej, terminem zabiegu agrotechnicznego, przebiegiem warunków pogodowych oraz rodzajem stosowanej agrotechniki. Substancje aktywne środków ochrony roślin posiadają różny mechanizm działania, w różnym stopniu mogą przedostawać się do tkanek roślinnych, wykazują zróżnicowane okresy półtrwania w roślinach. Istotnym elementem wpływającym na obecność niedozwolonych (przekraczających dopuszczalne poziomy) pozostałości pestycydów jest również stosowanie środków ochrony roślin niezarejestrowanych w danej uprawie.

W tego typu przypadkach, przyjmuje się dopuszczalny poziom pozostałości konkretnej substancji aktywnej wynoszący 0,01 mg/kg.

3.4. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) powstają w środowisku w wyniku naturalnych procesów jak erupcja wulkanów i pożary lasów, stanowiące naturalne tło tych substancji. WWA powstają również w wyniku działalności człowieka związanej z prowadzeniem produkcji przemysłowej, zwłaszcza przemysłem ciężkim, motoryzacją i spalaniem nośników energii w gospodarstwach domowych. WWA są produktami ubocznymi reakcji niepełnego spalania materii organicznej i stanowią liczną grupę związków (ponad 600). Żywność, w tym produkty owoce, warzywa, zboża, rośliny oleiste mogą zawierać WWA, które pobierane są z zanieczyszczonego powietrza przez liście oraz z gleby i wody przez system korzeniowy. Obecność WWA w żywności jest konsekwencją skażenia środowiska naturalnego. Dodatkowo WWA mogą być obecne w żywności w wyniku poddawania jej procesom takim jak: wędzenie oraz wysokotemperaturowy proces technologiczny jak grillowanie, pieczenie, smażenie, suszenie bezprzeponowe. Im wyższa temperatura i dłuższy czas procesu tym większą zawartość WWA obserwowano (Kubiak 2013).

3.5. Dioksyny i polichlorowane bifenyle

Podobnie jak w przypadku wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, obecność dioksyn i PCB w żywności jest konsekwencją skażenia środowiska naturalnego. W przypadku produktów pochodzenia roślinnego zanieczyszczenie następuje głównie w drodze emisji atmosferycznej oraz poprzez pyły zawieszone. Możliwe jest również skażenie dioksynami poprzez stosowanie bezprzeponowych procesów suszenia (za pomocą gazów spalinowych). W przypadku żywności pochodzenia zwierzęcego głównym źródłem zanieczyszczenia jest pasza stosowana w żywieniu zwierząt. Istotny wpływ wywiera również typ prowadzonej hodowli. W przypadku niektórych gatunków zwierząt, hodowla prowadzona metodami ekologicznymi/ organicznymi prowadzi do istotnego skażenia żywności pochodzenia zwierzęcego dioksynami i PCB (Roszko i in 2014).

3.6. Antybiotyki

Obecność pozostałości leków weterynaryjnych w produktach pochodzenia zwierzęcego jest uwarunkowana rodzajem stosowanej substancji aktywnej i terminem leczenia. Substancje farmakologicznie czynne posiadają różny mechanizm działania i wykazują zróżnicowane okresy półtrwania w organizmach zwierzęcych. Istotnym elementem wpływającym na obecność niedozwolonych (przekraczających dopuszczalne poziomy) pozostałości substancji farmakologicznie czynnych jest również stosowanie leków nie dopuszczonych do stosowania u poszczególnych gatunków zwierząt.

III. METODYKA BADAŃ

1. Liczba próbek do badań

Ustalona do badań liczba próbek ziarna pszenicy wynosiła 300, po 150 próbek z sezonu wegetacyjnego 2017 i 2018 (Tabela 9). Reprezentatywną liczbę próbek z poszczególnych rejonów Polski wyznaczono na podstawie wielkości zbiorów w 2016 (GUS, 2016), analogiczne jak w przypadku badań wykonywanych przez IBPRS na zlecenie Agencji Rynku Rolnego (obecnie Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa) w 2016 roku. W roku tym zbiory ziarna pszenicy kształtowały się na poziomie 10,8 mln ton, stąd każda wytypowana próbka reprezentowała ok. 72 tys. ton ziarna pszenicy zebranego w danym województwie. Z każdego województwa pobrano odpowiednią liczbę próbek lecz nie mniej niż 3 próbki. Próbki do badań pochodziły z magazynów zbożowych i firm zajmujących się przetwórstwem ziarna zbóż w danym województwie. Próbki ziarna pszenicy ze zbiorów 2017 roku pobierano w okresie marzec-czerwiec 2018 r. Próbki ziarna pszenicy ze zbiorów 2018 roku pobierano bezpośrednio po zbiorach w okresie lipiec-wrzesień 2018 r.

Tabela 9. Liczba próbek do badań ziarna pszenicy ze zbiorów 2017 i 2018 r. na podstawie szczegółowych danych GUS dotyczących wielkości zbiorów w 2016 roku

Lp.	Województwo	Zbiory (tys. ton)	Liczba próbek
1	Dolnośląskie	1515,5	21
2	Kujawsko-pomorskie	944,7	13
3	Lubelskie	1547,4	21
4	Lubuskie	245,4	3
5	Łódzkie	384,8	5
6	Małopolskie	361,0	5
7	Mazowieckie	544,1	8
8	Opolskie	980,6	14
9	Podkarpackie	336,4	5
10	Podlaskie	160,6	3
11	Pomorskie	745,0	10
12	Śląskie	320,4	4
13	Świętokrzyskie	251,8	4
14	Warmińsko-mazurskie	664,0	9
15	Wielkopolskie	1020,0	14
16	Zachodnio-pomorskie	805,5	11
Razem		1082,7	150

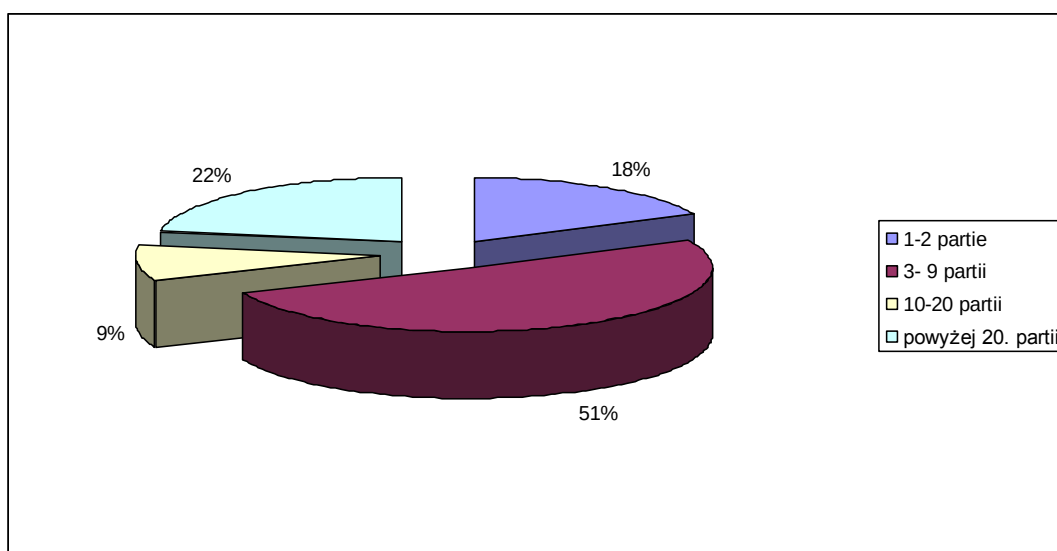
Badania pozostałości pestycydów, metali ciężkich oraz mykotoksyn wykonano dla wszystkich pobranych próbek. W przypadku dioksyn, PCB oraz WWA ze względu na brak funkcjonujących dopuszczalnych zawartości badaniom poddano 50 próbek. Powyższe badania były niezbędne w celu określenia szacunkowego poziomu tła tych substancji w ziarnie pszenicy na wypadek przyszłych regulacji dotyczących ich maksymalnych poziomów występowania.

Ustalona do badań liczba próbek zagęszczonego soku jabłkowego i odtłuszczonego mleka w proszku wynosiły 100, po 50 próbek z roku 2017 i 2018. Zarówno zagęszczony sok jabłkowy jak i proszek mleczny stanowią jednorodny, uśredniony materiał uzyskany z dużej ilości surowca. W przypadku mleka w proszku nie udało się pobrać próbek wyprodukowanych w roku 2017. W badaniach wykorzystano wyłącznie mleko wyprodukowane w roku 2018.

Ustalona do badań liczba próbek półtuszy wieprzowych wynosiła 1000. Badaniom poddano próbki mięsa (mięśnie najdłuższego grzbietu), pochodzącego z tusz tuczników z populacji masowej od różnych dostawców i z różną skalą produkcji. Strukturę przebadanej populacji, zróżnicowanej pochodzeniem, przedstawia Tabela 10. Na Rys. 1 zamieszczono podział dostawców, w zależności od liczby dostarczonych partii tuczników na rok. Zgodnie z rekomendacjami z poprzedniego zadania badawczego, za jedną partię przyjęto ok. 7 ton, czyli ok. 100 tusz tuczników. Badania pozostałości leków weterynaryjnych wykonano w 1000 próbkach, natomiast dioksyn, PCB oraz metali - w 100 próbkach.

Tabela 10. Charakterystyka przebadanej populacji, n = 1000 sztuk

Charakterystyka	Wartość
Liczba dostawców	147
Minimalna liczba dostarczonych świń w roku z 1 gospodarstwa	9
Maksymalna liczba dostarczonych świń w roku z 1 gospodarstwa	27 786



Rys. 1. Struktura badanych gospodarstw, w zależności od liczby dostarczonych partii tuczników na rok

Z analizy wykresu wynika, że największą liczbę przebadanych tuczników stanowiły te, pochodzące ze średnich gospodarstw, które dostarczają partię tuczników średnio raz w miesiącu w ciągu roku. Analizy wykonano także dla 22% dużych producentów, a także dla 18% o niewielkiej skali produkcji.

2. Metody oznaczania zawartości kadmu i ołowiu

W odniesieniu do metali takich jak: kadm i ołów ustawodawstwo UE nie określiło specyficznych metod oznaczania ich zawartości w środkach spożywczych a jedynie kryteria wyboru metod analiz, które przedstawione są w Tabeli 11 (Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 333/2007 z późniejszymi zmianami).

Tabela 11. Wymagania dla metod oznaczania zawartości ołowiu i kadmu wg Rozporządzenia Komisji (WE) 333/2007 z póź. zm.

Rodzaj	LOD mg/kg	LOQ mg/kg	RSD _r /RSD _R HORRAT
Kadm	0,02	0,04	<2
Ołów	(1/10 NDZ)	(1/5 NDZ)	

LOD - granica wykrywalności

LOQ - granica oznaczalności

W praktyce laboratoryjnej najczęściej wykorzystywane do oznaczania kadmu i ołowiu są różne techniki spektrometrii absorpcji atomowej (AAS) i techniki ICP. W trakcie realizacji tego projektu, stosowano metody wykorzystujące technikę spektrometrii absorpcji atomowej z atomizacją elektrotermiczną (ETAAS), akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji (Czerwiecki i Jędrzejczak 2010). W Tabeli 12 podano podstawowe parametry zastosowanych metod analitycznych.

Tabela 12. Podstawowe parametry zastosowanych metod analitycznych do ilościowego oznaczenia zawartości kadmu i ołowiu

Matryca	Metal	LOD mg/kg	LOQ mg/kg
Pszenica	Kadm	0,0004	0,001
	Ołów	0,0005	0,001
Zagęszczony sok jabłkowy	Ołów	0,0005	0,001
Odtłuszczone mleko w proszku	Ołów	0,0005	0,001
Mięso wieprzowe	Kadm	0,0009	0,003
	Ołów	0,006	0,020

3. Metody oznaczania zawartości mykotoksyn

Ustawodawstwo UE nie precyzuje metod i technik oznaczania zawartości mykotoksyn, natomiast określa kryteria jakie te metody muszą spełniać. Tym niemniej w praktyce analitycznej, najczęściej stosowane są na całym świecie techniki, takie jak: wysokosprawna chromatografia cieczowa z detektorem fluorymetrycznym (HPLC-FLD), chromatografia cieczowa z detektorem spektrofotometrycznym (HPLC-UV/VIS) oraz wysokosprawna chromatografia cieczowa sprzężona z detektorem mas (LC-MS/MS), stosowane w ramach realizacji tego projektu. Przed analizą, mykotoksyny ekstrahowano z badanej próbki odpowiednimi rozpuszczalnikami a uzyskane ekstrakty oczyszczano. Najważniejsze kryteria jakie muszą spełniać metody analityczne stosowane w analizie poszczególnych mykotoksyn zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) Nr 519/2014 z dnia 16 maja 2014 roku, przedstawiono w Tabeli 13.

Tabela 13. Kryteria skuteczności metod oznaczania mykotoksyn

Rodzaj	Poziom µg/kg	RSD _r %	RSD _R %	Odzysk %
AFB ₁ , AFB ₂ , AFG ₁ , AFG ₂	<1,0	-	-	50-120
	1-10	-	-	70-110
	>10	-	-	80-110
OTA	<0,1	≤40	≤60	50-120
	≥1	≤20	≤30	70-110
DON	>100-≤500	≤20	≤40	60-110
	>500	≤20	≤40	70-120
ZEN	≤50	≤40	≤50	60-120
	>50	≤25	≤40	70-120
PAT	<20	≤30	≤40	50-120
	20-50	≤20	≤30	70-105
	>50	≤15	≤25	75-105

Ponieważ Rozporządzenie nie precyzuje jednoznacznych wymagań dotyczących granic wykrywalności mykotoksyn, wartość tego parametru, zgodnie z zasadami dobrej praktyki laboratoryjnej, powinna być (o ile jest to technicznie osiągalne) niższa o rząd wielkości niż maksymalne dopuszczalne poziomy tych mykotoksyn określone w odpowiednich dokumentach. Parametry oznaczenia ilościowego zastosowanych metod oznaczania mykotoksyn w ziarnie pszenicy w ramach niniejszej pracy podane są w Tabeli 14; mieszczą się one w wymaganiach określonych w Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 519/2014.

Tabela 14. Podstawowe parametry zastosowanych metod analitycznych do ilościowego oznaczenia zawartości mykotoksyn

Rodzaj	LOD	LOQ	RSD _r	Odzysk
	µg/kg		%	
AFB ₁ , AFB ₂ , AFG ₁ , AFG ₂	0,25	0,5	14	74-112
OTA	0,2	0,4	10-15	69-85
DON	5	10	0,3-15	69-93
ZEN	5	10	0,1-5,3	70-102
PAT	2	5	2	80-107

4. Metody oznaczania zawartości pestycydów

W analizie pozostałości pestycydów - przesiewowej wykorzystywana jest technika chromatografii gazowej lub chromatografii cieczowej z detektorami mas (Roszko i Szymczyk 2010). Piśmiennictwo światowe podaje szereg metod oznaczania poszczególnych pestycydów w określonych surowcach i przetworach. W ramach standaryzacji i harmonizacji metod analitycznych z Unią Europejską wprowadzona została w Polsce norma PN-EN 15662:2008 dotycząca oznaczania w żywności pochodzenia roślinnego pozostałości pestycydów metodą GC/MS i/lub LC-MS/MS, po uprzedniej ekstrakcji i rozdzieleniu acetonitrylem oraz oczyszczaniu metodą dyspersyjnej SPE - Metoda QuEChERS. Badania pozostałości pestycydów w ramach realizacji projektu wykonano zgodnie z powyższą normą. Kryteria dla metod analitycznych oznaczania pozostałości pestycydów określono również w odpowiednich przepisach prawa wspólnotowego takim jak dokument SANTE/11813/2017 dotyczący metod walidacji oraz procedur kontroli jakości badań w analizie pozostałości pestycydów w żywności i paszach. Ogólne wymagania dotyczące metod analizy pozostałości środków ochrony roślin określają parametry:

- powtarzalność metody wyrażona jako $\%RSD \leq 20\%$
- średni odzysk 70-120%
- granica oznaczenia ilościowego, granica oznaczalności (LOQ) $\leq 0,01$ mg/kg

5. Metody oznaczania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oznaczano w badanym materiale zgodnie z procedurą badawczą własną, akredytowaną wg PN-EN ISO/IEC 17025:2005+Ap1:2007.

W badaniach stosowano chromatografię preparatywną żelowo-wykluczeniową oraz wysokosprawną chromatografię cieczową z detekcją fluorescencyjną. W badanym materiale oznaczano zawartość benzo(a)pirenu oraz sumy czterech wskaźnikowych WWA benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu. Stosowana metoda analityczna spełnia ogólne wymagania określone w rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 333/2007 ustanawiające metody pobierania próbek i metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD

i benzo(a)pirenu w środkach spożywczych. Charakterystykę stosowanej metody analitycznej podano w Tabeli 15.

Tabela 15. Podstawowe parametry zastosowanych metod analitycznych do ilościowego oznaczania zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych

Rodzaj	LOD µg/kg	LOQ µg/kg	RSD _r HORRAT	RSD _R HORRAT	Odzysk %
Benzo(a)antracen	0,15	0,5	<2	<2	50-120
Chryzen	0,12	0,4	<2	<2	50-120
Benzo(b)fluoranten	0,09	0,3	<2	<2	50-120
Benzo(a)piren	0,09	0,3	<2	<2	50-120

6. Metody oznaczania dioksyn

Zawartość polichlorowanych dibenzo-*p*-dioksyn i dibenzofuranów oznaczano techniką wysokosprawnej chromatografii gazowej sprzężonej z wysokorozdzielczą spektrometrią mas. Stosowano metody badań oparte o procedury opisane w normie PN-EN 16215:2012 oraz procedury badawcze własne. Badania wykonano w laboratorium posiadającym wdrożony system zarządzania jakością wg PN-EN ISO/IEC 17025:2005+Ap1:2007. Metody spełniały kryteria określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 252/2012 z dnia 21 marca 2012 r., w tym określone w Tabeli 16.

Tabela 16. Kryteria skuteczności metod stosowanych w analizie dioksyn, dioksynopodobnych polichlorowanych bifenyli oraz wskaźnikowych (ICES-6) polichlorowanych bifenyli

Parametr	Prawdziwość	Precyzja pośrednia
ICES-6	±30%	≤20%
PCDD/F	±20%	≤20%
DL-PCB	±20%	≤20%

7. Metody oznaczania antybiotyków

Oznaczenia pozostałości leków weterynaryjnych wykonywano metodą testu przesiewowego opartego o hamowanie wzrostu bakterii *Bacillus stearothermophilus* oraz metodą potwierdzającą opartą o wysokosprawną chromatografię cieczową sprzężoną ze spektrometrią mas. Oznaczenia

Metodyka badań

wykonywane były w laboratorium badawczym wg procedur badawczych własnych, akredytowanych zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005+Ap1:2007. Charakterystykę stosowanych metod badawczych przedstawiono w Tabelach 17 i 18.

Tabela 17. Parametry statystyczne metody LC-MS/MS stosowanej do badania pozostałości leków weterynaryjnych

Związek	LOQ µg/g	LOD µg/g	Odzysk %	Związek	LOQ µg/g	LOD µg/g	Odzysk %
2-aminoflubendazol	5	1,5	70-120	Florfenicol	1	0,3	70-120
5-hydroksy-tiabendazol	5	1,5	70-120	Flumechina	10	3	70-120
5-hydroksy-mebendazol	5	1,5	70-120	HMMNI	10	3	70-120
Albendazol	5	1,5	70-120	Iprnidazol	5	1,5	70-120
Amino-Mebendazol	5	1,5	70-120	Iprnidazol (metabolit IPZ-OH)	5	1,5	70-120
Ceftiofur	10	3	70-120	Jozamycyna	10	3	70-120
Chloramfenikol	0,3	0,09	70-120	Kambendazol	5	1,5	70-120
Chlorotetracyklina	10	3	70-120	Klindamycyna	10	3	70-120
Cinoksacyna	10	3	70-120	Kloksacylina	10	3	70-120
Cyprofloksacyna	10	3	70-120	Kwas nalidyksynowy	10	3	70-120
Danofloksacyna	10	3	70-120	Kwas oksolinowy	10	3	70-120
Dapson	10	3	70-120	Lewamizol	5	1,5	70-120
Difloksacyna	10	3	70-120	Lomefloksacyna	10	3	70-120
Dikloksacylina	10	3	70-120	Marbofloksacyna	10	3	70-120
Dimetridazol	5	1,5	70-120	Mebendazol	5	1,5	70-120
Doksycyklina	10	3	70-120	Metronidazol	5	1,5	70-120
Enoksacyna	10	3	70-120	Metronidazol (metabolit MNZ-OH)	5	1,5	70-120
Enfloksacyna	10	3	70-120	Metacylina	10	3	70-120
Erytromycyna	10	3	70-120	Nafcylina	10	3	70-120
Febantel	5	1,5	70-120	Norfloksacyna	10	3	70-120
Fenbendazol	5	1,5	70-120	Ofloksacyna	10	3	70-120
Oksacylina	10	3	70-120	Sulfameter	10	3	70-120
Oksyfendazol	5	1,5	70-120	Sulfametizol	10	3	70-120
Oksytetracyklina	10	3	70-120	Sulfametoksazol	10	3	70-120
Ormetoprym	10	3	70-120	Sulfametoksypyridazyna	10	3	70-120
Penicylina G	10	3	70-120	Sulfamonometoksyna	10	3	70-120
Penicylina V	10	3	70-120	Sulfanilamid	10	3	70-120
Roksytromycyna	10	3	70-120	Sulfapirydyna	10	3	70-120
Ronidazol	5	1,5	70-120	Sulfatiazol	10	3	70-120
Siarczan 2-amino albendazolu	5	1,5	70-120	Sulfisoksazol	10	3	70-120
Sarafloksacyna	10	3	70-120	Sulfisomidyna	10	3	70-120

Tabela 17 cd. Parametry statystyczne metody LC-MS/MS stosowanej do badania pozostałości leków weterynaryjnych

Związek	LOQ µg/g	LOD µg/g	Odzysk %	Związek	LOQ µg/g	LOD µg/g	Odzysk %
Spiramycyna	10	3	70-120	Sulfon albendazolu	5	1,5	70-120
Sulfabenzamid	10	3	70-120	Sulfon oksyfendazolu	5	1,5	70-120
Sulfacetamid	10	3	70-120	Sulfotlenek albendazolu	5	1,5	70-120
Sulfachinoksalina	10	3	70-120	Tetracyklina	10	3	70-120
Sulfachloropirydazyna	10	3	70-120	Tiabendazol	5	1,5	70-120
Sulfadiazyna	10	3	70-120	Tiamfenikol	2	0,6	70-120
Penicylina V	10	3	70-120	Sulfanilamid	10	3	70-120
Roksytromycyna	10	3	70-120	Sulfapirydyna	10	3	70-120
Ronidazol	5	1,5	70-120	Sulfatiazol	10	3	70-120
Siarczan 2-amino albendazolu	5	1,5	70-120	Sulfisoksazol	10	3	70-120
Sarafloksacyna	10	3	70-120	Sulfisomidyna	10	3	70-120
Spiramycyna	10	3	70-120	Sulfon albendazolu	5	1,5	70-120
Sulfabenzamid	10	3	70-120	Sulfon oksyfendazolu	5	1,5	70-120
Sulfacetamid	10	3	70-120	Sulfotlenek albendazolu	5	1,5	70-120
Sulfachinoksalina	10	3	70-120	Tetracyklina	10	3	70-120
Sulfachloropirydazyna	10	3	70-120	Tiabendazol	5	1,5	70-120
Sulfadiazyna	10	3	70-120	Tiamfenikol	2	0,6	70-120
Sulfadimetoksyna	10	3	70-120	Tiamulin	10	3	70-120
Sulfadimidyna	10	3	70-120	Tilmykozyna	10	3	70-120
Sulfafenazol	10	3	70-120	Trimetoprym	10	3	70-120
Sulfaklozyna	10	3	70-120	Tylozyna	10	3	70-120
Sulfamerazyna	10	3	70-120				

Tabela 18. Parametry statystyczne testu przesiewowego stosowanego do badania pozostałości leków weterynaryjnych

Związek	LOD µg/kg	Związek	LOD µg/kg
Ceftiofur	200	Sulfanilamid	150
Chloramfenikol	2500	Sulfapirydyna	50
Chlorotetracyklina	100	Sulfatiazol	25
Doksycyklina	100	Sulfisoksazol	25
Enflokscyna	600	Tetracyklina	50
Erytromycyna	100	Tilmykozyna	50
Florfenicol	100	Tylozyna	50
Flumechina	100	Amoksycylina	5
Kloksacylina	100	Ampicylina	5
Oksacylina	100	Cefkwinom	100
Oksytetracyklina	100	Linkomycyna	100
Penicylina G	2,5	Demeklocyklina	50
Spiramycyna	1000	Sulfametazyna	100
Sulfachloropiridazyna	25	Sulfametiazol	150
Sulfadiazyna	75	Gentamycyna	100
Sulfadimetoksyna	50	Streptomycyna	1500
Sulfamerazyna	25	Neomycyna	300
Sulfameter	25	Wirginimycyna	500
Sulfametoksypiridazyna	25	Bacitracyna	500

8. Analiza ryzyka

Analizę ryzyka przeprowadzono w oparciu o opracowane wcześniej dla Agencji Rynku Rolnego (obecnie KOWR) założenia do określania poziomu ryzyka wystąpienia substancji skażających, które przedstawiono w Tabeli 19.

Tabela 19. Poziomy ryzyka wystąpienia substancji skażających

Poziom ryzyka	Opis poziomu ryzyka
Wysoki	Więcej niż w 25% badanych próbek stwierdza się przekroczenie 0,5 NDZ lub w ≥10% badanych próbek stwierdza się przekroczenie NDZ/NDP
Średni	Więcej niż w 25% badanych próbek stwierdza się przekroczenie 0,25 NDZ lub 0,5 NDP
Niski	≥75% badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia 0,25 NDZ lub 0,5 NDP

NDZ - najwyższa dopuszczalna zawartość w odniesieniu do metali i mykotoksyn

NDP - najwyższa dopuszczalna pozostałość w odniesieniu do środków ochrony roślin

1. Ziarno pszenicy

1.1. Substancje skażające w ziarnie pszenicy

W pobranych do badań 300 próbkach ziarna pszenicy ze wszystkich rejonów Polski z sezonu wegetacyjnego 2017 i 2018 oznaczono zawartość kadmu, ołowiu, aflatoksyn B₁, B₂, G₁, G₂, sumy aflatoksyn B i G, OTA, DON, ZEN, pestycydów i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) oraz dioksyn i polichlorowanych bifenyli. Pochodzenie analizowanych próbek zaprezentowano na Rys. 2.



Rys. 2. Podział analizowanych próbek pszenicy w zależności od regionu pochodzenia i sezonu wegetacyjnego

1.1.1. Zawartość kadmu i ołowiu w ziarnie pszenicy

Uzyskane wyniki zawartości kadmu i ołowiu w próbkach pszenicy ze zbiorów 2017 i 2018 roku z podziałem na poszczególne województwa

przedstawiono w sposób zbiorczy w Tabelach 20-22. W Tabeli 23 przedstawiono dane dotyczące zawartości kadmu i ołowiu w odniesieniu do przyjętych najwyższych dopuszczalnych zawartości. Na ich podstawie można stwierdzić, że:

- zawartość kadmu w latach 2017-2018 wahała się w granicach od 0,006 mg/kg do 0,098 mg/kg; średnio 0,035 mg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości kadmu wynoszącej 0,2 mg/kg. Najwyższe zawartości kadmu stwierdzono w próbkach pszenicy pochodzących z województwa opolskiego: 0,094 mg/kg w 2017 roku i 0,098 mg/kg w 2018 roku.
- zawartość ołowiu wahała się od <0,001 mg/kg do 0,098 mg/kg; średnio 0,021 mg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości ołowiu, wynoszącej 0,2 mg/kg. Najwyższe zawartości ołowiu stwierdzono w próbkach pszenicy pochodzących z województwa dolnośląskiego: 0,098 mg/kg w 2017 roku i 0,086 mg/kg w 2018 roku.

Tabela 20. Zawartość kadmu i ołowiu w ziarnie pszenicy z roku 2017

Rok	Województwo	Liczba próbek	Zawartość Cd, mg/kg			Zawartość Pb, mg/kg		
			Min	Max	Średnia*	Min	Max	Średnia*
2017	Dolnośląskie	21	0,015	0,068	0,032	<0,001	0,098	0,033
	Kujawsko-pomorskie	16	0,014	0,030	0,022	<0,001	0,079	0,022
	Lubelskie	21	0,016	0,078	0,041	<0,001	0,037	0,008
	Lubuskie	3	0,030	0,036	0,032	0,005	0,008	0,006
	Łódzkie	5	0,035	0,085	0,052	0,002	0,050	0,017
	Małopolskie	5	0,028	0,078	0,053	0,009	0,058	0,030
	Mazowieckie	8	0,016	0,065	0,030	<0,001	0,025	0,009
	Opolskie	14	0,020	0,094	0,043	0,001	0,048	0,021
	Podkarpackie	5	0,013	0,039	0,030	0,006	0,025	0,016
	Podlaskie	3	0,033	0,070	0,046	0,010	0,031	0,024
	Pomorskie	10	0,017	0,047	0,035	<0,001	0,031	0,013
	Śląskie	4	0,030	0,041	0,036	<0,001	0,034	0,019
	Świętokrzyskie	4	0,058	0,080	0,074	0,018	0,088	0,068
	Warmińsko-mazurskie	9	0,016	0,040	0,030	<0,001	0,016	0,005
	Wielkopolskie	14	0,015	0,060	0,030	<0,001	0,076	0,023
	Zachodnio-pomorskie	8	0,018	0,049	0,031	<0,001	0,052	0,016

Tabela 20 cd. Zawartość kadmu i ołowiu w ziarnie pszenicy z roku 2017

Rok	Województwo	Liczba próbek	Zawartość Cd, mg/kg			Zawartość Pb, mg/kg		
	Cały kraj	150	0,013	0,094	0,036	<0,001	0,098	0,020

*wartości średnie obliczono jako środkowa granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto zawartość wynoszącą połowę wartości granicy oznaczalności

Tabela 21. Zawartość kadmu i ołowiu w ziarnie pszenicy z roku 2018

Rok	Województwo	Liczba próbek	Zawartość Cd, mg/kg			Zawartość Pb, mg/kg		
			Min	Max	Średnia*	Min	Max	Średnia*
2018	Dolnośląskie	21	0,020	0,064	0,036	0,007	0,086	0,027
	Kujawsko-pomorskie	13	0,018	0,055	0,027	0,003	0,035	0,020
	Lubelskie	21	0,006	0,066	0,030	<0,001	0,042	0,019
	Lubuskie	3	0,038	0,060	0,052	0,022	0,050	0,036
	Łódzkie	5	0,022	0,046	0,034	0,007	0,058	0,025
	Małopolskie	5	0,046	0,088	0,070	0,002	0,050	0,023
	Mazowieckie	8	0,008	0,055	0,027	<0,001	0,027	0,012
	Opolskie	14	0,014	0,098	0,044	0,003	0,073	0,020
	Podkarpackie	5	0,028	0,068	0,049	<0,001	0,057	0,013
	Podlaskie	3	0,019	0,053	0,034	0,003	0,039	0,023
	Pomorskie	10	0,012	0,041	0,028	0,001	0,082	0,035
	Śląskie	4	0,038	0,047	0,043	0,016	0,030	0,022
	Świętokrzyskie	4	0,020	0,035	0,027	<0,001	0,023	0,014
	Warmińsko-mazurskie	9	0,016	0,045	0,025	<0,001	0,051	0,024
	Wielkopolskie	14	0,015	0,047	0,030	0,011	0,037	0,028
	Zachodnio-pomorskie	11	0,012	0,040	0,023	<0,001	0,075	0,031
	Cały kraj	150	0,006	0,098	0,034	<0,001	0,086	0,023

*wartości średnie obliczono jako środkowa granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto zawartość wynoszącą połowę wartości granicy oznaczalności

Tabela 22. Zawartość kadmu i ołowiu w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018

Rok	Województwo	Liczba próbek	Zawartość Cd, mg/kg			Zawartość Pb, mg/kg		
			Min	Max	Średnia*	Min	Max	Średnia*
2017-2018	Dolnośląskie	42	0,015	0,068	0,034	<0,001	0,098	0,030
	Kujawsko-pomorskie	29	0,014	0,055	0,025	<0,001	0,079	0,021
	Lubelskie	42	0,006	0,078	0,036	<0,001	0,042	0,013
	Lubuskie	6	0,030	0,060	0,042	0,005	0,050	0,021
	Łódzkie	10	0,022	0,085	0,043	0,002	0,058	0,021

Tabela 22 cd. Zawartość kadmu i ołowiu w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018

Rok	Województwo	Liczba próbek	Zawartość Cd, mg/kg			Zawartość Pb, mg/kg		
			Min	Max	Średnia*	Min	Max	Średnia*
2017-2018	Małopolskie	10	0,028	0,088	0,062	0,002	0,058	0,026
	Mazowieckie	16	0,008	0,065	0,028	<0,001	0,027	0,011
	Opolskie	28	0,014	0,098	0,043	0,001	0,073	0,021
	Podkarpackie	10	0,013	0,068	0,040	0,003	0,057	0,014
	Podlaskie	6	0,019	0,070	0,040	0,006	0,039	0,024
	Pomorskie	20	0,012	0,047	0,032	<0,001	0,082	0,024
	Śląskie	8	0,030	0,047	0,040	<0,001	0,034	0,020
	Świętokrzyskie	8	0,020	0,080	0,050	0,016	0,088	0,041
	Warmińsko-mazurskie	18	0,016	0,045	0,028	<0,001	0,051	0,015
	Wielkopolskie	28	0,015	0,060	0,030	<0,001	0,076	0,025
	Zachodnio-pomorskie	19	0,012	0,049	0,027	<0,001	0,075	0,025
	Cały kraj	300	0,006	0,098	0,035	<0,001	0,098	0,021

* wartości średnie obliczono jako środkowa granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto zawartość wynoszącą połowę wartości granicy oznaczalności

Tabela 23. Zawartość kadmu i ołowiu w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018 w odniesieniu do najwyższej dopuszczalnej zawartości

Lp.	Województwo	n	Kadm					Ołów				
			% próbek >LOQ	NDZ mg/kg	% próbek $\geq 0,25$ NDZ	% próbek $\geq 0,5$ NDZ	Maksymalny % NDZ	% próbek >LOQ	NDZ mg/kg	% próbek $\geq 0,25$ NDZ	% próbek $\geq 0,5$ NDZ	Maksymalny % NDZ
1	Dolnośląskie	42	100	0,2	10	0	34	93	0,2	14	0	49
2	Kujawsko-pomorskie	29	100		3	0	28	90		10	0	40
3	Lubelskie	42	100		24	0	39	81		0	0	21
4	Lubuskie	6	100		33	0	30	100		17	0	25
5	Łódzkie	10	100		20	0	43	100		20	0	29
6	Małopolskie	10	100		60	0	44	100		20	0	29
7	Mazowieckie	16	100		13	0	33	75		0	0	14
8	Opolskie	28	100		18	0	49	100		4	0	37
9	Podkarpackie	10	100		20	0	34	80		10	0	29
10	Podlaskie	6	100		33	0	35	100		0	0	20
11	Pomorskie	20	100		0	0	24	90		20	0	41
12	Śląskie	8	100		0	0	24	88		0	0	17
13	Świętokrzyskie	8	100		50	0	40	88		38	0	44
14	Warmińsko-mazurskie	18	100		0	0	23	72		6	0	26
15	Wielkopolskie	28	100		4	0	30	89		7	0	38
16	Zachodnio-pomorskie	19	100		0	0	25	89		21	0	38
17	Cały kraj	300	100		14	0	49	89		10	0	49

1.1.2. Zawartość mykotoksyn w ziarnie pszenicy ze zbiorów z roku 2017 i 2018

Uzyskane wyniki zawartości aflatoksyn, OTA, DON i ZEN w próbkach pszenicy ze zbiorów 2017 i 2018 roku z podziałem na poszczególne województwa przedstawiono w tabeli 24. W odniesieniu do wszystkich próbek badanej pszenicy, w tabelach 25-27 zaprezentowano wyniki rozkładu zawartości mykotoksyn w badanych próbkach pszenicy. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono:

- W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono występowania zarówno AFB₁ a także sumy aflatoksyn B i G powyżej granicy oznaczalności stosowanej metody.
- Odsetek próbek pozytywnych zawierających OTA powyżej granicy oznaczalności wynosił średnio 8,7% w 2017 r oraz 2,0% w 2018 roku. W obu sezonach wegetacyjnych nie wykazano obecności OTA w próbkach pochodzących z województw: lubelskie, lubuskie, łódzkie, opolskie, podkarpackie, podlaskie, pomorskie, śląskie i świętokrzyskie (tabela 24, 27). Stwierdzona średnia zawartość OTA w badanych próbkach pozytywnych wynosiła 3,8 µg/kg (0,4-28,6 µg/kg) w 2017 roku oraz 2,2 µg/kg (1,0-3,6 µg/kg) w 2018 roku. Przekroczenie najwyższej dopuszczalnej zawartości OTA (5,0 µg/kg) stwierdzono w 3 próbkach pszenicy pochodzących z województwa kujawsko-pomorskiego, warmińsko-mazurskiego i wielkopolskiego z sezonu wegetacyjnego 2017. W żadnej z próbek pochodzących z sezonu 2018 nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości OTA.
- Obecność DON (powyżej granicy oznaczalności) wykazano w 85,3% i 32,7% próbek pszenicy ze zbiorów pochodzących odpowiednio w 2017 r. i 2018 r. DON obecny był w próbkach pochodzących ze wszystkich województw, przynajmniej w jednym sezonie wegetacyjnym (tabela 24, 25). W zależności od sezonu wegetacyjnego, średnia zawartość DON wynosiła 117 µg/kg (10-1671 µg/kg) w 2017 roku i 55 µg/kg (10-462 µg/kg) w 2018 roku. Przekroczenie najwyższej dopuszczalnej zawartości DON wynoszącej 1250 µg/kg stwierdzono w 3 próbkach pszenicy pochodzących z sezonu 2017 z województwa lubelskiego, mazowieckiego i opolskiego.

- ZEN (w zawartości powyżej granicy oznaczalności) obecny był w 9,3% (2017) oraz 3,3% (2018) próbek. Obecności ZEN nie wykazano w żadnej z próbek pochodzących z województw: lubuskie, łódzkie, małopolskie, mazowieckie, podlaskie, pomorskie i świętokrzyskie (tabela 24, 26). Średnia zawartość ZEN wynosiła 21 µg/kg (10-41 µg/kg) i 26 µg/kg (16-44 µg/kg) (odpowiednio w 2017 i 2018 roku). Żadna z badanych próbek nie przekraczała najwyższej dopuszczalnej zawartości ZEN (100 µg/kg).

Tabela 24. Zawartość mykotoksyn w próbkach ziarna pszenicy pochodzącej z sezonu wegetacyjnego 2017 i 2018

Lp.	Województwo	Parametr	AFB ₁ µg/kg		ΣAF µg/kg		OTA µg/kg		DON µg/kg		ZEN µg/kg	
			2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	Dolnośląskie	% próbek pozytywnych	-	-	-	-	14,3	-	76,2	28,6	-	9,5
		Min-Max	-	-	-	-	0,5-0,6	-	10-150	11-155	-	16-20
		Średnia	-	-	-	-	0,5	-	38	41	-	18
2	Kujawsko-pomorskie	% próbek pozytywnych	-	-	-	-	25	-	100	38,5	31,3	-
		Min-Max	-	-	-	-	0,4-7,2	-	15-939	12-55	10-21	-
		Średnia	-	-	-	-	2,5	-	173	25,3	14,1	-
3	Lubelskie	% próbek pozytywnych	-	-	-	-	-	-	61,9	28,6	4,8	4,8
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	13-1671	13-303	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	157	70	26	21
4	Lubuskie	% próbek pozytywnych	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	23-126	-	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	82	-	-	-
5	Łódzkie	% próbek pozytywnych	-	-	-	-	-	-	80	40	-	-
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	15-68	18 - 57	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	29	38	-	-
6	Małopolskie	% próbek pozytywnych	-	-	-	-	-	40	80	80	-	-
		Min-Max	-	-	-	-	-	2,1-3,6	16-120	15-78	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	2,9	63	53	-	-

Tabela 24. cd. Zawartość mykotoksyn w próbkach ziarna pszenicy pochodzącej z sezonu wegetacyjnego 2017 i 2018

Lp.	Województwo	Parametr	AFB ₁ , µg/kg		ΣAF, µg/kg		OTA, µg/kg		DON, µg/kg		ZEN, µg/kg	
			2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
7	Mazowieckie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	12,5	0	87,5	12,5	0	0
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	15-1261	-	-	-
		Średnia	-	-	-	-	0,8	-	244	13,3	-	-
8	Opolskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	0	0	78,6	50	7,1	0
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	15-1429	10-27	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	168	14	19	-
9	Podkarpackie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	0	0	80	19	0	4,8
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	17-83	16-462	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	58	201	-	3
10	Podlaskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	0	0	66,7	0	0	0
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	19-21	-	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-
11	Pomorskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	0	0	100	30	0	0
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	18-308	11-30	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	95	18,7	-	-
12	Śląskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	0	0	100	25	0	25
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	28-55	-	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	45	51	-	44
13	Świętokrzyskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	12-29	10-253	-	-
		Średnia	-	-	-	-	-	-	19	121	-	-

Tabela 24. cd. Zawartość mykotoksyn w próbkach ziarna pszenicy pochodzącej z sezonu wegetacyjnego 2017 i 2018

Lp.	Województwo	Parametr	AFB ₁ , µg/kg		ΣAF, µg/kg		OTA, µg/kg		DON, µg/kg		ZEN, µg/kg	
			2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
14	Warmińsko-mazurskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	11,1	0	100	44,4	11,1	0
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	36-186	10 – 23	-	-
		Średnia	-	-	-	-	28,6	-	90	16	15	-
15	Wielkopolskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	14,3	7,1	85,7	7,1	21,4	0
		Min-Max	-	-	-	-	0,6-6,2	-	14-148	-	11-23	-
		Średnia	-	-	-	-	3,4	1	83	11	16	-
16	Zachodnio-pomorskie	% próbek pozytywnych	0	0	0	0	25	0	100	9,1	37,5	0
		Min-Max	-	-	-	-	-	-	53-515	-	40-41	-
		Średnia	-	-	-	-	0,6	-	264	12	40	-
Razem		% próbek pozytywnych	0	0	0	0	8,7	2	85,3	32,7	9,3	3,3
		Min-Max	-	-	-	-	0,4-28,6	1,0-3,6	10-1671	10-462	10-41	16-44
		Średnia	-	-	-	-	3,8	2,2	117	55	21	26

„-” nie stwierdzono obecności badanej substancji powyżej granicy oznaczalności

Tabela 25. Zawartość deoksyniwalenolu w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych zawartości

Lp.	Województwo	n	Deoksyniwalenol				
			% próbek >LOQ	NDZ µg/kg	% próbek ≥0,25 NDZ	% próbek ≥0,5 NDZ	Maksymalny % NDZ
1	Dolnośląskie	42	52	1250	0	0	12
2	Kujawsko-pomorskie	29	69		7	3	75
3	Lubelskie	42	50		2	2	134
4	Lubuskie	6	50		0	0	10
5	Łódzkie	10	80		0	0	5
6	Małopolskie	10	80		0	0	10
7	Mazowieckie	16	44		6	6	101
8	Opolskie	28	64		4	4	114
9	Podkarpackie	10	80		10	0	37
10	Podlaskie	6	33		0	0	2
11	Pomorskie	20	60		0	0	25

Tabela 25 cd. Zawartość deoksyniwalenolu w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych zawartości

Lp.	Województwo	n	Deoksyniwalenol				
			% próbek >LOQ	NDZ µg/kg	% próbek ≥0,25 NDZ	% próbek ≥0,5 NDZ	Maksymalny % NDZ
12	Śląskie	8	63	1250	0	0	4
13	Świętokrzyskie	8	100		0	0	20
14	Warmińsko-mazurskie	18	61		0	0	15
15	Wielkopolskie	28	50		0	0	12
16	Zachodnio-pomorskie	19	42		21	0	41
	Cały kraj	300	58		3	1	134

Tabela 26. Zawartość zearalenonu w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych zawartości

Lp.	Województwo	n	Zearalenon				
			% próbek >LOQ	NDZ µg/kg	% próbek ≥0,25 NDZ	% próbek ≥0,5 NDZ	Maksymalny %NDZ
1	Dolnośląskie	42	5	100	0	0	20
2	Kujawsko-pomorskie	29	17		0	0	21
3	Lubelskie	42	5		2	0	26
4	Lubuskie	6	0		0	0	0
5	Łódzkie	10	0		0	0	0
6	Małopolskie	10	0		0	0	0
7	Mazowieckie	16	0		0	0	0
8	Opolskie	28	4		0	0	19
9	Podkarpackie	10	10		10	0	31
10	Podlaskie	6	0		0	0	0
11	Pomorskie	20	0		0	0	0
12	Śląskie	8	13		13	0	44
13	Świętokrzyskie	8	0		0	0	0
14	Warmińsko-mazurskie	18	6		0	0	15
15	Wielkopolskie	28	11		0	0	23
16	Zachodnio-pomorskie	19	16		16	0	41
	Cały kraj	300	6		2	0	44

Tabela 27. Zawartość ochratoksyny w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych zawartości

Lp.	Województwo	n	Ochratoksyna A				
			% próbek >LOQ	NDZ µg/kg	% próbek ≥0,25 NDZ	% próbek ≥0,5 NDZ	Maksymalny % NDZ
1	Dolnośląskie	42	7	5	0	0	12
2	Kujawsko - pomorskie	29	14		7	3	144
3	Lubelskie	42	0		0	0	0
4	Lubuskie	6	0		0	0	0
5	Łódzkie	10	0		0	0	0
6	Małopolskie	10	20		20	10	72
7	Mazowieckie	16	6		0	0	15
8	Opolskie	28	0		0	0	0
9	Podkarpackie	10	0		0	0	0
10	Podlaskie	6	0		0	0	0
11	Pomorskie	20	0		0	0	0
12	Śląskie	8	0		0	0	0
13	Świętokrzyskie	8	0		0	0	0
14	Warmińsko-mazurskie	18	6		6	6	572
15	Wielkopolskie	28	14		4	4	124
16	Zachodnio-pomorskie	19	11		0	0	13
	Cały kraj	300	6		2	1	572

1.1.3. Pozostałości pestycydów w ziarnie pszenicy

Zbiorcze dane dotyczące występowania pozostałości pestycydów w próbkach pszenicy ze zbiorów z roku 2017 i 2018 przedstawiono w Tabelach 28-30.

Spośród zbadanych 300 próbkach pszenicy, pozostałości pestycydów zidentyfikowano w 111 (37%) próbkach a w pozostałych były one poniżej granicy oznaczalności stosowanej metody. Badane próbki zawierały od 1 do 4 związków aktywnych. Łącznie zidentyfikowano w badanym materiale 18 różnych związków aktywnych pestycydów. Zidentyfikowane substancje przedstawiono w Tabeli 31. W żadnym z analizowanych przypadków nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych pozostałości pestycydów. W jednym przypadku stwierdzono obecność diflufenikanu (herbicyd stosowany w zbożach ozimych) w stężeniu odpowiadającym 50% NDP. Z największą częstotliwością zidentyfikowano pozostałości fungicydów (tebukonazol - 70 próbek) oraz

insektycydów fosforoorganicznych (pirymifos metylowy - 29 próbek). Pozostałości z wyjątkiem 1 przypadku nie przekraczały wartości 40% NDP. W badanych próbkach pochodzących z województwa świętokrzyskiego nie stwierdzono obecności pozostałości środków ochrony roślin.

Tabela 28. Pozostałości pestycydów w ziarnie pszenicy z roku 2017

Rok	Województwo	n	Liczba s.a.*	Liczba próbek z pozostałościami	% próbek z pozostałościami	Liczba próbek zawierających 1 s.a.	Liczba próbek zawierających 2 s.a.	Liczba próbek zawierających 3 s.a.	Liczba próbek z przekroczeniem NDP*	Liczba próbek $\geq 0,5$ NDP
2017	Dolnośląskie	21	3	8	38	6	2	0	0	0
	Kujawsko-pomorskie	16	7	10	63	7	1	2	0	0
	Lubelskie	21	4	7	33	2	5	0	0	1
	Lubuskie	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Łódzkie	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	Małopolskie	5	2	2	40	2	0	0	0	0
	Mazowieckie	8	2	3	38	2	1	0	0	0
	Opolskie	14	4	5	36	4	1	0	0	0
	Podkarpackie	5	4	3	60	1	1	1	0	0
	Podlaskie	3	2	1	33	0	1	0	0	0
	Pomorskie	10	4	6	60	3	3	0	0	0
	Śląskie	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Świętokrzyskie	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Warmińsko-mazurskie	9	1	2	22	2	0	0	0	0
	Wielkopolskie	14	4	7	50	5	2	0	0	0
	Zachodnio-pomorskie	8	1	1	13	1	0	0	0	0
	Cały kraj	150	18	55	37	35	17	3	0	1

Tabela 29. Pozostałości pestycydów w ziarnie pszenicy z roku 2018

Rok	Województwo	n	Liczba s.a.*	Liczba próbek z pozostałościami	% 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
2018	Dolnośląskie	21	4	8	38	6	1	1	0	0
	Kujawsko-pomorskie	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lubelskie	21	5	7	33	7	0	0	0	0
	Lubuskie	3	1	1	33	1	0	0	0	0
	Łódzkie	5	1	2	40	2	0	0	0	0
	Małopolskie	5	2	4	80	4	0	0	0	0
	Mazowieckie	8	4	4	50	4	0	0	0	0
	Opolskie	14	4	7	50	6	1	0	0	0
	Podkarpackie	5	2	3	60	3	0	0	0	0
	Podlaskie	3	1	1	33	1	0	0	0	0
	Pomorskie	10	3	3	30	1	2	0	0	0
	Śląskie	4	1	2	50	2	0	0	0	0
	Świętokrzyskie	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Warmińsko-mazurskie	9	2	4	44	4	0	0	0	0
	Wielkopolskie	14	3	6	43	5	1	0	0	0
	Zachodnio-pomorskie	11	2	4	36	4	0	0	0	0
	Cały kraj	150	18	56	37	50	5	1	0	0

Tabela 30. Pozostałości pestycydów w ziarnie pszenicy z roku 2017-2018

Rok	Województwo	n	Liczba s.a.*	Liczba próbek z pozostałościami	% 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
2017-2018	Dolnośląskie	42	4	16	38	12	3	1	0	0
	Kujawsko-pomorskie	29	7	10	34	7	1	2	0	0
	Lubelskie	42	7	14	33	9	5	0	0	1
	Lubuskie	6	1	1	17	1	0	0	0	0
	Łódzkie	10	1	2	20	2	0	0	0	0
	Małopolskie	10	3	6	60	6	0	0	0	0
	Mazowieckie	16	5	7	44	6	1	0	0	0
	Opolskie	28	6	12	43	10	2	0	0	0
	Podkarpackie	10	4	6	60	4	1	1	0	0
	Podlaskie	6	2	2	33	1	1	0	0	0
	Pomorskie	20	5	9	45	4	5	0	0	0
	Śląskie	8	1	2	25	2	0	0	0	0
	Świętokrzyskie	8	0	0	0	0	0	0	0	0
	Warmińsko-mazurskie	18	3	6	33	6	0	0	0	0
	Wielkopolskie	28	6	13	46	10	3	0	0	0
	Zachodnio-pomorskie	19	2	5	26	5	0	0	0	0
	Cały kraj	300	18	111	37	85	22	4	0	1

Tabela 31. Substancje aktywne pestycydów zidentyfikowane w badanych próbkach pszenicy z lat 2017-2018

L.p.	Substancja aktywna	n	Zawartość mg/kg		NDP mg/kg	Maksymalny % NDP	Województwo
			min	max			
1	Tebukonazol	70	0,01	0,12	0,3	40%	DL,KP,LB,MŁ,MZ,OP,PK,PD,PO,ŚL,WM,WP,ZP
2	Pirymifos metylowy	29	0,01	0,26	5	5%	DL,KP,LB,MŁ,MZ,OP,PK,PO,WP
3	Deltametryna	8	0,012	0,06	1	6%	LB,LU,MŁ,OP,WM,WP
4	Propikonazol	6	0,01	0,014	0,09	16%	KP,ŁD,MZ,OP,PD
5	Cypermetyryna	6	0,013	0,06	2	3%	OP,PK,PO,WP
6	Chlorpiryfos	5	0,012	0,02	0,5	4%	DL,KP,PK,PO
7	Epoksykonazol	3	0,01	0,022	0,6	4%	MZ,OP,WM
8	Bifentryna	3	0,01	0,014	0,5	3%	KP,PO
9	Karbendazym	2	0,01	0,01	0,1	10%	LB,WP
10	Tettrakonazol	1	0,02	0,02	0,1	20%	KP
11	Flutriafol	1	0,02	0,02	0,15	13%	LB
12	Fluoksapyroksad	1	0,04	0,04	0,4	10%	MZ
13	Fenpropimorf	1	0,01	0,01	0,15	7%	LB
14	Fenpropidyna	1	0,01	0,01	0,1	10%	KP
15	Diflufenikan	1	0,01	0,01	0,02	50%	LB
16	Chlorsulfuron	1	0,016	0,016	0,1	16%	WP
17	Boskalid	1	0,013	0,013	0,8	2%	DL
18	Azoksystrobina	1	0,024	0,024	0,5	5%	ZP

n – liczba próbek, w których stwierdzono obecność danego związku

DL - Dolnośląskie

KP - Kujawsko-pomorskie

LB - Lubelskie

LU - Lubuskie

ŁD - Łódzkie

MŁ - Małopolskie

MZ - Mazowieckie

OP - Opolskie

PK - Podkarpackie

PD - Podlaskie

PM - Pomorskie

ŚL - Śląskie

ŚW - Świętokrzyskie

WM - Warmińsko-mazurskie

WP - Wielkopolskie

ZP - Zachodnio-pomorskie

1.1.4. Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w ziarnie pszenicy

Uzyskane wyniki zawartości badanych WWA, tj. benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(a)pirenu i sumy tych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych przedstawiono w Tabelach 32-34. W większości z badanych próbek nie stwierdzono obecności badanych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w stężeniach powyżej granicy oznaczalności. Spośród ogólnej ilości zbadanych próbek 8% zawierało oznaczane węglowodory w stężeniu powyżej granicy oznaczalności. W jednym spośród analizowanych przypadków stwierdzono zawartość sumy 4 WWA w stężeniu przekraczającym 1 µg/g.

Tabela 32. Zawartość benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(a)pirenu i sumy 4 WWA w badanych próbkach pszenicy z roku 2017

Rok	Województwo	n	Związek, min-max, µg/kg					% próbek ≥LOQ
			Benzo(a)antracen	Chryzen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(a)piren	Suma 4 WWA	
2017	Dolnośląskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Kujawsko-pomorskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Lubelskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Lubuskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Łódzkie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Małopolskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Mazowieckie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Opolskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Podkarpackie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Podlaskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Pomorskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Śląskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Świętokrzyskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Warmińsko-mazurskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Wielkopolskie	3	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Zachodnio-pomorskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Cały kraj	25	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%

Tabela 33. Zawartość benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, beznzo(a)pirenu i sumy 4 WWA w badanych próbkach pszenicy z roku 2018

Rok	Województwo	n	Związek, min-max, µg/kg					% próbek ≥LOQ
			Benzo(a)antracen	Chryzen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(a)piren	Suma 4 WWA	
2018	Dolnośląskie	2	<0,50	<0,40-0,47	<0,30	<0,30	<0,30-0,47	50%
	Kujawsko-pomorskie	2	<0,50	<0,40-0,66	<0,30	<0,30	<0,30-0,66	50%
	Lubelskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Lubuskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Łódzkie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Małopolskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Mazowieckie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Opolskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Podkarpackie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Podlaskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Pomorskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Śląskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Świętokrzyskie	1	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Warmińsko-mazurskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Wielkopolskie	3	<0,50	<0,40-0,43	<0,30-0,34	<0,30	<0,30-0,77	33%
	Zachodnio-pomorskie	2	<0,50	<0,40-0,52	<0,30-0,33	<0,30-0,3	<0,30-1,15	50%
	Cały kraj	25	<0,50	<0,40-0,66	<0,30-0,34	<0,30-0,3	<0,30-1,15	16%

Tabela 34. Zawartość benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, beznzo(a)pirenu i sumy 4 WWA w badanych próbkach pszenicy z 2017-2018

Rok	Województwo	n	Związek, min-max, µg/kg					% próbek ≥LOQ
			Benzo(a)antracen	Chryzen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(a)piren	Suma 4 WWA	
2017 – 2018	Dolnośląskie	4	<0,50	<0,40-0,47	<0,30	<0,30	<0,30-0,47	25%
	Kujawsko-pomorskie	4	<0,50	<0,40-0,66	<0,30	<0,30	<0,30-0,66	25%
	Lubelskie	4	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Lubuskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Łódzkie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Małopolskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Mazowieckie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Opolskie	4	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%

Tabela 34 cd. Zawartość benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(a)pirenu i sumy 4 WWA w badanych próbkach pszenicy z 2017-2018

Rok	Województwo	n	Związek, min-max, µg/kg					% próbek ≥LOQ
			Benzo(a)antracen	Chryzen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(a)piren	Suma 4 WWA	
2017 – 2018	Podkarpackie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Podlaskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Pomorskie	4	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Śląskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Świętokrzyskie	2	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Warmińsko-mazurskie	4	<0,50	<0,40	<0,30	<0,30	N/D	0%
	Wielkopolskie	6	<0,50	<0,40-0,43	<0,30 - 0,34	<0,30	<0,30-0,77	17%
	Zachodnio-pomorskie	4	<0,50	<0,40-0,52	<0,30 - 0,33	<0,30-0,3	<0,30-1,15	25%
	Cały kraj	50	<0,50	<0,40-0,66	<0,30 - 0,34	<0,30-0,3	<0,30-1,15	8%

1.1.5. Zawartość dioksyn i chlorobifenyli w ziarnie pszenicy

Uzyskane wyniki zawartości badanych 17 kongenerów dioksyn i furanów oraz 18 chlorobifenyli przedstawia Tabela 35. W większości z badanych próbek nie stwierdzono obecności badanych PCDD/F i PCB w stężeniach powyżej granicy oznaczalności. Maksymalne obliczone wartości ekwiwalentu toksyczności dioksyny (TEQ) wyrażone jako górna granica oznaczenia były w badanym materiale niskie 0,008 i 0,005 pg/g TEQ odpowiednio dla PCDD/F i DL-PCB (Tabele 36-39). Powyższe wartości były zdecydowanie niższe niż wartości wskazane jako progi podejmowania działań wg Zalecenia Komisji Nr 2013/711/UE (0,5 pg/g TEQ dla PCDD/F i 0,35 pg/g TEQ DL-PCB).

Tabela 35. Zawartość PCDD/F i PCB w badanych próbkach pszenicy z roku 2017-2018

Związek	Zawartość pg/g lub µg/g dla ICES-6				
	Min*	Max	Mediana*	Średnia*	SD
2,3,7,8-TCDD	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,7,8-PeCDD	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,025	0,19	0,025	0,04	0,04
OCDD	0,1	2,86	0,11	0,36	0,66
2,3,7,8-TCDF	0,025	0,04	0,025	0,03	0,00
1,2,3,7,8-PeCDF	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
2,3,4,7,8-PeCDF	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,025	0,08	0,025	0,03	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,025	0,025	0,025	0,025	1,051E-17
OCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	4,206E-17
Suma PCDD/F	0,575	3,46	0,585	0,85	0,69
PCB 77	1	3,6	1	1,48	0,77
PCB 81	1	1	1	1	0
PCB 126	0,25	0,25	0,25	0,25	0
PCB 169	1	1	1	1	0
PCB 105	5	10	5	5,39	1,00
PCB 114	5	5	5	5	0
PCB 118	5	17,9	6,7	8,22	3,73
PCB 123	5	5	5	5	0
PCB 156	5	5	5	5	0
PCB 157	5	5	5	5	0
PCB 167	5	5	5	5	0
PCB 189	5	5	5	5	0
Suma DL-PCB	43,25	63,55	44,95	47,34	5,15
PCB 28	0,05	0,1	0,05	0,05	0,01
PCB 52	0,05	0,05	0,05	0,05	2,103E-17
PCB 101	0,05	0,1	0,05	0,05	0,01
PCB 138	0,05	0,05	0,05	0,05	2,103E-17
PCB 153	0,05	0,05	0,05	0,05	2,103E-17
PCB 180	0,05	0,05	0,05	0,05	2,103E-17
SUMA 6 PCB	0,3	0,35	0,3	0,31	0,02

* wartości obliczono jako górną granicę oznaczenia, tj. w przypadku próbek, dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności, do obliczeń przyjęto wartości granic oznaczalności

Tabela 36. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ w badanych próbkach pszenicy z roku 2017-2018. Wyniki przedstawiono jako dolna granica oznaczenia

Województwo	n	PCDD/F-TEQ					DL-PCB-TEQ				
		Min	Max	Mediana	Średnia	SD	Min	Max	Mediana	Średnia	SD
Dolnośląskie	4	0,00000	0,00045	0,00006	0,00014	0,00021	0,00000	0,00011	0,00000	0,00003	0,00006
Kujawsko-pomorskie	4	0,00000	0,00066	0,00018	0,00026	0,00032	0,00000	0,00069	0,00020	0,00027	0,00033
Lubelskie	3	0,00000	0,00478	0,00005	0,00161	0,00275	0,00019	0,00118	0,00097	0,00078	0,00052
Lubuskie	2	0,00004	0,00030	0,00017	0,00017	0,00018	0,00017	0,00039	0,00028	0,00028	0,00016
Łódzkie	2	0,00000	0,00012	0,00006	0,00006	0,00008	0,00022	0,00026	0,00024	0,00024	0,00003
Małopolskie	2	0,00005	0,00167	0,00086	0,00086	0,00115	0,00052	0,00084	0,00068	0,00068	0,00023
Mazowieckie	2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00018	0,00026	0,00022	0,00022	0,00005
Opolskie	4	0,00003	0,00068	0,00006	0,00021	0,00031	0,00000	0,00082	0,00036	0,00039	0,00037
Podkarpackie	2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00017	0,00038	0,00027	0,00027	0,00014
Podlaskie	2	0,00000	0,00236	0,00118	0,00118	0,00167	0,00000	0,00021	0,00011	0,00011	0,00015
Pomorskie	4	0,00000	0,00377	0,00171	0,00180	0,00175	0,00000	0,00110	0,00054	0,00054	0,00052
Śląskie	2	0,00000	0,00157	0,00079	0,00079	0,00111	0,00045	0,00071	0,00058	0,00058	0,00018
Świętokrzyskie	2	0,00000	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00062	0,00067	0,00064	0,00064	0,00004
Warmińsko-mazurskie	4	0,00000	0,00056	0,00000	0,00014	0,00028	0,00000	0,00085	0,00000	0,00021	0,00043
Wielkopolskie	6	0,00000	0,00236	0,00003	0,00051	0,00094	0,00000	0,00084	0,00039	0,00038	0,00036
Zachodnio-pomorskie	5	0,00000	0,00033	0,00000	0,00008	0,00015	0,00000	0,00021	0,00016	0,00011	0,00010
Cały kraj	50	0,00000	0,00478	0,00003	0,00049	0,00103	0,00000	0,00118	0,00021	0,00034	0,00034

Tabela 37. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ oraz ICES-6 w badanych próbkach pszenicy z roku 2017-2018. Wyniki przedstawiono jako dolna granica oznaczenia

Województwo	n	PCDD/F + DL-PCB TEQ					ICES-6				
		Min	Max	Mediana	Średnia	SD	Min	Max	Mediana	Średnia	SD
Dolnośląskie	4	0,00000	0,00045	0,00012	0,00017	0,00022	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Kujawsko-pomorskie	4	0,00000	0,00106	0,00053	0,00053	0,00061	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Lubelskie	3	0,00019	0,00596	0,00101	0,00239	0,00312	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Lubuskie	2	0,00043	0,00047	0,00045	0,00045	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Łódzkie	2	0,00022	0,00038	0,00030	0,00030	0,00012	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Małopolskie	2	0,00056	0,00251	0,00154	0,00154	0,00138	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Mazowieckie	2	0,00018	0,00026	0,00022	0,00022	0,00005	0,00000	0,10000	0,05000	0,05000	0,07071
Opolskie	4	0,00003	0,00087	0,00073	0,00059	0,00039	0,00000	0,10000	0,05000	0,05000	0,05774
Podkarpackie	2	0,00017	0,00038	0,00027	0,00027	0,00014	0,00000	0,10000	0,05000	0,05000	0,07071
Podlaskie	2	0,00021	0,00236	0,00129	0,00129	0,00152	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Pomorskie	4	0,00021	0,00487	0,00215	0,00234	0,00197	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Tabela 37 cd. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ oraz ICES-6 w badanych próbkach pszenicy z roku 2017-2018. Wyniki przedstawiono jako dolna granica oznaczenia

Województwo	n	PCDD/F + DL-PCB TEQ					ICES-6				
		Min	Max	Mediana	Średnia	SD	Min	Max	Mediana	Średnia	SD
Śląskie	2	0,00045	0,00228	0,00137	0,00137	0,00129	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Świętokrzyskie	2	0,00065	0,00067	0,00066	0,00066	0,00002	0,00000	0,10000	0,05000	0,05000	0,07071
Warmińsko-mazurskie	4	0,00000	0,00085	0,00028	0,00035	0,00043	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Wielkopolskie	6	0,00000	0,00236	0,00075	0,00088	0,00086	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Zachodnio-pomorskie	5	0,00000	0,00050	0,00016	0,00018	0,00019	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Cały kraj	50	0,00000	0,00596	0,00045	0,00083	0,00119	0,00000	0,10000	0,00000	0,01000	0,03030

Tabela 38. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ w badanych próbkach pszenicy z roku 2017-2018. Wyniki przedstawiono jako górna granica oznaczenia

Województwo	n	PCDD/F-TEQ					DL-PCB-TEQ				
		Min	Max	Mediana	Średnia	SD	Min	Max	Mediana	Średnia	SD
Dolnośląskie	4	0,07906	0,07923	0,07911	0,07913	0,00008	0,05660	0,05661	0,05660	0,05660	0,00000
Kujawsko-pomorskie	4	0,07906	0,07944	0,07910	0,07918	0,00018	0,05660	0,05689	0,05668	0,05671	0,00014
Lubelskie	3	0,07906	0,08106	0,07908	0,07973	0,00115	0,05664	0,05738	0,05717	0,05706	0,00038
Lubuskie	2	0,07907	0,07911	0,07909	0,07909	0,00003	0,05662	0,05684	0,05673	0,05673	0,00016
Łódzkie	2	0,07906	0,07915	0,07911	0,07911	0,00006	0,05661	0,05667	0,05664	0,05664	0,00004
Małopolskie	2	0,07908	0,08020	0,07964	0,07964	0,00080	0,05687	0,05704	0,05695	0,05695	0,00012
Mazowieckie	2	0,07906	0,07906	0,07906	0,07906	0,00000	0,05663	0,05671	0,05667	0,05667	0,00005
Opolskie	4	0,07906	0,07946	0,07909	0,07917	0,00019	0,05660	0,05702	0,05679	0,05680	0,00020
Podkarpackie	2	0,00003	0,07906	0,07906	0,07906	0,00000	0,05662	0,05673	0,05667	0,05667	0,00007
Podlaskie	2	0,00003	0,08114	0,08010	0,08010	0,00147	0,05660	0,05666	0,05663	0,05663	0,00004
Pomorskie	4	0,07906	0,08150	0,07977	0,08002	0,00106	0,05660	0,05730	0,05687	0,05691	0,00033
Śląskie	2	0,07906	0,08010	0,07958	0,07958	0,00074	0,05680	0,05691	0,05686	0,05686	0,00007
Świętokrzyskie	2	0,07906	0,07906	0,07906	0,07906	0,00000	0,05682	0,05702	0,05692	0,05692	0,00014
Warmińsko-mazurskie	4	0,07906	0,07934	0,07906	0,07913	0,00014	0,05660	0,05705	0,05660	0,05671	0,00023
Wielkopolskie	6	0,07906	0,08114	0,07906	0,07946	0,00083	0,05660	0,05704	0,05671	0,05675	0,00018
Zachodnio-pomorskie	5	0,07906	0,07911	0,07906	0,07907	0,00002	0,05660	0,05666	0,05661	0,05662	0,00003
Cały kraj	50	0,07906	0,08150	0,07906	0,07935	0,00062	0,05660	0,05738	0,05666	0,05676	0,00020

* wartości obliczono jako górna granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto wartości granic oznaczalności

Tabela 39. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ oraz ICES-6 w badanych próbkach pszenicy z roku 2017-2018. Wyniki przedstawiono jako górną granicę oznaczenia

Województwo	n	PCDD/F + DL-PCB TEQ					ICES-6				
		Min	Max	Mediana	Średnia	SD	Min	Max	Mediana	Średnia	SD
Dolnośląskie	4	0,13566	0,13583	0,13571	0,13573	0,00008	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Kujawsko-pomorskie	4	0,13566	0,13619	0,13585	0,13589	0,00027	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Lubelskie	3	0,13570	0,13844	0,13624	0,13680	0,00145	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Lubuskie	2	0,13573	0,13591	0,13582	0,13582	0,00013	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Łódzkie	2	0,13573	0,13576	0,13575	0,13575	0,00002	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Małopolskie	2	0,13594	0,13724	0,13659	0,13659	0,00092	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Mazowieckie	2	0,13569	0,13577	0,13573	0,13573	0,00005	0,30000	0,35000	0,32500	0,32500	0,03536
Opolskie	4	0,13566	0,13612	0,13605	0,13597	0,00021	0,30000	0,35000	0,32500	0,32500	0,02887
Podkarpackie	2	0,13568	0,13579	0,13573	0,13573	0,00007	0,30000	0,35000	0,32500	0,32500	0,03536
Podlaskie	2	0,13572	0,13774	0,13673	0,13673	0,00142	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Pomorskie	4	0,13572	0,13810	0,13695	0,13693	0,00102	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Śląskie	2	0,13586	0,13701	0,13644	0,13644	0,00081	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Świętokrzyskie	2	0,13588	0,13608	0,13598	0,13598	0,00014	0,30000	0,35000	0,32500	0,32500	0,03536
Warmińsko-mazurskie	4	0,13566	0,13611	0,13580	0,13584	0,00022	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Wielkopolskie	6	0,13566	0,13774	0,13598	0,13622	0,00078	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Zachodniopomorskie	5	0,13566	0,13573	0,13568	0,13569	0,00003	0,30000	0,30000	0,30000	0,30000	0,00000
Cały kraj	50	0,13566	0,13844	0,13581	0,13610	0,00069	0,30000	0,35000	0,30000	0,30500	0,01515

* wartości obliczono jako górną granicę oznaczenia, tj. w przypadku próbek, dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto wartości granic oznaczalności

1.2. Analiza ryzyka

W odniesieniu do badanych substancji skażających, na podstawie uzyskanych wyników badań i w oparciu o przyjęte kryteria przeprowadzono analizę ryzyka ich występowania w ziarnie pszenicy.

W odniesieniu do badanych parametrów określono poziomy ryzyka przedstawione w Tabeli 40.

Tabela 40. Poziomy ryzyka substancji skażających

Parametr	Jednostka	NDZ	0,5 NDZ	0,25 NDZ
Kadm	mg/kg	0,2	0,1	0,05
Ołów	mg/kg	0,2	0,1	0,05
AFB1	µg/kg	2,0	1,0	0,5
Suma AFB+AFG	µg/kg	4,0	2,0	1,0
OTA	µg/kg	5,0	2,5	1,25
DON	µg/kg	1250	625	312,5
ZEN	µg/kg	100	50	25

W oparciu o ustalone powyżej zasady, w tabelach 41-42 przedstawiono ocenę poziomu ryzyka wystąpienia niepożądanych substancji w pszenicy. W przypadku substancji dla których w chwili obecnej nie są ustanowione dopuszczalne zawartości/pozostałości analizy nie prowadzono. Zbiorcze dane dotyczące poziomów ryzyka przedstawiono w Tabeli 43.

Tabela 41. Oszacowanie poziomu ryzyka wystąpienia kadmu, ołowiu, aflatoksyn, w pszenicy w poszczególnych województwach i całym kraju

Lp.	Województwo	n	Poziom ryzyka oraz % próbek przekraczających wartość 0,25/0,5 NDZ/NDP							
			Cd		Pb		AF B1		AFB + AFG	
1	Dolnośląskie	42	N	10%	N	14%	N	0%	N	0%
2	Kujawsko-Pomorskie	29	N	3%	N	10%	N	0%	N	0%
3	Lubelskie	42	N	24%	N	0%	N	0%	N	0%
4	Lubuskie	6	S	33%	N	17%	N	0%	N	0%
5	Łódzkie	10	N	20%	N	20%	N	0%	N	0%
6	Małopolskie	10	S	60%	N	20%	N	0%	N	0%
7	Mazowieckie	16	N	13%	N	0%	N	0%	N	0%
8	Opolskie	28	N	18%	N	4%	N	0%	N	0%
9	Podkarpackie	10	N	20%	N	10%	N	0%	N	0%
10	Podlaskie	6	S	33%	N	0%	N	0%	N	0%
11	Pomorskie	20	N	0%	N	20%	N	0%	N	0%
12	Śląskie	8	N	0%	N	0%	N	0%	N	0%
13	Świętokrzyskie	8	S	50%	S	38%	N	0%	N	0%
14	Warmińsko-Mazurskie	18	N	0%	N	6%	N	0%	N	0%
15	Wielkopolskie	28	N	4%	N	7%	N	0%	N	0%
16	Zachodnio-pomorskie	19	N	0%	N	21%	N	0%	N	0%
Cały kraj		300	N	14%	N	10%	N	0%	N	0%

Poziomy ryzyka: N - niski, S - średni, W - wysoki

Tabela 42. Oszacowanie poziomu ryzyka wystąpienia OTA, DON, ZEN i pozostałości środków roślin w pszenicy w poszczególnych województwach i całym kraju

Lp.	Województwo	n	Poziom ryzyka oraz % próbek przekraczających wartość 0,25 / 0,5 NDZ/NDP							
			OTA		DON		ZEN		Pestycydy	
1	Dolnośląskie	0	N	0%	N	0%	N	0%	N	0%
2	Kujawsko-Pomorskie	n	N	7%	N	7%	N	0%	N	0%
3	Lubelskie	0	N	0%	N	2%	N	2%	N	2%
4	Lubuskie	0	N	0%	N	0%	N	0%	N	0%
5	Łódzkie	42	N	0%	N	0%	N	0%	N	0%
6	Małopolskie	29	N	20%	N	0%	N	0%	N	0%
7	Mazowieckie	42	N	0%	N	6%	N	0%	N	0%
8	Opolskie	6	N	0%	N	4%	N	0%	N	0%
9	Podkarpackie	10	N	0%	N	10%	N	10%	N	0%
10	Podlaskie	10	N	0%	N	0%	N	0%	N	0%
11	Pomorskie	16	N	0%	N	0%	N	0%	N	0%
12	Śląskie	28	N	0%	N	0%	N	13%	N	0%
13	Świętokrzyskie	10	N	0%	N	0%	N	0%	N	0%
14	Warmińsko-Mazurskie	6	N	6%	N	0%	N	0%	N	0%
15	Wielkopolskie	20	N	4%	N	0%	N	0%	N	0%
16	Zachodnio-pomorskie	8	N	0%	N	21%	N	16%	N	0%
Cały kraj		8	N	2%	N	3%	N	2%	N	0%

Poziomy ryzyka: N - niski, S - średni, W - wysoki

Tabela 43. Poziomy ryzyka wystąpienia substancji skażających w poszczególnych województwach w pszenicy

Substancja skażająca	Poziom ryzyka
Kadm (Cd)	Wysoki: brak Średni: 4 województwa, tym lubuskie, małopolskie, podlaskie, świętokrzyskie Niski: dla pozostałych 12 województw
Ołów (Pb)	Wysoki: brak Średni: województwo świętokrzyskie Niski: dla pozostałych 15 województw
AFB1	Wysoki: brak Średni: brak Niski: 16 województw
AFB + AFG	Wysoki: brak Średni: brak Niski: 16 województw
OTA	Wysoki: brak Średni: brak Niski: 16 województw
DON	Wysoki: brak Średni: brak Niski: 16 województw

Tabela 43 cd. Poziomy ryzyka wystąpienia substancji skażających w poszczególnych województwach w pszenicy

Substancja skażająca	Poziom ryzyka
ZEN	Wysoki: brak Średni: brak Niski: 16 województw
Pozostałości środków ochrony roślin	Wysoki: brak Średni: brak Niski: 16 województw

1.3. Podsumowanie i rekomendacje

W podsumowaniu wyników uzyskanych na podstawie przeprowadzonych badań pszenicy ze zbiorów z roku 2017 i 2018 należy stwierdzić, że obecność substancji skażających była w zdecydowanej większości przypadków na niskim poziomie stężeń. Oszacowane w oparciu o przyjęte kryteria ryzyko wystąpienia substancji skażających było niskie dla badanych substancji z wyłączeniem kadmu i ołowiu. W przypadku kadmu stwierdzono niski poziom ryzyka dla 12 województw i średni poziom ryzyka dla 4 województw. W przypadku ołowiu wyłącznie dla województwa świętokrzyskiego oszacowano ryzyko wystąpienia ołowiu na średnim poziomie. Dla pozostałych województw ryzyko było niskie.

Pomimo, że oszacowane ryzyko wystąpienia mikotoksyn, w tym DON i OTA było niskie, należy podkreślić, że stwierdzano przekroczenia dopuszczalnych zawartości tych substancji w badanych próbkach pszenicy. Obserwowano również różnice w częstości występowania i w zawartościach mykotoksyn w próbkach pszenicy pomiędzy sezonami wegetacyjnymi. Prawdopodobnie jest to efekt różnych warunków klimatycznych panujących podczas uprawy roślin zbożowych w obu sezonach wegetacyjnych. Oznacza to, że warunki środowiskowe mogą w różnym stopniu wpływać na poziomy zanieczyszczenia ziarna mykotoksynami. Powyższe może skutkować poważnymi konsekwencjami dla podmiotów prowadzących obrót pszenicą na platformie żywnościowej oraz wiąże się z istotnym ryzykiem transakcyjnym. W związku z powyższym wskazane jest monitorowanie/kontrolowanie obecności, szczególnie tych dwóch mykotoksyn w pszenicy w chwili przyjęcia partii pszenicy do magazynu.

Uzyskane wyniki dla wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz polichlorowanych dibenzo-*p*-dioksyn i dibenzo-furanów, dla których nie zostały jak dotąd ustalone maksymalne dopuszczalne poziomy

zawartości, wskazują na niski poziom tych substancji w pszenicy. Powyższe zanieczyszczenia mają w dużym stopniu charakter środowiskowy a poziom ich stężeń jest związany z tzw. tłem środowiskowym. Niemniej jednak należy podkreślić, że w przypadku węglowodorów aromatycznych wśród analizowanych próbek obserwowano przypadki podwyższonej zawartości tych substancji. W warunkach zmieniającego się prawa żywnościowego w Polsce i Unii Europejskiej należy wziąć pod uwagę, że jeżeli zostaną wprowadzone dopuszczalne zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w nieprzetworzonych zbożach prawdopodobnie będzie istniała potrzeba kontrolowania ich zawartości w surowcach.

W tabeli 44 przedstawiono zbiorczą informację odnośnie uzyskanych wyników, poziomu ryzyka wystąpienia substancji skażających oraz występowania przekroczeń maksymalnych dopuszczalnych zawartości/pozostałości.

Tabela 44. Substancje skażające w ziarnie pszenicy z całej Polski ze zbiorów 2017 roku oraz poziom ryzyka przekroczenia wartości dopuszczalnych (NDZ/NDP)

Parametr	Jednostka	Zawartość		NDZ NDP*	Poziom ryzyka	Przekroczenia
		min	max			
Kadm	mg/kg	0,006	0,098	0,2	N	Nie
Ołów	mg/kg	<0,001	0,098	0,2	N	Nie
AFB ₁	µg/kg	<0,5	<0,5	2	N	Nie
Suma AFB + AFG	µg/kg	<0,5	<0,5	2,4	N	Nie
OTA	µg/kg	<0,4	29	5	N	Tak
DON	µg/kg	<10	1671	1250	N	Tak
ZEN	µg/kg	<10	44	100	N	Nie
Pestycydy	mg/kg	<0,01	0,26	0,005-8*	N	Nie
BaP	µg/kg	<0,3	1,15	-	N/D	N/D
4 WWA	µg/kg	<0,3	1,15	-	N/D	N/D
Dioksyny	pg/g TEQ	0,079	0,081	-	N/D	N/D
PCB	pg/g TEQ	0,056	0,057	-	N/D	N/D

Rekomendacje:

- W celu eliminacji ryzyka wprowadzania do obrotu pszenicy zawierającej przekroczenia dopuszczalnych zawartości mykotoksyn konieczne jest kontrolowanie zawartości szczególnie DON i OTA w momencie przyjęcia każdej partii pszenicy do magazynu wykorzystując szybkie testy (np. ELISA).

W przypadku wątpliwości zaleca się wykonanie badań potwierdzających z wykorzystaniem metod instrumentalnych.

- Ze względu na średnie ryzyko występowania kadmu i ołowiu wskazane jest kontrolowanie i monitorowanie ich zawartości w momencie przyjęcia partii pszenicy do magazynu. W szczególności w przypadku surowca pochodzącego z województwa o oszacowanym średnim poziomie ryzyka.
- Ze względu na brak przekroczeń dopuszczalnych pozostałości środków ochrony roślin w pszenicy nie jest uzasadniona konieczność prowadzenia kontroli obecności tych substancji we wszystkich partiach pszenicy przyjmowanych do magazynu.

2. Zagęszczony sok jabłkowy

2.1. Substancje skażające w zagęszczonym soku jabłkowym

W pobranych do badań 100 próbkach zagęszczonego soku jabłkowego wyprodukowanego z jabłek z sezonu wegetacyjnego 2017 i 2018 oznaczono zawartość ołowiu, patuliny i pozostałości pestycydów.

2.1.1 Zawartość metali ciężkich w zagęszczonym soku jabłkowym z roku 2017 i 2018

Uzyskane wyniki zawartości ołowiu w próbkach zagęszczonego soku jabłkowego wyprodukowanego w roku 2017 i 2018 przedstawiono w Tabeli 45. Na podstawie zebranych danych można stwierdzić, że:

- Zawartość ołowiu wahała się od $<0,001$ mg/kg do 0,014 mg/kg; średnio 0,003 mg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości dla ołowiu, wynoszącej 0,03 mg/kg. Najwyższa oznaczona zawartość ołowiu w zagęszczonym soku jabłkowym wynosiła 47 % najwyższej dopuszczalnej zawartości.
- Przeciętne zawartości ołowiu były około 10 krotnie niższe w porównaniu do wartości najwyższej dopuszczalnej zawartości.

Tabela 45. Zawartość ołowiu w zagęszczonym soku jabłkowym z roku 2017 i 2018

Rok	n	Próbek > LOQ	Zawartość, mg/kg			NDZ mg/kg	Próbek ≥ 0,25 NDZ	Próbek ≥ 0,5 NDZ	Maksymalny % NDZ
			min	max	Średnia*				
2017	39	34	<0,001	0,011	0,005	0,03	15%	0	37%
2018	61	29	<0,001	0,014	0,003		16%	0	47%
2017-2018	100	63	<0,001	0,014	0,003		16%	0	47%

* wartości średnie obliczono jako środkowa granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek, dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto zawartość wynoszącą połowę wartości granicy oznaczalności

2.1.2 Zawartość mykotoksyn w zagęszczonym soku jabłkowym z roku 2017 i 2018

Uzyskane wyniki zawartości patuliny w próbkach zagęszczonego soku jabłkowego z roku 2017 i 2018 przedstawiono zbiorczo w Tabeli 46. Na ich podstawie można stwierdzić, że:

- Zawartość patuliny w większości badanych próbek wynosiła poniżej 5 µg/kg. W 14% przypadków stwierdzono obecność patuliny w stężeniach powyżej granicy oznaczalności wynoszącej 5 µg/kg.
- Przeciętna zawartość patuliny wyrażona jako środkowa granica oznaczenia wynosiła 4,3 µg/kg.
- W jednym z analizowanych przypadków (próbka zagęszczonego soku z roku 2017) stwierdzono przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej zawartości patuliny (113 µg/kg).

Tabela 46. Zawartość patuliny w zagęszczonym soku jabłkowym z roku 2017 i 2018

Rok	n	Próbek > LOQ	Zawartość, µg/kg			NDP µg/kg	Próbek ≥ 0,25 NDP	Próbek ≥ 0,5 NDP	Próbek > NDP	Maksymalny % NDP
			min	max	Średnia*					
2017	39	13	< 5	113	7,2	50	2	1	1	226%
2018	61	1	< 5	6	2,6		0	0	0	12%
2017 – 2018	100	14	< 5	113	4,3		2	1	1	226%

* wartości średnie obliczono jako środkowa granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek, dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto zawartość wynoszącą połowę wartości granicy oznaczalności

2.1.3 Zawartość pozostałości pestycydów w koncentracie jabłkowym z roku 2017 i 2018

Zbiornicze dane dotyczące występowania pozostałości pestycydów w próbkach zagęszczanego soku jabłkowego z roku 2017 i 2018 przedstawiono w Tabeli 47.

Spośród zbadanych 100 próbek zagęszczanego soku jabłkowego, pozostałości pestycydów zidentyfikowano w 61 próbkach (61%) a w pozostałych były one poniżej granicy oznaczalności stosowanej metody. Badane próbki zawierały od 1 do 5 związków aktywnych. Łącznie zidentyfikowano w badanym materiale 5 różnych związków aktywnych pestycydów. Zidentyfikowane substancje przedstawiono w Tabeli 48. Na potrzeby niniejszego opracowania porównano uzyskane wyniki z wartościami dopuszczalnych pozostałości przewidziane dla świeżych owoców - jabłek, ponieważ obowiązujące regulacje nie określają dopuszczalnych zawartości specyficznie dla soków zagęszczonych. Badaniom poddawano koncentrat - sok zagęszczony nie rozcieńczony. W żadnym z analizowanych przypadków nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych pozostałości pestycydów, w jednym przypadku oznaczana zawartość była równa wartości dopuszczalnego stężenia (dimetoat 0,01 mg/kg). Dimetoat jest fosforoorganiczną substancją aktywną wchodzącą w skład preparatów insektycydowych. Obowiązujące regulacje nie dopuszczają obecności dimetoatu w jabłkach w stężeniach powyżej domyślnego limitu wynoszącego 0,01 mg/kg. Obecność dimetoatu w próbce zagęszczanego soku jabłkowego wskazuje na zastosowanie preparatu jako zabieg agrotechniczny w złym terminie lub na poza etykietowe zastosowanie środka ochrony nie zarejestrowanego w danej uprawie. Niemniej należy pamiętać, że analizowany był sok zagęszczony, nierozcieńczony stąd też stężenie pestycydów po rozcieńczeniu będzie kilkukrotnie niższe od dopuszczalnej wartości domyślnej dla pozostałości wynoszącej 0,01 mg/kg.

Tabela 47. Pozostałości pestycydów w zagęszczonym soku jabłkowym z roku 2017 i 2018

Rok	n	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 zawierających 4 s.a.	Liczba próbek z przekroczeniami NDP*	Liczba próbek $\geq 0,5$ NDP
2017	39	4	35	89%	20	14	0	1	1	1
2018	61	5	46	75%	40	5	1	0	0	0
Łącznie	100	5	81	81%	60	19	1	1	1	1

*Przyjmując do obliczeń wartość NDP dla świeżych jabłek

Tabela 48. Substancje aktywne pestycydów zidentyfikowane w badanych próbkach zagęszczonego soku jabłkowego z lat 2017-2018

Lp.	Substancja aktywna	n	Zawartość, mg/kg		NDP, mg/kg	Maksymalny % NDP
			min	max		
1	Acetamipryd	79	0,01	0,08	0,8	10%
2	Tiametoksam	16	0,01	0,04	0,3	13%
3	Karbendazym	8	0,01	0,022	0,2	11%
4	Dimetoat	1	0,01	0,01	0,01	100%
5	Boskalid	1	0,01	0,01	2	1%

2.2. Analiza ryzyka

W odniesieniu do badanych substancji skażających, na podstawie uzyskanych wyników badań i w oparciu o przyjęte kryteria przeprowadzono analizę ryzyka ich występowania w zagęszczonym soku jabłkowym, przedstawioną w Tabeli 49.

Tabela 49. Poziomy ryzyka substancji skażających

Parametr	Jednostka	NDZ	0,5 NDZ	0,25 NDZ
Ołów	mg/kg	0,03	0,015	0,0075
Patulina	µg/kg	50	25	12,5

W oparciu o ustalone kryteria (Tabeli 49) przedstawiono ocenę poziomu ryzyka wystąpienia niepożądanych substancji w zagęszczonym soku jabłkowym, w Tabeli 50.

Tabela 50. Oszacowanie poziomu ryzyka wystąpienia, ołowiu, patuliny oraz pozostałości pestycydów

Lp.	Rok	n	Poziom ryzyka oraz % próbek przekraczających wartość 0,25 / 0,5 NDZ/NDP					
			Pb		Patulina		Pestycydy	
1	2017	39	N	15%	N	5%	N	3%
2	2018	61	N	16%	N	0%	N	0%
3	2017 – 2018	100	N	16%	N	2%	N	1%

2.3. Podsumowanie i rekomendacje

W podsumowaniu wyników uzyskanych na podstawie przeprowadzonych badań zagęszczonego soku jabłkowego wyprodukowanego w roku 2017 i 2018 należy stwierdzić, że obecność substancji skażających była na niskim poziomie stężeń. Oszacowane w oparciu o przyjęte kryteria ryzyko wystąpienia substancji skażających było niskie dla wszystkich badanych parametrów.

Pomimo, że oszacowane ryzyko wystąpienia patuliny było niskie, należy podkreślić, że stwierdzono przekroczenie dopuszczalnej zawartości tej substancji w jednej z badanych próbek zagęszczonego soku z roku 2018 (produkcja maj 2018). Prawdopodobnie sok ten wyprodukowano z jabłek przechowywanych w nieodpowiednich warunkach. W związku z tym wskazane jest monitorowanie/kontrolowanie obecności patuliny w zagęszczonym soku jabłkowym, szczególnie gdy do jego produkcji stosowane są jabłka przechowywane po zbiorach w chłodniach lub w niekontrolowanych warunkach.

W Tabeli 51 przedstawiono zbiorczą informację odnośnie uzyskanych wyników, poziomu ryzyka wystąpienia substancji skażających oraz występowania przekroczeń maksymalnych dopuszczalnych zawartości/pozostałości.

Tabela 51. Substancje skażające w zagęszczonym soku jabłkowym ze zbiorów 2017 i 2018 roku oraz poziom ryzyka przekroczenia wartości dopuszczalnych (NDZ/NDP)

Parametr	Jednostka	Zawartość		NDZ NDP*	Poziom ryzyka	Przekroczenia
		min	max			
Ołów	mg/kg	<0,001	0,014	0,03	N	Nie
Patulina	µg/kg	<5	113	50	N	Tak
Pestycydy	mg/kg	<0,01	0,08	0,01-2	N	Nie*

* Przy uwzględnieniu stopnia zagęszczenia soku w stosunku do świeżych jabłek

Rekomendacje:

- W celu eliminacji ryzyka wprowadzania do obrotu zagęszczonego soku jabłkowego zawierającego przekroczenia dopuszczalnych zawartości mykotoksyn konieczne jest kontrolowanie zawartości patuliny.
- Kontrola zawartości patuliny powinna w szczególności dotyczyć zagęszczonego soku jabłkowego wyprodukowanego z jabłek po przechowywaniu.
- Ze względu na brak przekroczeń dopuszczalnych pozostałości środków ochrony roślin w zagęszczonym soku jabłkowym nie jest uzasadniona konieczność prowadzenia kontroli obecności tych substancji we wszystkich partiach zagęszczonego soku jabłkowego. Nie można jednak wykluczyć obecności pozostałości środków ochrony nie zarejestrowanych do stosowania w uprawie jabłoni.
- Ze względu na niskie zawartości ołowiu oraz oszacowane niskie ryzyko występowania tej substancji nie jest uzasadniona konieczność prowadzenia kontroli jej obecności we wszystkich partiach zagęszczonego soku jabłkowego.

3. Odtłuszczone mleko w proszku

3.1. Substancje skażające w odtłuszczonego mleka w proszku

W pobranych do badań 100 próbkach odtłuszczonego mleka w proszku wyprodukowanego w 2018 oznaczono zawartość ołowiu.

3.1.1. Zawartość metali ciężkich w odtłuszczonego mleka w proszku

Uzyskane wyniki zawartości ołowiu w zagęszczonym mleku w proszku wyprodukowanym w roku 2018 roku przedstawiono w Tabeli 52. Na podstawie zebranych danych można stwierdzić, że:

- Zawartość ołowiu wahała się od <0,001 mg/kg do 0,007 mg/kg; średnio 0,001 mg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości dla ołowiu, wynoszącej 0,02 mg/kg. Najwyższa oznaczona zawartość ołowiu w odtłuszczonego mleka w proszku wynosiła 35% najwyższej dopuszczalnej zawartości.
- Przeciętne zawartości ołowiu były około 10 krotnie niższe w porównaniu do wartości najwyższej dopuszczalnej zawartości.

Tabela 52. Zawartość ołowiu w odtłuszczonego mleka w proszku w roku 2018

Rok	n	Próbek > LOQ	Zawartość, mg/kg			NDZ mg/kg	Próbek ≥ 0,25 NDZ	Próbek ≥ 0,5 NDZ	Maksymalny % NDZ
			min	max	średnia				
2018	100	34	<0,001	0,007	0,001	0,02	8	0	35%

* wartości średnie obliczono jako środkowa granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek, dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto zawartość wynoszącą połowę wartości granicy oznaczalności

3.2. Analiza ryzyka

W odniesieniu do badanych substancji skażających, na podstawie uzyskanych wyników badań i w oparciu o przyjęte kryteria przeprowadzono analizę ryzyka ich występowania w odtłuszczonego mleka w proszku.

W odniesieniu do badanych parametrów określono poziomy ryzyka przedstawione w Tabeli 53.

Tabela 53. Oszacowanie poziomu ryzyka wystąpienia, ołowiu w odtłuszczonego mleka w proszku

Lp.	Rok	n	Poziom ryzyka oraz % próbek przekraczających wartość 0,25 / 0,5 NDZ/NDP	
			Pb	
1	2018	100	N	3%

3.3. Podsumowanie i rekomendacje

W podsumowaniu wyników uzyskanych na podstawie przeprowadzonych badań odtłuszczonego mleka w proszku wyprodukowanego w roku 2018 należy stwierdzić, że obecność substancji skażających była na niskim poziomie stężeń. Oszacowane w oparciu o przyjęte kryteria ryzyko wystąpienia substancji skażających było niskie dla badanych zanieczyszczeń.

W tabeli 54 przedstawiono zbiorczą informację odnośnie uzyskanych wyników, poziomu ryzyka wystąpienia substancji skażających oraz występowania przekroczeń maksymalnych dopuszczalnych zawartości.

Tabela 54. Substancje skażające w odtłuszczonego mleka w proszku z roku 2018 oraz poziom ryzyka przekroczenia wartości dopuszczalnych (NDZ)

Parametr	Jednostka	Zawartość		NDZ	Poziom ryzyka	Przekroczenia
		min	max			
Ołów	mg/kg	<0,001	0,007	0,02	N	Nie

Rekomendacje:

- Ze względu na niskie zawartości ołowiu oraz oszacowane niskie ryzyko występowania przekroczeń dopuszczalnych zawartości tej substancji nie jest uzasadniona konieczność prowadzenie kontroli jej obecności we wszystkich partiach odtłuszczonego mleka w proszku.

4. Póltusze wieprzowe

4.1. Substancje skażające w póltuszach wieprzowych

W pobranych do badań 1000 próbkach mięsa wieprzowego wyprodukowanego w roku 2018 oznaczono zawartość pozostałości leków

weterynaryjnych, metali ciężkich oraz dibenzo-*p*-dioksyn, dibenzofuranów oraz polichlorowanych bifenyli.

4.2. Zawartość metali ciężkich w półtuszach wieprzowych z roku 2018

Uzyskane wyniki zawartości kadmu i ołowiu w próbkach półtuszy wieprzowych w roku 2018 roku przedstawiono w Tabeli 55. Na podstawie zebranych danych można stwierdzić, że:

- Zawartość ołowiu wahała się od <0,020 mg/kg do 0,029 mg/kg; średnio 0,015 mg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości dla ołowiu, wynoszącej 0,1 mg/kg. Najwyższa oznaczona zawartość ołowiu w mięsie wieprzowym wynosiła 29% najwyższej dopuszczalnej zawartości.
- Przeciętne zawartości ołowiu były około 10 krotnie niższe w porównaniu do najwyższej dopuszczalnej zawartości.
- Zawartość kadmu wahała się od <0,003 mg/kg do 0,008 mg/kg; średnio 0,003 mg/kg. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia najwyższej dopuszczalnej zawartości dla kadmu, wynoszącej 0,05 mg/kg. Najwyższa oznaczona zawartość kadmu w mięsie wieprzowym wynosiła 16% najwyższej dopuszczalnej zawartości.

Tabela 55. Zawartość kadmu i ołowiu w półtuszach wieprzowych z roku 2018

Rok	Pierwiastek	n	Próbek >LOQ	Zawartość, mg/kg			NDZ mg/kg	Próbek $\geq 0,25$ NDZ	Próbek $\geq 0,5$ NDZ	Maksymalny % NDZ
				min	max	Średnia*				
2018	Kadm	49	29	<0,003	0,008	0,003	0,05	0	0	16%
2018	Ołów	49	16	<0,020	0,029	0,015	0,1	7	0	29%

* wartości średnie obliczono jako środkowa granica oznaczenia, tj. w przypadku próbek, dla których wynik oznaczenia wynosił poniżej granicy oznaczalności do obliczeń przyjęto zawartość wynoszącą połowę wartości granicy oznaczalności

4.2.1. Zawartość antybiotyków w półtuszach wieprzowych z roku 2018

W oparciu o uzyskane wyniki badań obecności antybiotyków w półtuszach wieprzowych stwierdzono:

- Żadna z badanych próbek mięsa wieprzowego testem przesiewowym (n=1000) nie zawierała pozostałości badanych substancji farmakologicznie czynnych w stężeniach powyżej granicy wykrywalności metody.
- Żadna z badanych próbek mięsa wieprzowego metodą przesiewową (LC/MS/MS) (n=50) nie zawierała pozostałości badanych substancji farmakologicznie czynnych w stężeniach powyżej granicy oznaczalności metody.

4.2.2. Zawartość dioksyn i PCB w półtuszach wieprzowych z roku 2018

Uzyskane wyniki zawartości badanych 17 kongenerów dioksyn i furanów oraz 18 chlorobifenyli przedstawia Tabela 56. W większości z badanych próbek stwierdzono obecności badanych PCDD/F i PCB w stężeniach powyżej granicy oznaczalności. Obliczone wartości ekwiwalentu toksyczności dioksyny (TEQ) wyrażone jako górna granica oznaczenia (Tabela 57, 58) były w 28 z 50 badanych próbek wyższe niż wartość NDP (suma dioksyn i chlorobifenyli). Nie stwierdzono występowania przekroczeń dopuszczalnych najwyższych zawartości. Maksymalna zawartość dioksyn i chlorobifenyli spośród badanych próbek wyniosła 0,89 pg TEQ/g tłuszczu (0,78 i 0,11 odpowiednie dla PCDD/F i PCB) co stanowiło około 71% wartości NDP. W tym jednym przypadku stężenie dioksyn było wyższe niż wartości wskazane jako progi podejmowania działań wg Zalecenia Komisji Europejskiej 2013/711/UE (0,75 pg/g TEQ dla PCDD/F i 0,5 pg/g TEQ DL-PCB).

Tabela 56. Zawartość dioksyn i polichlorowanych bifenyli w badanych próbkach mięsa wieprzowego

Związek	Zawartość pg/g lub ng/g dla ICES-6				
	Min	Max	Mediana	Średnia	SD
2,3,7,8-TCDD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,3,7,8-PeCDD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,00	0,22	0,00	0,01	0,04
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,00	0,22	0,00	0,02	0,05
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,00	0,17	0,00	0,01	0,04
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,00	87,00	1,57	3,26	12,70
OCDD	0,00	17,05	2,91	2,91	3,18
2,3,7,8-TCDF	0,00	5,71	0,53	0,68	0,96
1,2,3,7,8-PeCDF	0,00	0,10	0,00	0,01	0,02
2,3,4,7,8-PeCDF	0,00	0,17	0,00	0,01	0,04
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,00	0,57	0,00	0,04	0,12
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,00	0,34	0,00	0,02	0,07
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,00	0,44	0,00	0,02	0,09
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,00	0,29	0,00	0,01	0,05
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,00	5,40	1,44	1,56	1,61
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,00	1,61	0,00	0,04	0,24
OCDF	0,00	3,40	0,31	0,83	0,95
Suma PCDD/F	0,00	90,83	8,59	9,43	14,23
PCB 77	0,00	18,18	4,36	4,98	5,56
PCB 81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 126	0,00	0,89	0,00	0,06	0,21
PCB 169	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 105	0,00	55,10	10,63	11,31	13,38
PCB 114	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 118	0,00	258,79	46,43	46,69	51,45
PCB 123	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 156	0,00	40,15	0,00	3,58	7,97
PCB 157	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 167	0,00	16,70	0,00	0,36	2,46
PCB 189	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma DL-PCB	0,00	377,87	59,69	66,98	76,45
PCB 28	0,00	0,59	0,15	0,14	0,15
PCB 52	0,00	0,47	0,06	0,11	0,13
PCB 101	0,00	0,89	0,00	0,08	0,15
PCB 138	0,00	0,69	0,00	0,06	0,12
PCB 153	0,00	0,80	0,00	0,11	0,16
PCB 180	0,00	0,24	0,00	0,01	0,05
SUMA 6 PCB	0,00	3,65	0,39	0,52	0,67

Tabela 57. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ oraz ICES-6 w badanych próbkach mięsa wieprzowego z 2018. Wyniki przedstawiono jako dolna granica oznaczenia

Związek	Parametr	
	n	46
PCDD/F-TEQ	Min	0,0000
	Max	0,6340
	Mediana	0,1110
	Średnia	0,1161
	SD	0,1282
DL-PCB-TEQ	Min	0,0000
	Max	0,0896
	Mediana	0,0025
	Średnia	0,0087
	SD	0,0213
PCDD/F + DL-PCB TEQ	Min	0,0000
	Max	0,6376
	Mediana	0,1221
	Średnia	0,1248
	SD	0,1316
ICES-6	Min	0,0000
	Max	3,6500
	Mediana	0,3850
	Średnia	0,5191
	SD	0,6725

Tabela 58. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ oraz ICES-6 w badanych próbkach mięsa wieprzowego z roku 2018. Wyniki przedstawiono jako górna granica oznaczenia

Związek	Parametr	
	n	46
PCDD/F-TEQ	Min	0,1581
	Max	0,7796
	Mediana	0,2581
	Średnia	0,2656
	SD	0,1220
	próbek > 0,25 NDZ	24
	próbek > 0,5 NDZ	2
	próbek > NDZ	0
DL-PCB-TEQ	Min	0,1132
	Max	0,1525
	Mediana	0,1148
	Średnia	0,1171
	SD	0,0076
PCDD/F + DL-PCB TEQ	Min	0,2713
	Max	0,8956
	Mediana	0,3764
	Średnia	0,3827
	SD	0,1235
	próbek > 0,25 NDZ	28
	próbek > 0,5 NDZ	1
	próbek > NDZ	0,0000

Tabela 58 cd. Ekwiwalent toksyczności dioksyny PCDD/F i PCB TEQ oraz ICES-6 w badanych próbkach mięsa wieprzowego z roku 2018. Wyniki przedstawiono jako górna granica oznaczenia

Związek	Parametr	
	n	46
ICES-6	Min	0,6000
	Max	3,6500
	Mediana	0,7300
	Średnia	0,8865
	SD	0,5043
	próbek >0,25 NDP	0
	próbek >0,5 NDP	0
	próbek >NDP	0

*Wartości NDP wynoszą 1, 1,25 pg TEQ/g tłuszczu i 40 ng/g tłuszczu odpowiednio dla PCDD/F, sumy PCDD/F i PCB oraz ICES-6. Wartości NDP odnoszą się do wyników wyrażonych jako górna granica oznaczenia

4.3. Analiza ryzyka

W odniesieniu do badanych substancji skażających, na podstawie uzyskanych wyników badań i w oparciu o przyjęte kryteria przeprowadzono analizę ryzyka ich występowania w półtuszach wieprzowych.

W odniesieniu do badanych parametrów określono poziomy ryzyka przedstawione w Tabeli 59.

Tabela 59. Oszacowanie poziomu ryzyka wystąpienia pozostałości antybiotyków, metali ciężkich oraz dioksyn i furanów w półtuszach wieprzowych

Lp.	Rok	n	Poziom ryzyka oraz % próbek przekraczających wartość 0,25 / 0,5 NDZ/NDP											
			Antybiotyki		Kadm		Ołów		PCDD/F		PCDD/F + DL-PCB		ICES-6	
1	2018	1000	N	15%	N/D		N/D		N/D		N/D		N/D	
2	2018	100	N/D		N	0%	N	14%	N/D		N/D		N/D	
3	2018	50	N/D		N/D		N/D		S	52%	S	61%	N	0%

4.4. Podsumowanie i rekomendacje

W podsumowaniu wyników uzyskanych na podstawie przeprowadzonych badań półtuszy wieprzowych wyprodukowanych w roku 2018 należy stwierdzić, że obecność substancji skażających była na niskim poziomie stężeń. Oszacowane w oparciu o przyjęte kryteria ryzyko wystąpienia substancji skażających było niskie dla wszystkich badanych zanieczyszczeń. W wyniku

przeprowadzonych analiz w żadnym przypadku nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości substancji skażających. Pozwala to przypuszczać i zweryfikować dane, że polska wieprzowina jest bezpieczna pod względem zanieczyszczeń. Przeprowadzona ilość analiz, ich zakres, skala a także losowość doboru próbek, w zależności od dostawcy i różnych partii stanowi cenną bazę danych, mogących w sposób naukowy potwierdzać bezpieczeństwo produkowanej żywności oraz tej umieszczanej na „Platformie Żywnościowej”.

W Tabeli 60 przedstawiono zbiorczą informację odnośnie uzyskanych wyników, poziomu ryzyka wystąpienia substancji skażających oraz występowania przekroczeń maksymalnych dopuszczalnych zawartości/pozostałości.

Tabela 60. Substancje skażające w mięsie wieprzowym z roku 2018 oraz poziom ryzyka przekroczenia wartości dopuszczalnych (NDZ/NDP)

Parametr	Jednostka	Zawartość		NDZ/NDP*	Poziom ryzyka	Przekroczenia
		min	max			
Antybiotyki	mg/kg				N	Nie
Kadm	mg/kg	<0,003	0,008	0,05	N	Nie
Ołów	mg/kg	<0,020	0,029	0,1	N	Nie
PCDD/F + PCB	pg/g TEQ	0,27	0,89	1,25*	N	Nie

Rekomendacje:

- Ze względu na niskie zawartości metali ciężkich oraz oszacowane niskie ryzyko występowania przekroczeń dopuszczalnych zawartości tych substancji nie jest uzasadnione prowadzenie kontroli ich obecności we wszystkich partiach półtuszy wieprzowych.
- Ze względu na niskie zawartości dioksyn oraz polichlorowanych bifenyli oraz oszacowane niskie ryzyko występowania przekroczeń dopuszczalnych zawartości tych substancji nie jest uzasadnione prowadzenie kontroli ich obecności we wszystkich partiach półtuszy wieprzowych. Niemniej obecność próbek dla których oznaczone wartości stężeń przekraczają wartości wskazane jako tzw. progi dochodzenia istnieje potrzeba monitorowania poszczególnych dostawców.

- Ze względu na nieoznaczalne pozostałości antybiotyków oraz oszacowane niskie ryzyko występowania przekroczeń dopuszczalnych zawartości tych substancji nie jest uzasadnione prowadzenie kontroli ich obecności we wszystkich partiach półtuszy wieprzowych.

Kompleksowy i stały monitoring w zakresie badanych substancji skażających, tj. dioksyn, pozostałości po lekach, tj. antybiotykach oraz metalach ciężkich nie jest warunkiem niezbędnym dla tuczników hodowanych w ramach krajowej produkcji rolnej.

Proponuje się jednak okresowe, np. 5-10 sztuk z jednej partii w ciągu roku, sprawdzanie pod kątem obecności lub pozostałości antybiotyków dla potwierdzenia bezpieczeństwa żywnościowego artykułów zamieszczonych na platformie.

Ze względu na brak szczegółowych danych zaleca się okresowe sprawdzanie, np. 5-10 sztuk tuszy tuczników importowanych, niewyprodukowanych w polskich warunkach środowiskowych z jednej partii w ciągu roku, pod kątem obecności lub pozostałości antybiotyków.

V. LITERATURA

1. Atanasova-Penichon V., Barreau C., Richard-Forget F. Antioxidant secondary metabolites in cereals: Potential involvement in resistance to *Fusarium* and mycotoxin accumulation. *Front Microbiol* 2016, 7, 566
2. Bebbber D.P., Ramotowski M.A.T., Gurr S.J. Crops pests and pathogens move polewards is a warming word. *Nat. Clim. Change* 2013, 3, 985-988
3. Bryła M., Waśkiewicz A., Ksieniewicz-Woźniak E., Szymczyk K., Jędrzejczak R. Modified *Fusarium* mycotoxins in cereals and their products - Metabolism, occurrence, and toxicity: An Updated Review. *Molecules* 2018, 23, 963
4. Bryła M., Waśkiewicz A., Podolska G., Szymczyk K., Jędrzejczak R., Damaziak K., Sułek A. Occurrence of 26 mycotoxins in the grain of cereals cultivated in Poland. *Toxins* 2016, 8, 160
5. Czerwiecki L., Jędrzejczak R. Nowoczesne metody analityczne w służbie bezpieczeństwa żywności. *Prace Inst. Lab. Bad Przem. Spoż.* 2010, 65, 140-150
6. EC (European Commission). Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions—Adapting to climate change in Europe—Options for EU action, 2007, 849, Brussels, Belgium.
Available online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52007DC0354>
7. EFSA. Scientific Report of EFSA. Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 2012a, 10(1), 2551, ss. 37
8. EFSA. Scientific Report of EFSA. Lead dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 2012b, 10(7), 2831, ss. 59
9. Ferrigo D., Raiola A., Causin R. *Fusarium* Toxins in Cereals: Occurrence, Legislation, Factors Promoting the Appearance and Their Management. *Molecules* 2016, 21, 627
10. Główny Urząd Statystyczny (GUS) Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2014, 2016

11. Ibáñez-Vea M., Lizarraga E., González-Peñas E., López de Cerain A. Co-occurrence of type-A and type-B trichothecenes in barley from a northern region of Spain. *Food Control* 2012, 25, 81–88
12. Jędrzejczak R. Występowanie metali toksycznych w zbożach. XXXIV Konferencji w Krynicy Morskiej „Jakość surowca warunkiem jakości produktu finalnego”. Mat. Konf. 2013, 33-37
13. Jia H., Zhou J., Xue S., Li G., Yan H., Ran C., Zhang Y., Shi J., Jia L., Wang X., Luo J., Ma Z. A journey to understand wheat Fusarium head blight resistance in the Chinese wheat landrace Wangshuibai. *Crop J.* 6 2018, 1, 48-59
14. Juan C., Covarelli L., Beccari G., Colasante V., Mañes J. Simultaneous analysis of twenty-six mycotoxins in durum wheat grain from Italy. *Food Control* 2016, 62, 322-329
15. Kubiak M. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) - ich występowanie w środowisku i żywności. *Probl Hig Epidemiol* 2013, 94(1), 31-36
16. Lenc L., Czecholiński G., Wyczling D., Turów T., Kaźmierczak A. Fusarium head blight (FHB) and Fusarium spp. on grain of spring wheat cultivars grown in Poland. *J. Plant Prot. Res.* 2015, 55, 266-267
17. McMullen M., Bergstrom G., De Wolf E. i in. A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: Fusarium head blight. *Plant Dis.* 2012, 96, 1712-1728
18. Mesterhazy A. Role of deoxynivalenol in aggressiveness of Fusarium graminearum and F. culmorum and in resistance to Fusarium head blight. *Eur. J. Plant Pathol.* 2002, 108, 675-684
19. Peraica M., Flajs D., Domijan A.-M., Ivić D., Cvjetković B. Ochratoxin A Contamination of Food from Croatia. *Toxins* 2010, 2, 2098-2105
20. PN-EN 15662:2008 Żywność pochodzenia roślinnego. Oznaczanie pozostałości pestycydów metodą GC/MS i/lub LC-MS(MS) po uprzedniej ekstrakcji i rozdzieleniu acetonitrylem oraz oczyszczaniu metodą dyspersyjnej SPE – Metoda QuEChERS.

21. PN-EN ISO/IEC 17025+Ap1:2007 Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących
22. PN-EN 16215:2012 Pasze. Oznaczanie dioksyn i dioksynopodobnych PCB metodą GC-HRMS oraz wskaźnikowych PCB metodą HR-MS
23. Raport tematyczny nr 1 IERiGŻ. Analiza rynku rolno-spożywczego w Polsce wraz z rekomendacjami produktów, które mogą być przedmiotem obrotu handlowego na Platformie Żywnościowej
24. Roszko M., Szymczyk K. Determination of pesticides in cereal products by gas chromatography and ion trap mass spectrometry (GC-ITMS). *Chemia Analityczna* (Warsaw), 2009, 54, 1445-1464
25. Roszko M., Szymczyk K. Pozostałości pestycydów w żywności. *Przem. Spoż.*, 2010, 6, 24-32
26. Roszko M., Szymczyk K., Jędrzejczak R. influence of hen breeding type on PCDD/F, PCB & PDBE levels in eggs. *Science of the Total Environment* 2014, 487, 279-289
27. Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 37/2010 z dnia 22 grudnia 2009 r. w sprawie substancji farmakologicznie czynnych i ich klasyfikacji w odniesieniu do maksymalnych limitów pozostałości w środkach spożywczych pochodzenia zwierzęcego. *Dz.U. UE L 15/1* z 20.1.2010
28. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1126/2007 z dnia 28 września 2007 zmieniające rozporządzenie (WE) Nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do toksyn *Fusarium* w kukurydzy i produktach z kukurydzy. *Dz.U. UE L255/14* z 29.9.2007
29. Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych. *Dz.U. UE L 215/4* z 20.8.2011
30. Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 roku ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. *Dz.U. UE L 364* z 20.12.2006

- 31.** Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 277/2012 z dnia 28 marca 2012 r. zmieniające załączniki I i II dyrektywy 2002/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do maksymalnych poziomów i progów podejmowania działań w przypadku dioksyn i polichlorowanych bifenyli. Dz.U. UE L 91/1 z 29.3.2012
- 32.** Rozporządzenie (WE) Nr 396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 lutego 2005 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów w żywności i paszy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz na ich powierzchni, zmieniające dyrektywę Rady 91/414/EWG. Dz.U. UE L 70/1 z 16.3.2005
- 33.** Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1259/2011 z dnia 2 grudnia 2011 zmieniające rozporządzenie (WE) Nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów dioksyn, polichlorowanych bifenyli o działaniu podobnym do dioksyn i polichlorowanych bifenyli o działaniu niepodobnym do dioksyn w środkach spożywczych. Dz.U. UE L 320/18 z 3.12.2013
- 34.** Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 333/2007 z dnia 28 marca 2007 r. ustanawiające metody pobierania próbek i metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo(a)pirenu w środkach spożywczych. Dz.U. UE L 88/29 z 29.3.2007
- 35.** Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 519/2014 z dnia 16 maja 2014 r. zmieniające rozporządzenie (WE) Nr 401/2006 w odniesieniu do metody pobierania próbek z dużych partii, przypraw i suplementów żywnościowych, kryteriów skuteczności dla toksyn T-2, HT-2 i cytryniny oraz przesiewowych metod analizy. Dz.U. UE L 147/29 z 17.5.2014
- 36.** Rozporządzenie Komisji (UE) 252/2012 z dnia 21 marca 2012 ustanawiające metody pobierania i analizy próbek do celów urzędowej kontroli poziomów dioksyn, dioksynopodobnych polichlorowanych bifenyli i nie dioksynopodobnych polichlorowanych bifenyli w niektórych środkach spożywczych oraz uchylające Rozporządzenie (WE) Nr 1883/2006. Dz.U. UE L 84/1 z 23.3.2012

37. SANTE/11813/2017 21-22 November 2017 Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed. EC 2017
38. Simsek S., Burgess K., Whitney K.L., Gu Y., Qian S.Y. Analysis of deoxynivalenol and deoxynivalenol-3-glucoside in wheat. *Food Control* 2012, 26, 287-292
39. Stanisławczyk R., Rudy M., Świątek B. The occurrence of mycotoxins in cereals and cereal products present in retail outlets in the province of Podkarpacie. *Food. Sci. Technol. Qual.* 2010, 6, 58-66
40. Stuper-Szablewska K., Perkowski J. Contamination of wheat grain with microscopic fungi and their metabolites in Poland in 2006-2009. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2014, 21, 505-509
41. Xu, X.-M., Nicholson, P., Thomsett, M.A. I in. Relationship between the fungal complex causing Fusarium head blight of wheat and environmental conditions. *Phytopathology* 2008, 98, 69-78
42. Zalecenia Komisji 2013/711/UE z dnia 3 grudnia 2013 r. w sprawie ograniczenia obecności dioksyn, furanów i polichlorowanych bifenyli (PCB) w paszy i żywności. Dz.U. UE L 323/37 z 4.12.2013