



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

WYSTĘPOWANIE ALKALOIDÓW TROPANOWYCH W ZIARNIE PROSA I SORGO ze zbiorów 2024 r.

Badania zrealizowane w ramach Zadania 2. „Ocena wpływu nowych regulacji Komisji Europejskiej w zakresie zanieczyszczeń żywności na ryzyko w obrocie handlowym surowcami rolnymi i żywnością” realizowanego na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

WYSTĘPOWANIE ALKALOIDÓW TROPANOWYCH W ZIARNIE PROSA I SORGO ze zbiorów 2024 r.

Autorzy: dr hab. inż. Marcin Bryła, prof. IBPRS–PIB
dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS–PIB
mgr inż. Joanna Kanabus
mgr inż. Dominik Drewnowski
mgr inż. Daria Padewska
inż. Izabela Zalewska
mgr inż. Magdalena Ziółkowska
inż. Magdalena Szczepańska
mgr inż. Angelika Kosowska
mgr inż. Weronika Orzechowska
inż. Magdalena Beczek
dr Krystyna Szymczyk
dr inż. Olga Świder
dr Agata Żak–Kułakowicz
dr Krystyna Leśnowolska–Wnuczek

Zakład Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno–Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego –
Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa, grudzień 2024 r.

1. Wprowadzenie

Zapewnienie dostępu do wysokiej jakości lokalnej żywności stanowi jeden z priorytetów Komisji Europejskiej na lata 2024–2029 w obszarze troski o jakość życia w Europie. Bezpieczeństwo żywności jest kluczowym wyznacznikiem jej jakości, stąd bazując na danych naukowych oraz stosownych ekspertyzach KE wdraża i aktualizuje regulacje w zakresie bezpieczeństwa żywności obowiązujące w państwach członkowskich. Mając na celu ochronę zdrowia konsumentów wymagania w odniesieniu do obecności zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych w żywności stają się coraz bardziej restrykcyjne. Jednym z przykładów zaostżenia przepisów prawa żywnościowego było wprowadzenie Rozp. Komisji (UE) 2021/1408 z dnia 27 sierpnia 2021 r. zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów alkaloidów tropanowych w niektórych środkach spożywczych (obowiązywało do 24 maja 2023 r.). W dokumencie tym określono najwyższe dopuszczalne poziomy atropiny i skopolaminy w ziarnach gryki, prosa, sorgo i kukurydzy oraz produktach ich przetwórstwa. Przed wejściem w życie Rozp. Komisji (UE) 2021/1408 najwyższe dopuszczalne poziomy atropiny i skopolaminy były prawnie określone jedynie dla niektórych produktów zbożowych dla niemowląt i małych dzieci zgodnie z Rozp. Komisji (UE) 2016/239 z dnia 19 lutego 2016 r. zmieniającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów alkaloidów tropanowych w niektórych produktach zbożowych dla niemowląt i małych dzieci. Wcześniej (tj. przed marcem 2016 r.), w zakresie występowania opisywanych substancji w żywności obowiązywało jedynie Zalecenie Komisji (UE) 2015/976 z dnia 19 czerwca 2015 r. w sprawie monitorowania obecności alkaloidów tropanowych w żywności.

Aktualnie obowiązujące regulacje prawne w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów alkaloidów tropanowych – atropiny i skopolaminy – zawarto w Rozporządzeniu Komisji (UE) 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006. Najwyższe dopuszczalne poziomy sumy zawartości atropiny i skopolaminy w nieprzetworzonych ziarnach zbóż i produktach na bazie zbóż przedstawiono w Tabeli 1. Poza wymienionymi środkami spożywczymi Rozp. Komisji (UE) 2023/915 uwzględnia najwyższe dopuszczalne poziomy sumy atropiny i skopolaminy dla herbatek ziołowych.

Tabela 1. Najwyższy dopuszczalny poziom alkaloidów tropanowych w ziarnach zbóż i wybranych produktach zbożowych wg Rozp. Komisji (UE) 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylającego rozporządzenie (WE) nr 1881/2006.

| Najwyższy dopuszczalny poziom (µg/kg) - suma atropiny i skopolaminy | |
|---|-----|
| Nieprzetworzone ziarna prosa i ziarna sorgo | 5,0 |
| Nieprzetworzone ziarna kukurydzy | 15 |
| Nieprzetworzone ziarna gryki | 10 |
| Kukurydza do prażenia Proso, sorgo i kukurydza wprowadzane do obrotu z przeznaczeniem dla konsumenta końcowego Produkty mielenia prosa, sorgo i kukurydzy | 5,0 |
| Gryka wprowadzana do obrotu z przeznaczeniem dla konsumenta końcowego Produkty mielenia gryki | 10 |

2. Identyfikacja substancji skażających

Alkaloidy tropanowe stanowią grupę wtórnych metabolitów niektórych gatunków roślin, a ich biosynteza jest efektem mechanizmu obronnego roślin przez szkodnikami. Związki te są charakterystyczne dla roślin należących do rodzin *Solanaceae*, *Proteaceae*, *Rhizophoraceae* oraz *Erythroxylaceae*, które mogą rosnąć jako chwasty w uprawach zbóż, stąd istnieje ryzyko zanieczyszczenia ziaren zbóż przez ziarna roślin zawierających alkaloidy tropanowe podczas zbiorów. W 2018 r. EFSA opublikował szczegółową ocenę ostrego narażenia populacji europejskiej na alkaloidy tropanowe w żywności podkreślając, że ich obecność, w szczególności atropiny i skopolaminy, stanowi zagrożenie dla zdrowia. Zagrożenie to jest w szczególności związane ze spożyciem produktów na bazie prosa, sorgo, gryki i kukurydzy, ponieważ oddzielenie zanieczyszczeń w postaci nasion gatunków zawierających alkaloidy tropanowe od ziaren wymienionych zbóż poprzez sortowanie i czyszczenie jest (w przeciwieństwie do innych zbóż) trudne do osiągnięcia. Dla zminimalizowania ryzyka zanieczyszczenia upraw istotne jest więc stosowanie dobrych praktyk rolniczych i technik zbiorów.

3. Metodyka badań

3.1. Liczba próbek do badań

W ramach programu badań realizowanego w Zakładzie Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności IBPRS–PIB zgromadzono 14 próbek ziarna prosa oraz 13 próbek ziarna sorgo. próbki pozyskano bezpośrednio od rolników z różnych rejonów Polski. Produkty spożywcze na bazie prosa i sorgo pochodziły z krajowego rynku detalicznego.

4. Wyniki badań, analiza ryzyka i rekomendacje

4.1. Ziarno prosa

Spośród badanych próbek ziarna prosa atropinę i skopolaminę wykryto w jednej próbce, co stanowi 7%. Suma badanych alkaloidów tropanowych wynosiła maksymalnie 2,02 µg/kg. Obliczona średnia zawartość atropiny i skopolaminy w ziarnie prosa, z uwzględnieniem wartości 0,5*LOD dla próbek o zawartości <LOD, była równa 0,25 µg/kg (Tabela 2).

Tabela 2. Zawartość alkaloidów tropanowych w ziarnie prosa

| Zboże | substancja | n badanych | n pozytywnych | % pozytywnych | min | max | mediana | średnia* |
|---|--------------------------|------------|---------------|---------------|-------|------|---------|----------|
| | | | | | µg/kg | | | |
| proso | atropina | 14 | 1 | 7 | <LOD | 1,64 | <LOD | 0,16 |
| | skopolamina | | 1 | 7 | <LOD | 0,38 | <LOD | 0,08 |
| | atropina + skopolamina** | | 1 | 7 | <LOD | 2,02 | <LOD | 0,25 |
| LOD (granica detekcji)=0,1 µg/kg (atropina), LOD=0,12 µg/kg (skopolamina), n - liczba próbek | | | | | | | | |
| *do wyliczenia średniej dla wartości <LOD przyjęto wartość 0,5LOD | | | | | | | | |
| **atropina + skopolamina – próbki, w których obecna była przynajmniej jedna z badanych substancji | | | | | | | | |

Wśród próbek produktów spożywczych na bazie prosa znalazły się kasze jaglane (5), płatki jaglane (3) i mąki jaglane (4). Podobnie jak w przypadku badanych ziaren prosa – skopolamina była wykrywana tak samo często jak atropina. Odsetek próbek, w których wykryto przynajmniej jedną z badanych substancji był równy 25%. Maksymalne zawartości każdej z badanych substancji były znacznie wyższe niż NDZ ustalona dla sumy obu z nich, która wynosi 5 µg/kg. Średnia zawartość sumy atropiny i skopolaminy w badanych produktach była równa 4,35 µg/kg (Tabela 3).

Tabela 3. Zawartość alkaloidów tropanowych w produktach spożywczych na bazie prosa

| Produkty spożywcze | substancja | n badanych | n pozytywnych | % pozytywnych | min | max | mediana | średnia* |
|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|-------|-----|---------|----------|
| | | | | | µg/kg | | | |

| | | | | | | | | |
|---|--------------------------|----|---|-----|------|-------|------|------|
| produkty na bazie prosa | atropina | 12 | 3 | 25% | <LOD | 30,63 | <LOD | 2,64 |
| | skopolamina | | 3 | 25% | <LOD | 19,6 | <LOD | 1,71 |
| | atropina + skopolamina** | | 3 | 25% | <LOD | 50,23 | <LOD | 4,35 |
| LOD (granica detekcji)=0,1 µg/kg (atropina), LOD=0,12 µg/kg (skopolamina), n - liczba próbek | | | | | | | | |
| *do wyliczenia średniej dla wartości <LOD przyjęto wartość 0,5*LOD | | | | | | | | |
| **atropina + skopolamina – próbki, w których obecna była przynajmniej jedna z badanych substancji | | | | | | | | |

Najwyższa dopuszczalna zawartość (NDZ) sumy atropiny i skopolaminy określona w Rozp. Komisji (UE) 2023/915 dla nieprzetworzonych ziaren prosa i produktów na bazie prosa jest równa 5 µg/kg. W przypadku ziaren prosa w żadnej z badanych próbek zawartość opisywanych alkaloidów tropanowych nie była wyższa lub równa wartości NDZ lub 0,5NDZ. Jedna próbka (7%) zawierała badane substancje na poziomie $\geq 0,25NDZ$. Maksymalna zawartość atropiny i skopolaminy w badanych ziarnach prosa stanowiła 40% NDZ. Spośród badanych produktów na bazie prosa jedna próbka – ekologiczne płatki jaglane – zawierała atropinę i skopolaminę na poziomie ponad 10-krotnie wyższym niż NDZ (50,23 µg/kg; maksymalny % NDZ = 1005%) (Tabela 4).

Tabela 4. Zawartość alkaloidów tropanowych w badanych próbkach ziarna prosa i produktach spożywczych na bazie prosa w stosunku do których określono maksymalne dopuszczalne zawartości.

| Zboże/produkt | n | atropina + skopolamina | | | | | | | max % NDZ |
|-------------------------|----|------------------------|------------|----|---------------|----|----------------|----|-----------|
| | | NDZ [µg/kg] | $\geq NDZ$ | | $\geq 0,5NDZ$ | | $\geq 0,25NDZ$ | | |
| | | | n | % | n | % | n | % | |
| proso | 14 | 5 | 0 | - | 0 | - | 1 | 7% | 40% |
| produkty na bazie prosa | 12 | 5 | 1 | 8% | 1 | 8% | 1 | 8% | 1005% |

NDZ - najwyższa dopuszczalna zawartość, n - liczba próbek

4.2. Ziarno sorgo

Spośród badanych alkaloidów tropanowych atropina była wykrywana częściej (69% próbek o zawartości $\geq LOD$) w porównaniu do skopolaminy (38% próbek o zawartości $\geq LOD$) w badanych próbkach ziarna sorgo. Maksymalne zawartości atropiny i skopolaminy były równe odpowiednio 564,62 i 85,80 µg/kg. Maksymalna zawartość sumy obu substancji (650,42 µg/kg) ponad 130-krotnie przekraczała NDZ ustaloną dla ziarna sorgo na poziomie 5 µg/kg. Średnia zawartość sumy atropiny i skopolaminy w badanych ziarnach sorgo była równa 50,94 µg/kg (Tabela 5).

Tabela 5. Zawartość alkaloidów tropanowych w ziarnie sorgo

| Zboże | substancja | n badanych | n pozytywnych | % pozytywnych | min | max | mediana | średnia* |
|-------|--------------------------|------------|---------------|---------------|-------|--------|---------|----------|
| | | | | | µg/kg | | | |
| sorgo | atropina | 13 | 9 | 69% | <LOD | 564,62 | 0,14 | 44,12 |
| | skopolamina | | 5 | 38% | <LOD | 85,80 | <LOD | 6,81 |
| | atropina + skopolamina** | | 9 | 69% | <LOD | 650,42 | 0,25 | 50,94 |

LOD (granica detekcji)=0,1 µg/kg (atropina), LOD=0,12 µg/kg (skopolamina), n - liczba próbek

*do wyliczenia średniej dla wartości <LOD przyjęto wartość 0,5LOD

**atropina + skopolamina – próbki, w których obecna była przynajmniej jedna z badanych substancji

Produkty spożywcze na bazie sorgo charakteryzowały się znacznie niższymi zawartościami atropiny niż nieprzetworzone ziarna sorgo. Maksymalna zawartość atropiny była równa 0,68 µg/kg. W żadnej z badanych próbek nie wykryto skopolaminy. Średnia zawartość badanych alkaloidów tropanowych w produktach spożywczych na bazie sorgo była równa 0,41 µg/kg (Tabela 6).

Tabela 6. Zawartość alkaloidów tropanowych w produktach spożywczych na bazie sorgo

| Produkty spożywcze | substancja | n badanych | n pozytywnych | % pozytywnych | min | max | mediana | średnia* |
|---|--------------------------|------------|---------------|---------------|-------|------|---------|----------|
| | | | | | µg/kg | | | |
| produkty na bazie sorgo | atropina | 3 | 2 | 67% | <LOD | 0,68 | 0,33 | 0,35 |
| | skopolamina | | 0 | - | <LOD | <LOD | <LOD | 0,06 |
| | atropina + skopolamina** | | 2 | 67% | <LOD | 0,68 | 0,33 | 0,41 |
| LOD (granica detekcji)=0,1 µg/kg (atropina), LOD=0,12 µg/kg (skopolamina), n - liczba próbek | | | | | | | | |
| *do wyliczenia średniej dla wartości <LOD przyjęto wartość 0,5LOD | | | | | | | | |
| **atropina + skopolamina – próbki, w których obecna była przynajmniej jedna z badanych substancji | | | | | | | | |

Najwyższa dopuszczalna zawartość sumy atropiny i skopolaminy określona w Rozp. Komisji (UE) 2023/915 dla nieprzetworzonych ziaren sorgo i produktów na bazie sorgo jest równa 5 µg/kg. W przypadku ziaren sorgo 2 próbki (15%) charakteryzowały się zawartością przekraczającą NDZ (maksymalny % NDZ = 13008%). Spośród badanych produktów na bazie sorgo żadna próbka nie zawierała atropiny i skopolaminy na poziomie $\geq 0,25$ NDZ. Maksymalna zawartość atropiny i skopolaminy w badanych produktach na bazie sorgo stanowiła 14% NDZ (Tabela 7).

Tabela 7. Zawartość alkaloidów tropanowych w badanych próbkach ziarna sorgo i produktach spożywczych na bazie sorgo w stosunku do których określono maksymalne dopuszczalne zawartości.

| Zboże/produkt | n | atropina + skopolamina | | | | | | | |
|---|----|------------------------|------------|-----|----------------|-----|-----------------|-----|-----------|
| | | NDZ [µg/kg] | \geq NDZ | | $\geq 0,5$ NDZ | | $\geq 0,25$ NDZ | | max % NDZ |
| | | | n | % | n | % | n | % | |
| sorgo | 13 | 5 | 2 | 15% | 2 | 15% | 2 | 15% | 13008% |
| produkty na bazie sorgo | 3 | 5 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 14% |
| NDZ - najwyższa dopuszczalna zawartość, n - liczba próbek | | | | | | | | | |

5. Podsumowanie

- Obecność atropiny i/lub skopolaminy stwierdzono w 7% badanych próbek ziarna prosa oraz 25% próbek produktów spożywczych na bazie prosa. Ziarno prosa charakteryzowało się zawartością badanych alkaloidów tropanowych na poziomie stanowiącym maksymalnie 40 % NDZ. W jednej z próbek produktów spożywczych na bazie prosa wykryto atropinę i skopolaminę w stężeniu ponad 10-krotnie wyższym niż NDZ (50,23 µg/kg). Średnia zawartość badanych alkaloidów tropanowych w produktach na bazie prosa była równa 4,35 µg/kg, co jest wartością bliską NDZ określonej na poziomie 5 µg/kg.
- Obecność atropiny i/lub skopolaminy stwierdzono w 69% badanych próbek ziarna sorgo oraz 67% próbek produktów spożywczych na bazie sorgo. Średnia zawartość sumy atropiny i skopolaminy w badanych ziarnach sorgo była równa 50,94 µg/kg, co jest wartością ponad 10-krotnie wyższą niż NDZ (5 µg/kg). Dwie próbki (15%) ziarna sorgo

charakteryzowały się zawartością badanych alkaloidów tropanowych na poziomie przekraczającym NDZ. Maksymalna zawartość sumy obu substancji w ziarnie sorgo (650,42 $\mu\text{g}/\text{kg}$) ponad 130-krotnie przekraczała NDZ.

Spośród badanych produktów na bazie sorgo żadna próbka nie zawierała atropiny i skopolaminy na poziomie $\geq 0,25\text{NDZ}$, a średnia zawartość badanych alkaloidów tropanowych była równa 0,41 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Maksymalna zawartość atropiny i skopolaminy w badanych produktach na bazie sorgo stanowiła 14% NDZ.

- Obecność próbek zawierających badane substancje w stężeniach przekraczających określone w Rozp. Komisji (UE) 2023/915 najwyższe dopuszczalne zawartości wskazuje na konieczność monitorowania wymienionych w Rozporządzeniu gatunków zbóż – gryki, prosa, sorgo i kukurydzy oraz produktów ich przetwórstwa pod względem zawartości alkaloidów tropanowych, w celu zapewnienia bezpieczeństwa konsumentów.



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

ZA

**Zakład
Bezpieczeństwa
i Analizy Chemicznej
Żywności**

Kierownik Zakładu

dr hab. inż. Marcin Bryła, prof. IBPRS – p.o. Kierownika Zakładu

tel. 22 606 38 42

e-mail: marcin.bryla@ibprs.pl

dr Krystyna Szymczyk – Zastępca Kierownika Zakładu

tel. 22 606 38 97

e-mail: krystyna.szymczyk@ibprs.pl