

ZASTOSOWANIE OCENY ORGANOLEPTYCZNEJ DO WSTĘPNEJ IDENTYFIKACJI ZAGROŻEŃ BIOLOGICZNYCH I CHEMICZNYCH W PSZENICY MAKARONOWEJ PRODUKOWANEJ W WARUNKACH LUBELSZCZYZNY

ANNA KIEŁTYKA-DADASIEWICZ¹, LESZEK RACHOŃ¹, ANETA BOBRYK-MAMCZARZ²,
DOROTA JAGIEŁŁO¹, MARTA CZAJKA², AGATA OSIECKA²

¹ *Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin*

² *PZZ LUBELLA GMW Sp. z o.o. Sp. k., ul. Wrotkowska 1, 20-469 Lublin*

Synopsis. Ocena organoleptyczna pozwala wstępnie ocenić występowanie zagrożeń biologicznych oraz ocenić przydatność surowca dla przetwórstwa spożywczego. W latach 2019–2021 oceniono zgodność cech organoleptycznych ziarna kilku odmian pszenicy zwyczajnej i twardej z towarowej produkcji dla przemysłu makaronowego: zapachu, barwy, wilgotności według normy metodycznej PN-R-74013:2012 oraz kontrolę organoleptyczną stosownie do normy PN-R-74013:1970. W 2019 roku nie stwierdzono żadnych niezgodności cech oraz nie zidentyfikowano żadnych zagrożeń, zaś w latach 2020 i 2021 roku stwierdzono zagrożenia związane z obecnością nieswoistego zapachu oraz występowaniem nietypowej barwy ziaren wszystkich badanych odmian pszenicy twardej ('Lupidru' 'Haristide' i 'Floradur'). Stwierdzone nieprawidłowości wskazywały na obecność patogenów grzybowych i sugerowały możliwość wystąpienia mikotoksyn, co zostało w dalszych badaniach potwierdzone. Stwierdzono obecność deoksyniwalenolu oraz toksyny HT2. Potwierdzono tym samym przydatność i skuteczność prawidłowo przeprowadzonej oceny zgodności cech i kontroli organoleptycznej partii pszenicy w identyfikacji zagrożeń związanych z bytowaniem grzybów pleśniowych i w konsekwencji występowaniem mikotoksyn nawet przy ich poziomie nie przekraczającym obowiązujących norm dla surowców spożywczych.

Słowa kluczowe: pszenica zwyczajna, pszenica twarda, mikotoksyny, kwalifikacja surowca.

WSTĘP

Półowa produkcja surowców roślinnych zawsze obarczona jest ryzykiem występowania różnego rodzaju zagrożeń przyczyniających się do obniżenia ich jakości. W przypadku surowców spożywczych występowanie niektórych zagrożeń niedopuszczalnych może przyczynić się do konieczności eliminacji ich jako surowców żywnościowych [Wan i in. 2020, Kowalska i Kowalski 2020].

Istotnym elementem kwalifikacji surowców spożywczych jest kontrola organoleptyczna, umożliwia bowiem wstępną identyfikację zagrożeń biologicznych, czyli niewłaściwych cech organoleptycznych wynikających z bytowania organizmów obcych (wirusów, bakterii) oraz objawy żerowania szkodników. Żywe organizmy oraz pozostałości ich bytowania są niedopuszczalnym składnikiem surowców przeznaczonych na cele spożywcze. Ewidentne uszkodzenia spowodo-

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* anna.kieltyka-dadasiewicz@up.lublin.pl
Praca wykonana w ramach projektu RPLU.01.02.00-06-0030/17 PN

wane przez szkodniki czy organizmy wyższe są łatwo identyfikowalne, natomiast stwierdzenie bytowania mikroorganizmów metodami organoleptycznymi nie zawsze jest proste, zaś toksyczne pozostałości w surowcach po mikroorganizmach, zwłaszcza grzybach pleśniowych, powodują zanieczyszczenie żywności i zagrożenie dla zdrowia konsumentów [Barabaszy i Pikulicka 2017, Kępińska i Biel 2020, Wan i in. 2020].

W ostatnich latach problem mikotoksyn, a przede wszystkim deoksynivalenolu zdaje się narastać i jak sugerują naukowcy zmiany klimatu mogą wręcz powodować wzrost zanieczyszczeń upraw pszenic DON-em w Europie, bowiem poziomy skażenia wzrosły do trzech razy w większości badanych regionów Europy północno-zachodniej w ciągu ostatnich kilku lat [Van der Fels-Klers i in. 2012]. Ponadto jak pokazują Slivkova i in. [2014], badania jakości i parametrów technologicznych odmian pszenicy zwyczajnej wskazują, że nawet pszenice o wysokiej jakości technologicznej mogą zawierać wysokie i niebezpieczne poziomy DON-u. Chcąc ograniczyć powstawanie mikotoksyn należy skupić się na czynnikach sprzyjających występowaniu tych patogenów, m. in. na doborze odmian oraz metodach uprawy. Wykonując podorywkę, a następnie orkę siewną pod pszenicę ozimą oraz przemienną uprawę roślin zbożowych i niezbóżowych można zminimalizować występowanie patogenów grzybowych. Jak podaje Podolska [2013] grzyby z rodzaju *Fusarium* mogą przetrwać w glebie na resztkach poźniowych ponad 5 lat, natomiast zmianowanie roślin skutecznie minimalizuje ich występowanie. Także właściwe przygotowanie materiału siewnego (czyszczenie i zaprawianie), chemiczna ochrona roślin przed chorobami grzybowymi, a także ochrona roślin przed szkodnikami korzystnie wpływają na jakość uzyskanego ziarna [Chełkowski 1985, 1991].

W niniejszej pracy opisano wyniki oceny organoleptycznej plonu kilku odmian pszenicy zwyczajnej i durum pozyskanych z plantacji produkcyjnych, prowadzącej do identyfikacji zagrożeń. Ponadto zweryfikowano otrzymane niezgodności poprzez analizę obecności mikotoksyn.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pozyskano z plantacji prowadzonych w gospodarstwie indywidualnym w Niedzwicy Dużej (51°04' N, 22°21' E) w województwie lubelskim. W gospodarstwie tym od kilku uprawiana jest pszenica z przeznaczeniem na potrzeby przemysłu makaronowego. Badania były realizowane w latach 2019–2021 dla czterech „odmian pszenicy ozimej – 3 odmiany pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*): ‘Laudis’, ‘Patinas’ i ‘Danubius’, 1 odmiana pszenicy twardej (*Triticum durum*) – Lupidur oraz trzech odmian pszenicy jarej – 2 odmiany pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*): ‘Nawra’ i ‘Telimena’, 1 odmiana pszenicy twardej (*Triticum durum*) – ‘Haristide’ w latach 2019–2020 oraz ‘Floradur’ w roku 2021 (tab. 1). Wszystkie gatunki i odmiany pszenicy uprawiano w takich samych warunkach, zgodnie z Kodeksem Dobrej Praktyki Rolniczej stosując wszystkie niezbędne zabiegi uprawowe i ochronne na plantacji.

Oceniono zgodność cech organoleptycznych ziarna: zapach, barwa, wilgotność – wg normy metodycznej PN-R-74013:2012 oraz kontrolę organoleptyczną stosownie do normy PN-R-74013:1970. Badania przeprowadzono dwuetapowo: (1) wstępną ocenę w środkach transportu (przyczepach) bezpośrednio po zbiorze podczas przyjmowania ziarna do magazynu, oraz (2) ocenę reprezentatywnych próbek laboratoryjnych pobranych wg PN-EN ISO 24333.

Stan ogólny oraz jednolitość partii ziarna sprawdzano organoleptycznie, bezpośrednio po zdjęciu plandeki zabezpieczającej ładunek. W pierwszej kolejności zwrócono uwagę czy całość partii ziarna nie wydziela zapachu nieswoistego dla pszenicy. Sprawdzone, czy na wewnętrznych ścianach środków transportu i magazynów nie ma widocznych żywych szkodników ani śladów

Tabela 1. Materiał do badań

Table 1. Research material

Odmiana/Cultivar	Gatunek/Species	Forma/Form
'Laudis'	Pszenica zwyczajna/Common wheat (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	Ozima Winter
'Patinas'		
'Danubis'		
'Lupidur'	Pszenica twarda/Durum wheat (<i>Triticum durum</i>)	
'Nawra'	Pszenica zwyczajna /Common wheat (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	Jara Spring
'Telimena'		
'Haristide' (2019 i 2020) 'Floradur' (2021)	Pszenica twarda/Durum wheat (<i>Triticum durum</i>)	

ich obecności, np. oprzędów motyli. Sprawdzono przez oględziny ziarna z różnych miejsc partii ziarna, czy opady atmosferyczne lub inne niekorzystne warunki transportu nie spowodowały uszkodzenia części partii ziarna oraz czy wygląd ziarna jest jednolity. W różnych miejscach partii ziarna zanurzano rękę w masie ziarna i na podstawie wyczuwanej różnicy między temperaturą ziarna a temperaturą otoczenia, sprawdzono czy nie występuje samozagrzewanie ziarna.

Zapach ziarna sprawdzono dwoma metodami: na sucho i na mokro.

Na sucho – natychmiast po otwarciu opakowania z próbką laboratoryjną, do zsuniętych dłoni, wolnych od obcych zapachów, nabrano możliwie dużą ilość ziarna, kilkakrotnie chuchając i ogrzewając je, i natychmiast z bliska wąchano.

Na mokro – wsypano ziarno do czystej zlewki szklanej o pojemności 250 ml, napełniono ją do połowy wysokości, a następnie zalano wodą o temperaturze 60 do 70°C w taki sposób, aby ziarno było całkowicie zanurzone w wodzie. Zlewkę szklaną przykryto płytką szklaną i odczekano 2 do 3 min. Następnie zdjęto płytkę szklaną, odlano wodę i natychmiast z bliska wąchano ziarno.

Wynik podano według poniższej skali przyjętej zgodnie z normą PN-R-74013:2012:

- **zapach swoisty** (uważany za właściwy dla badanego ziarna);
- **zapach fermentacyjny** (wskazujący na procesy fermentacji octowej, alkoholowej lub mlekowej);
- **zapach stęchlizny** (wskazujący na porażenie ziarna pleśniami);
- **zapach magazynowy**;
- **zapach obcy**, należy określić zapach zgodnie z doznanyim wrażeniem węchowym np. „obcy zapach chemiczny”, „obcy zapach przypominający śledzie” itp.

Sprawdzenie wilgotności ziarna wykonano poprzez dotyk dłonią. Na rękę nabrano odpowiednią ilość ziarna i zaciśnięto w dłoni. Orientacyjnie określono wilgotność na podstawie oporu, jaki stawiają ziarna przy ściskaniu i stopnia wymykania się ziarna między palcami. Wynik badania podano przyjmując poniższą skalę (wg PN-R-74013:2012):

- **ziarno suche**, gdy przy ściskaniu w dłoni wymyka się między palcami, a część ziarna pozostała w dłoni przy mocniejszym ściskaniu stawia opór;
- **ziarno wilgotne**, gdy przy ściskaniu w dłoni nie wymyka się między palcami, a przy mocniejszym ściskaniu wykazuje pewną elastyczność;
- **ziarno mokre**, gdy przy lekkim ściskaniu w dłoni wykazuje elastyczność.

W celu sprawdzenia czystości ziarna z próbki laboratoryjnej wydzielono próbkę do badań: odważono na wadze, z dokładnością ważenia $\pm 0,1$ g, około 150 g tej próbki, rozsypano cienką warstwą na czystej i suchej powierzchni. Badanie przeprowadzono w trzech powtórzeniach dla każdego obiektu. Przegarniano ziarno pincetą i sprawdzano przez oględziny występowanie za-

nieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia lub uciążliwych w przetwarzaniu na produkty konsumpcyjne albo utrudniających przechowywanie ziarna takie jak: przetrwalniki sporyszu, nasiona chwastów toksyczne (np. kąkol) i/lub szkodliwe (np. przytulia czepna), ziarna spleśniałe, ziarna porośnięte oraz w znacznej ilości ziarna innych zbóż, części kłosów oraz zanieczyszczeń trudno usuwalnych. Wynik podano w następujący sposób (wg PN-R-74013:2012):

- **ziarno czyste**, gdy stwierdza się tylko śladową obecność wyżej wymienionych grup zanieczyszczeń;
- **ziarno średnio czyste**, gdy stwierdza się obecność zanieczyszczeń z wielu wyżej wymienionych grup przekraczających ilości śladowe;
- **ziarno zanieczyszczone**, gdy stwierdza się znaczące ilości zanieczyszczeń z wielu wyżej wymienionych grup zanieczyszczeń.

Sprawdzanie obecności szkodników i zanieczyszczeń pochodzenia zwierzęcego w ziarnie - z próbki laboratoryjnej wydzielono próbkę do badań: odważono na wadze, z dokładnością ważenia $\pm 0,1$ g, około 250 g tej próbki. Następnie przesiewano ją przez sito o wymiarach 25×18 cm, opięte siatką drucianą o boku oczek kwadratowych 1 mm, nad arkuszem papieru, dopóki wszystkie elementy próbki mniejsze niż wielkość oczek sita nie zostały przesiane. Następnie przeniesiono uzyskany przesiew na płytkę szklaną i poddano go oględzinom przez szkło powiększające 5 razy. Zwrócono szczególną uwagę na obecność żywych rozkruszków. Złot z sita rozsypano cienką warstwą na równej, ciemnej powierzchni i pozostawiono na 2 min, a następnie uważnie obserwowano czy pomiędzy ziarnami nie widać poruszających się żywych szkodników. Wynik podano w następujący sposób (wg PN-R-74013:2012):

- **w ziarnie występują żywe szkodniki** (zaleca się w miarę możliwości nazwanie wykrytych szkodników);
- **w ziarnie występują zanieczyszczenia pochodzenia zwierzęcego** (należy podać ich rodzaj np. oprzędę motyli, ekskrementy gryzoni);
- podczas wstępnej kontroli **nie wykryto występowania szkodników oraz zanieczyszczeń pochodzenia zwierzęcego**.

Badanie przeprowadzono w trzech powtórzeniach dla każdego obiektu.

Ocena zapachu ziarna po zmieleniu – z próbki laboratoryjnej wydzielono próbkę do badań: odważono na wadze, z dokładnością ważenia $\pm 0,1$ g, około 100 g tej próbki i za pomocą rozdrabniacza laboratoryjnego rozdrobniono. Bezpośrednio po rozdrobnieniu sprawdzono, wachając z bliska, zapach suchego rozdrobnionego ziarna. Następnie wsypano rozdrobnione ziarno do zlewki szklanej o pojemności 250 ml do około $\frac{1}{4}$ jej wysokości, a następnie ostrożnie zalano wodą o temperaturze 60 do 70°C. Zlewkę szklaną przykryto płytką szklaną i pozostawiono na 1 min. Następnie zdjęto płytkę szklaną, zamieszano zawartość bagietką szklaną i natychmiast z bliska wachano. Wynik podano według skali opisanej w pkt. 2.1.

Ocena barwy ziarna – z próbki laboratoryjnej wydzielono próbkę do badań: odważono na wadze, z dokładnością ważenia $\pm 0,1$ g, około 50 g tej próbki. Rozsypano ziarno cienką warstwą na czystej, gładkiej powierzchni i przeprowadzono oględziny nieuzbrojonym okiem przy rozproszonym świetle dziennym. Przegarniano próbkę do badań pincetą i oddzielano ziarna różniące się wyraźnie barwą od barwy większości ziarna oraz ziarna z niejednorodną barwą, zwłaszcza z oznakami wskazującymi na oddziaływanie niekorzystnych czynników atmosferycznych (np. ziarna zadeszczone) lub nieprawidłowe zabiegi technologiczne (np. ziarna z pociemniałym zarodkiem). Następnie zważono wydzielone grupy ziarna i obliczono ich zawartość według wzoru:

$$x = m_n/m_z \times 100\%$$

w którym:

m_n – masa określonej wydzielonej grupy ziarna (g), m_z – masa próbki do badań (g)

- Wynik oceny barwy podano w następujący sposób (wg PN-R-74013:2012):
- **barwa właściwa** dla danego gatunku ziarna, gdy udział żadnej z wydzielonych grup ziarna nie jest większy niż 3%, a łączna zawartość wszystkich wydzielonych grup nie jest większa niż 8%;
 - **barwa niejednolita**, określić rodzaj niejednorodności.
Zwrócono uwagę czy występują zagrożenia związane z nietypową barwą ziarna:
 - obecność w partii ziarna ziaren pociemniałych (na całej powierzchni lub na jej części) wskutek oddziaływania zbyt wysokiej temperatury w czasie suszenia lub rozwoju drobnoustrojów może wskazywać na zagrożenie występowania mikotoksyn lub obniżenie wartości technologicznej;
 - obecność w partii ziarna pszenicy mączystej – o barwie jasnożółtej lub ciemnożółtej, ziarna pszenicy szklistej o barwie ciemnobrązowej może wskazywać na niejednorodność odmianową partii i zróżnicowanie wartości technologicznej ziarna.

W próbkach każdego badanego gatunku i odmiany pszenicy, niezależnie od wyniku oceny organoleptycznej, określona została, metodą LC-MS/MS, zawartość mikotoksyn: aflatoksyny B1, G1, B2 i G2, sumy aflatoksyn, ochratoksyny A, deoksyniwalenolu (DON), zeralenonu (ZEA), T-2, HT-2, niwalenolu (NIV), fusarenonu X 3-acetylodeoksyniwalenolu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przy wstępnej ocenie w środkach transportu nie stwierdzono nieprawidłowości w zakresie stanu ogólnego oraz jednolitości partii materiału dla żadnej z badanych odmian we wszystkich latach badań (tab. 2). W żadnym z przypadków nie stwierdzono zapachu nieswoistego dla pszenicy, samo-zagrzewania ziarna, obecności szkodników żywych ani śladów ich obecności na ścianach środków transportu. Dla każdej z badanych odmian partia ziarna była jednolita, bez uszkodzeń spowodowanych przez niekorzystne warunki transportu.

Tabela 2. Wyniki wstępnej oceny partii materiału w środkach transportu w latach 2019–2021
Table 2. The results of the preliminary evaluation of the batch of material in the means of transport in 2019–2021

Odmiana/ Cultivar	Zapach obcy, nieswoisty/ An alien, unspecific smell	Obecność szkodników na ścianach środka transportu/ Presence of pests on the walls of the vehicle		Uszkodze- nia partii ziarna/ Damage	Samo-za- grzewanie/ Self-he- ating	Jednoli- tość partii ziarna/ Unifor- mity
		żywych/alive,	ślady obecności/ traces of presence			
'Laudis'	-	-	-	-	-	+
'Patinas'	-	-	-	-	-	+
'Danubis'	-	-	-	-	-	+
'Lupidur'	-	-	-	-	-	+
'Nawra'	-	-	-	-	-	+
'Telimena'	-	-	-	-	-	+
'Haristide'*	-	-	-	-	-	+

+ wynik badania pozytywny – stwierdzono obecność badanej cechy/ positive test result – the presence of the tested feature was found

- wynik negatywny – nie stwierdzono obecności badanej cechy/ negative result – no presence of the tested feature was found

*'Floradur' (w 2021 roku/in 2021)

Jakość ziarna wszystkich badanych próbek laboratoryjnych odmian pszenicy zwyczajnej określona metodą organoleptyczną oceniona została pozytywnie. Badane ziarno przy ścisaniu w dłoni wymykało się między palcami, a część ziarna pozostawała w dłoni a przy mocniejszym ścisaniu stawiała opór więc określono je jako suche. Nie stwierdzono obecności szkodników i zanieczyszczeń pochodzenia zwierzęcego. W żadnej próbce ziarna nie stwierdzono zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia lub uciążliwych w przetwarzaniu na produkty konsumpcyjne albo utrudniających przechowywanie ziarna takich jak: przetrwalniki sporyszu, toksyczne i/lub szkodliwe nasiona chwastów, ziaren spleśniałych, porośniętych oraz ziaren innych gatunków zbóż (tab. 3).

Ziarno ze wszystkich próbek pozyskanych w latach 2019 i 2021 cechowało się swoistym zapachem, typowym dla pszenicy, nie stwierdzono zapachu fermentacyjnego, zapachu stęchlizny ani żadnych obcych zapachów (tab. 4).

Jedyną nieprawidłowość w zakresie sprawdzenia jakości ziarna metodą organoleptyczną stwierdzono w przypadku ziarna pszenicy twardej (*durum*) w 2020 r. Dotyczyły one stwierdzenia nieprawidłowego zapachu stęchlizny – w 2020 roku już przy sprawdzaniu jakości próbek w przypadku odmiany ozimej ('Lupidur') na mokro, zaś odmiany jarej ('Haristide') zarówno na mokro jak i na sucho. W 2021 roku nieprawidłowy zapach stęchlizny obu odmian *durum* ('Lupidur' i 'Floradur') stwierdzono przy ocenie organoleptycznej, czyli dopiero po rozdrobieniu ziarna (tab. 5).

Barwę ziarna wszystkich badanych odmian pszenicy w 2019 roku można uznać za właściwą, gdyż udział ziaren różniących się barwą oraz ziaren o niejednolitej barwie nie przekraczał 3%, a łączna zawartość wszystkich wydzielonych grup nie przekraczała więcej niż 8% (tab. 6.). Nie stwierdzono, też w tym roku, zagrożeń związanych z nietypową barwą ziarna tj. obecności ziaren pociemniałych (na całej powierzchni lub na jej części) wskutek oddziaływania zbyt wysokiej temperatury w czasie suszenia lub rozwoju drobnoustrojów, w związku z tym nie podejrzewa się występowania mikotoksyn ani obniżenia wartości technologicznej ziarna.

Tabela 3. Jakość ziarna badan metodą organoleptyczną
Table 3. Grain quality tested by the organoleptic method

Odmiana/ Cultivar	Wilgotność/ Humidity	Czystość/ Purity	Obecności szkodników zanieczyszczeń pochodzenia zwierzęcego/The presence of pests and pollutants of animal origin
'Laudis'	ziarno suche*	ziarno czyste#	-
'Patinas'	ziarno suche	ziarno czyste	-
'Danubis'	ziarno suche	ziarno czyste	-
'Lupidur'	ziarno suche	ziarno czyste	-
'Nawra'	ziarno suche	ziarno czyste	-
'Telimena'	ziarno suche	ziarno czyste	-
'Haristide'*	ziarno suche	ziarno czyste	-

*przy ścisaniu w dłoni wymyka się między palcami, a część ziarna pozostała w dłoni przy mocniejszym ścisaniu stawia opór/when squeezed in the hand, it escapes between the fingers, and the part of the grain remaining in the hand resists when squeezed harder;

stwierdzono tylko śladową obecność wymienionych w metodyce grup zanieczyszczeń/only traces of the groups of pollutants listed in the methodology were found

- wynik negatywny – nie stwierdzono obecności badanej cechy/negative result – no presence of the tested feature was found;

*'Floradur' w 2021 roku/in 2021

- ziarno suche/dry grain; ziarno czyste/purity of grain

Tabela 4. Wyniki oceny zapachu metodą organoleptyczną
Table 4. Smell evaluation results using the organoleptic method

Odmiana/ Cultivar	Na sucho/Dry method			Na mokro/Wet method		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
'Laudis'	swoisty^	swoisty^	swoisty^	swoisty^	swoisty^	swoisty^
'Patinas'	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty
'Danubis'	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty
'Lupidur'	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	stęchliżny	swoisty
'Nawra'	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty
'Telimena'	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty	swoisty
'Haristide'*	swoisty	stęchliżny	swoisty	swoisty	stęchliżny	swoisty

^ uważany za właściwy dla pszenicy *'Floradur' w 2021 roku/considered specific to wheat *'Floradur' in 2021
- swoisty/specific, stęchliżny/mustiness

Tabela 5. Ocena organoleptyczna w zakresie zapachu ziarna po rozdrobnieniu
Table 5. Organoleptic evaluation of the smell of grain after grinding

Odmiana/Cultivar	Zapach po rozdrobnieniu /Smell after grinding		
	2019	2020	2021
'Laudis'	swoisty^	swoisty^	swoisty^
'Patinas'	swoisty	swoisty	swoisty
'Danubis'	swoisty	swoisty	swoisty
'Lupidur'	swoisty	stęchliżny	swoisty
'Nawra'	swoisty	swoisty	swoisty
'Telimena'	swoisty	swoisty	Swoisty
'Haristide'*	swoisty	stęchliżny	swoisty

^ uważany za właściwy dla pszenicy *'Floradur' w 2021 roku/considered specific to wheat
*'Floradur' in 2021
- swoisty/specific, stęchliżny/mustiness

Tabela 6. Ocena organoleptyczna i jednolitości barwy ziarna
Table 6. Organoleptic evaluation and uniformity of grain color

Odmiana/ Cultivar	Udział ziaren (%) Grain share (%)						Stwierdzenie zagrożenia związanego z nietypową barwą ziarna/ Identification of threats related to the unusual color of the grain		
	2019		2020		2021		2019	2020	2021
	R	N	R	N	R	N			
'Laudis'	0,33	0,0	0,28	0,40	0,0	0,0	-	-	-
'Patinas'	0,64	0,0	0,57	1,22	0,16	0,0	-	-	-
'Danubis'	0,28	0,0	1,42	0,56	0,12	0,0	-	-	-
'Lupidur'	0,17	0,0	2,52	24,53	0,69	14,7	-	+	+
'Nawra'	0,59	0,0	0,67	0,0	0,25	0,0	-	-	-
'Telimena'	0,83	0,12	0,88	0,0	0,08	0,0	-	-	-
'Haristide'*	0,57	0,0	4,65	45,48	0,57	8,72	-	+	+

R – różniących się barwą/differing in colour; N – o niejednolitej barwie/with a non-uniform color;
*'Floradur' w 2021 roku/in 2021

- nie stwierdzono; + stwierdzono liczne ziarna pociemniałe w okolicy brzozy z widocznymi nalotami obcymi/ – not found; + numerous darkened grains were found around the furrow with visible foreign deposits

W kolejnych latach badań (2020 i 2021) zidentyfikowano zagrożenia związane z występowaniem nietypowej barwy ziaren wszystkich badanych odmian pszenicy twardej ('Lupidur' 'Haristide' oraz 'Floradur'). Stwierdzone nieprawidłowości wskazują na obecność patogenów grzybowych i mogą sugerować zagrożenie wystąpienia mikotoksyn.

Przeprowadzone badania wykazały różnice w zawartości mikotoksyn (tab. 7 i 8). Spośród porównywanych gatunków i odmian pszenicy ozimej, najwyższy poziom deoksyniwalenolu odnotowano w ziarnie odmiany pszenicy twardej 'Lupidur' – 1330 µg/kg w 2021 roku (tab. 8). Odmiany pszenicy zwyczajnej charakteryzowały się niższym poziomem zanieczyszczeń deoksyniwalenolem w zakresie od 108,1 µg/kg ('Patinas') do 157,3 µg/kg ('Danubius'). Rachoń i in. [2016] stwierdzili, że poszczególne gatunki pszenicy są w różnym stopniu podatne na porażenie grzybami z rodzaju *Fusarium* przy czym wyższy poziom DON-u wystąpił w ziarnie pszenicy twardej. Z pozostałych mikotoksyn odnotowano także niewielkie ilości zearalenonu – ('Lupidur' – 10,0 µg/kg, 'Laudis' – 3,9 i 'Danubius' – 3,4), toksyny HT2 ('Lupidur' – 41,9 µg/kg, 'Danubius' – 6,4, 'Patinas' – 4,6, 'Laudis' – 5,0) oraz toksyny T2 ('Lupidur' – 9,9 µg/kg). Zawartość mikotoksyn w ziarnie różnicowały również lata badań. Najmniej korzystny okazał się 2020 r., natomiast brak obecności mikotoksyn wystąpił w 2019 r. Także Podolska [2013] wykazała istotny wpływ warunków pogodowych na zawartość mikotoksyn w ziarnie. Ich powstawaniu sprzyja wysoka temperatura powietrza (powyżej 20°C podczas kwitnienia zbóż oraz wysoka wilgotność powietrza przekraczająca 85–90%.

Tabela 7. Zawartość mikotoksyn w ziarnie pszenicy jarej (µg/kg)

Table 7. Mycotoxin content in spring wheat grain (µg/kg)

Mikotoksyny Mycotoxin	Odmiana /Cultivar								
	'Telimena'			'Nawra'			'Haristide'		
	Lata/Years								
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021*
Deoksyniwalenol	0	513	107	0	421	187	0	1108	745
Niwalenol	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0
Aflatoksyna B1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aflatoksyna B2	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aflatoksyna G1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aflatoksyna G2	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Suma/Sum aflatoksyn B1, B2, G1, G2	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o.	<g.o.	<g.o.
Ochratoksyna A	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Zearalenon	<5,0	<5,0	8,45	<5,0	<5,0	12,9	<5,0	<5,0	17,1
Fusarenon X,	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0
3-acetylodeoksyniwalenol	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0
Toksyna HT2	<10,0	36,7	12,0	<10,0	41,1	<10,0	<10,0	53,2	42,5
Toksyna T2	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<0,10

*'Floradur' w 2021 roku/in 2021

Znak „<” lub g.o. przy wyniku oznacza, że dany parametr znajduje się poniżej granicy oznaczalności
Sign “<” or g.o. before the result means that the given parameter is below the limit of quantification

Tabela 8. Zawartość mikotoksyn w ziarnie pszenicy ozimej ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
 Table 8. Mycotoxin content in winter wheat grain ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Rodzaj mikotoksyny A type of mycotoxin	Odmiana /Cultivar											
	'Laudis'			'Patinas'			'Danubius'			'Lupidur'		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Deoksyniwalenol	0	240	200	0	190	136	0	260	212	0	361	1330
Niwalenol	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0
Aflatoksyna B1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aflatoksyna B2	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aflatoksyna G1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aflatoksyna G2	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Suma/Sum aflatoksyn B1, B2, G1, G2	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o	<g.o
Ochratoksyna A	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Zearalenon	<5,0	<5,0	11,8	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	10,3	<5,0	<5,0	29
Fusarenon X,	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0
3-acetylodeoksyniwalenol	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0
Toksyna HT2	<10,0	15,0	<10,0	<10,0	13,8	<10,0	<10,0	19,1	<10,0	<10,0	111	14,7
Toksyna T2	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	29,6	<0,10

Znak „<” lub g.o. przy wyniku oznacza, że dany parametr znajduje się poniżej granicy oznaczalności
 Sign “<” or g.o. before the result means that the given parameter is below the limit of quantification

Podobne zależności stwierdzono w ziarnie form jarych pszenicy (tab. 7). Wyższa zawartość mikotoksyn (deoksyniwalenol) wystąpiła w ziarnie pszenicy twardej (odmiany 'Floradur' i 'Haristide' – średnio – 618 µg/kg) w porównaniu z odmianami pszenicy zwyczajnej ('Nawra' – 203,0 µg/kg i 'Telimena' – 203,4 µg/kg). Z innych mikotoksyn stwierdzono śladowe ilości zeralenonu ('Floradur' – 5,7 µg/kg, 'Nawra' – 4,3 µg/kg i 'Telimena' 2,82 µg/kg) oraz toksyny T2 ('Floradur' i 'Haristide' – 31,9 µg/kg, 'Telimena' – 16,2 µg/kg i 'Nawra' – 13,7 µg/kg). Zależności w latach badań były analogiczne jak dla form ozimych (najmniej korzystny był 2020 r.). Wartości te nie przekraczały jednak dopuszczalnych poziomów zanieczyszczenia deoksyniwalenolem, które wynoszą dla pszenicy zwyczajnej – 1250 µg/kg a dla pszenicy twardej – 1750 µg/kg [Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006]. Dotyczy to także pozostałych mikotoksyn. Można zatem stwierdzić, że ziarno wszystkich badanych gatunków i odmian pszenicy spełnia normy zawartości mikotoksyn i w pełni nadaje się do produkcji makaronu i innych produktów zbożowych.

Obecność mikroorganizmów niosących skażenie mikotoksynami jest nieunikniona w środowisku wzrostu rośliny (gleba, powietrze), zatem kluczowym elementem ochrony przed kontaminacją mikotoksynami, jest eliminacja zagrożonych partii zboża, na etapie przygotowania do magazynowania, żeby wykluczyć z łańcucha spożywczego zagrożone partie zbóż [Pitt i in. 2013, Moretti i in. 2019]. Nada i in. [2022] proponują nawet wprowadzenie kontroli okołozbiorczej partii ziarna jako jednego z punktów krytycznych systemu HACCP w identyfikacji zagrożeń i zapobiegania występowania skażenia mikotoksynami produktów wyprodukowanych na bazie zbóż. Wskazują oni, takie postępowanie jako praktyczne narzędzie samokontroli i zarządzania bezpieczeństwem żywności, umożliwiające, przy odpowiednio skonfigurowanym systemie monitorowania, zapobieganie obecności mikotoksyn.

PODSUMOWANIE

Stosując kontrolę i ocenę organoleptyczną zidentyfikowano w 2020 i 2021 roku zagrożenia związane z obecnością nieswoistego zapachu oraz występowaniem nietypowej barwy ziaren wszystkich badanych odmian pszenicy twardej ('Lupidru' 'Haristide' i 'Floradur'). Stwierdzone nieprawidłowości wskazywały na obecność patogenów grzybowych i sugerowały możliwość wystąpienia mikotoksyn, co zostało w dalszych badaniach potwierdzone. Stwierdzono obecność deoksyniwalenolu oraz toksyny HT2. Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność i skuteczność prawidłowo przeprowadzonej oceny zgodności cech i kontroli organoleptycznej partii pszenicy w identyfikacji zagrożeń związanych z bytowaniem grzybów pleśniowych i w konsekwencji występowaniem mikotoksyn nawet przy ich poziomie nie przekraczającym obowiązujących norm dla surowców spożywczych.

PIŚMIENNICTWO

- Barabasz W., Pikulicka A. 2017. Mykotoksyny – zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Część 1. Mykotoksyny – charakterystyka, występowanie, toksyczność dla organizmów. *J. Heal. Stud. Med.* 3: 65-108.
- Chełkowski J. (ed.). 1991. *Cereal grain. Mycotoxins, fungi and quality in drying and storage.* Elsevier, Amsterdam.
- Chełkowski J. 1985. *Mikotoksyny, grzyby toksynotwórcze, mikotoksykozy.* Wyd. SGGW, Warszawa.
- Kępińska J., Biel W. 2020. Zagrożenia związane z obecnością mikotoksyn w żywności. *Przemysł Spożywczy* 74 (2): 24-27.
- Kowalska G., Kowalski R. 2020. Kontrola obecności mykotoksyn w produktach rolniczych i żywności. Cz. I. Praca przeglądowa. *Agronomy Science* 75(3): 19-42. <https://doi.org/10.24326/as.2020.3.2>

- Moretti A., Pascale M., Logrieco A. 2019. Mycotoxin risks under a climate change scenario in Europe. *Trends in Food Science and Technology* 84: 38–40.
- Nada S., Nikola T., Bozidar U., Ilija D., Andreja R. 2022. Prevention and practical strategies to control mycotoxins in the wheat and maize chain. *Food Control* 136, 108855
- Pitt J.L., Taniwaki M., Cole M.B. 2013. Mycotoxin production in major crops as influenced by growing, harvesting, storage and processing, with emphasis on the achievement of Food Safety Objectives. *Food Control* 32(1): 205–215.
- Podolska G. 2013. Czynniki wpływające na zanieczyszczenie zbóż mikotoksynami. *Wiś Jutra*, 2175: 31–32.
- Polska Norma PN-EN ISO 24333, Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Pobieranie próbek.
- Polska Norma PN-R-74013:2012 Ziarno zbóż - Wstępna kontrola jakości i badanie cech organoleptycznych.
- Rachoń L., Bobryk-Mamczarz A., Szumiło G. 2016. Mycotoxin contamination of grain of selected winter wheat genotypes. *Polish Journal of Agronomy* 25: 13–18.
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- Šliková S., Gavurnikova S., Minarikova M., Gregova E., Sudyova V. 2014. Mycotoxin survey of wheat samples graded according to their technological quality. *Agricultural and Food Science* 23: 186–193.
- Van der Fels-Klerx H.J., Olesen J.E., Madsen M.S., Goedhart P.W. 2012 Climate change increases deoxynivalenol contamination of wheat in north-western Europe. *Food Additives and Contaminants – Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 29: 1593–1604.
- Wan J., Chen B., Rao J. 2020. Occurrence and preventive strategies to control mycotoxins in cereal-based food. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 19: 928–953.

A. KIEŁTYKA-DADASIEWICZ, L. RACHOŃ, A. BOBRYK-MAMCZARZ, D. JAGIEŁŁO, M. CZAJKA, A. OSIECKA

THE USE OF ORGANOLEPTIC EVALUATION FOR THE PRELIMINARY IDENTIFICATION OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL HAZARDS IN PASTA WHEAT PRODUCED IN THE LUBELSZCZYNA REGION

Summary

Organoleptic evaluation allows to initially assess the occurrence of biological hazards and to assess the suitability of the raw material for food processing. In the years 2019–2021, the compliance of the organoleptic characteristics of the grain of several cultivars of common and durum wheat with commercial production for the pasta industry was assessed: smell, color, moisture according to the methodical standard PN-R-74013: 2012 and organoleptic control in accordance with the PN-R-74013 standard: 1970. In 2019, no inconsistencies of traits were found and no threats were identified, and in 2020 and 2021, threats related to the presence of unspecific smell and the presence of atypical color of grains of all tested durum wheat cultivars ('Lupidru' 'Haristide' and 'Floradur') were found. The found abnormalities indicated the presence of fungal pathogens and suggested the possibility of mycotoxins, which was confirmed in further studies. The presence of deoxynivalenol and HT2 toxin was found. Thus, the usefulness and effectiveness of a correctly performed conformity assessment of the characteristics and organoleptic control of the wheat batch in identifying the hazards associated with the existence of mold fungi and, consequently, the presence of mycotoxins, even at their level not exceeding the applicable standards for food raw materials, were confirmed.

Key words: common wheat, durum wheat, mycotoxins, raw material qualification.

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print* – 20.05.2024

Do cytowania – *For citation:*

Kiełtyka-Dadasiewicz A., Rachoń L., Bobryk-Mamczarz A., Jagiełło D., Czajka M., Osiecka A. 2024. Zastosowanie oceny organoleptycznej do wstępnej identyfikacji zagrożeń biologicznych i chemicznych w pszenicy makaronowej produkowanej w warunkach Lubelszczyzny. *Fragm. Agron.* 41(1): 9–19.