

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
nr HORre.027.2.2018 z dnia 24 kwietnia 2018



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

**Badania nad możliwościami ograniczenia zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w kukurydzy
uprawianej w systemie ekologicznym.**

Kierownik tematu: dr Piotr Ochodzki

Zespół badawczy:

IHAR-PIB Radzików:

Dr inż. Roman Warzecha, mgr inż. Monika Żurek, mgr inż. Iga Grzeszczak, inż. Ada
Zawadzka

Wstęp

Kukurydza znajduje szerokie zastosowanie w warunkach Polski. Ziarno i kiszonka z kukurydzy są podstawowymi paszami w konwencjonalnej produkcji zwierzęcej. W ostatnich latach w Polsce uprawia się średnio około 1 miliona hektarów kukurydzy, z czego na ziarno przeznaczają się ok. 550-600 tys. ha i ok. 400 tys. ha na kiszonkę. Jednocześnie powierzchnia uprawy kukurydzy w gospodarstwach ekologicznych i w okresie przestawiania na produkcję ekologiczną wynosi jedynie niż dwa tysiące hektarów, a mogłoby być jej wielokrotnie więcej. Kukurydza jest wykorzystywana jako pasza do produkcji całej gamy produktów: mleka, jaj, mięsa wołowego i wieprzowego, ryb. Z ziarna kukurydzy wytwarza się szereg produktów spożywczych takich jak mąka, płatki, olej kukurydziany o wysokiej zawartości kwasów tłuszczowych nienasyconych i szeregu innych produktów. Materiał siewny mogą stanowić zarówno nasiona współczesnych odmian mieszańcowych (F₁) tolerujące mniej korzystne warunki uprawy, jak też odmiany populacyjne i lokalne, które były uprawiane w warunkach rolnictwa ekstensywnego. Niezbędnym warunkiem jest jednak ich sprawdzenie i wybór odmian o zadawalającej zdolności plonotwórczej, jakości i zdrowotności.

Ze względu na ograniczenia w stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin w uprawie ekologicznej, istotną jest zwiększona odporność uprawianych odmian na choroby i szkodniki, oraz niska akumulacja szkodliwych mikotoksyn. Podatność na choroby grzybowe, a zwłaszcza na fuzariozę kolb, jest czynnikiem w decydującym stopniu wpływającym na jakość uzyskanego surowca roślinnego. Odnosi się to zarówno do ziarna jak i do kiszonki z całych roślin. Skutkiem porażenia roślin przez grzyby z rodzaju *Fusarium* jest akumulacja toksycznych związków określanych wspólnym mianem „mikotoksyn“, o bardzo szerokim spektrum szkodliwego oddziaływania zarówno na zwierzęta jak i ludzi. Najważniejsze z nich: deoksyniwalenol (DON), zearalenon (ZEA), fumonizyny (FUM), spożyte nawet w bardzo małych ilościach, mogą powodować szereg problemów w produkcji zwierzęcej: zmniejszone przyrosty wagi zwierząt, utratę łaknienia, wymioty, uszkodzenia układu rozrodczego uszkodzenia układu nerwowego, a nawet powstawanie nowotworów wątroby, nerek, przełyku, oraz ogólne osłabienie i zmniejszenie odporności. Mikotoksyny stanowią problem zarówno w żywieniu zwierząt jak i dla rolników sprzedających kukurydzę. W roku 2014 ze względu na przekroczone normy zawartości mikotoksyn w ziarnie kukurydzy ponad 25% transportów ziarna kukurydzy nie było odebranych przez kucupujących, powodując poważne straty ekonomiczne.

Nowoczesne odmiany, przystosowane do intensywnych warunków uprawy, mogą wykazywać mniejszą odporność na choroby grzybowe w warunkach uprawy mniej korzystnych niż optymalne. Z tego względu w warunkach uprawy ekologicznej należałoby badać głównie odmiany znoszące słabsze warunki glebowe i bardziej odporne na choroby grzybowe i szkodniki. Można się spodziewać, że wiele odmian wpisanych do Krajowego Rejestru Odmian nie będzie mogło być uprawianych w gospodarstwach ekologicznych. W Polsce nie prowadzono dotychczas oceny odmian kukurydzy pod kątem ich przydatności do uprawy ekologicznej. Istnieją odmiany zagraniczne, które producenci deklarują jako zalecane do uprawy w warunkach ekologicznych, lecz również one nie są zbadane w warunkach Polski.

Wysokość i jakość plonu kukurydzy w decydującej mierze zależy od zastosowanej technologii produkcji: nawożenia, sposobu ochrony przed chwastami, oraz szkodnikami i patogenami grzybowymi. W warunkach rolnictwa konwencjonalnego stosowana jest ochrona chemiczna, której nie można stosować w rolnictwie ekologicznym. Dlatego wyników uzyskiwanych dla odmian w warunkach konwencjonalnych nie można bezpośrednio przekładać na warunki produkcji ekologicznej.

Mając to na względzie, IHAR-PIB prowadził w latach 2012-16 badania nad przydatnością polskich odmian mieszańcowych (F_1) i populacyjnych do uprawy w warunkach gospodarstw ekologicznych. Wyniki tych badań pokazały przydatność szeregu odmian mieszańcowych kukurydzy do uprawy w warunkach gospodarowania ekologicznego zarówno w kierunku produkcji kiszonki jak też ziarna. Ocena żywieniowa kiszonki uzyskanej z badanych odmian wypadła pozytywnie. Stwierdzono również względnie dobre plonowanie ziarna starych odmian populacyjnych kukurydzy. Rozmnożono szereg starych odmian populacyjnych w ilościach pozwalających na przeprowadzenie doświadczeń poletkowych, a dwie odmiany rozmnożono w skali pozwalającej na przeprowadzenie doświadczeń łanowych.

Najgroźniejszym szkodnikiem w uprawie kukurydzy jest omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis*). Niewielki owad, który żeruje na liściach, łodygach i kolbach, powoduje straty w wielkości plonu i zwiększa porażenie grzybami w miejscach uszkodzenia roślin i kolb. Wzrasta przez to znacznie zawartość mikotoksyn. Zakaz stosowania środków chemicznych ogranicza możliwości ochrony.

Kukurydza jest rośliną późno dojrzewającą w warunkach Polski. Dlatego też zagrożenie obecności mikotoksyn w ziarnie jest poważne, i wzrasta wraz z wydłużeniem czasu wegetacji roślin na polu. Taka sytuacja miała to miejsce w sezonie 2017. Ważne jest więc określenie wpływu opóźnienia zbioru na wartość ziarna pod kątem bezpieczeństwa żywności i pasz.

Wstępne badania skuteczności ochrony biologicznej w postaci preparatów zawierających jaja i larwy kruszynka - błonkówki z rodzaju *Trichogramma* rozpoczęto w roku 2016. Stwierdzono wówczas zmniejszenie zarówno procentowego udziału uszkodzonych kolb w plonie jak też zmniejszenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych. Badania przeprowadzone w roku 2017 ze względu na bardzo niekorzystny przebieg warunków pogodowych nie dały wyraźnego potwierdzenia, ze względu na niskie porażenie kolb przez omacnicę prosowiankę w lokalizacjach.

Cel badań

Projekt jest kontynuacją badań rozpoczętych w roku 2016, i uwzględnia nowo zarejestrowane odmiany z polskich hodowli kukurydzy. Celem badań przeprowadzonych w roku 2018 było określenie odporności na fuzariozę kolb polskich odmian kukurydzy i poziom akumulacji mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie zarówno w warunkach porażenia naturalnego jak i po sztucznym zakażeniu (inokulacji) kolb zarodnikami grzybów *Fusarium*.

Oceniono też skuteczność ochrony przed omacnicą prosowianką za pomocą preparatu biologicznego.

Material i metody.

W 2018 roku materiał do badań stanowiło 15 polskich odmian kukurydzy (Tab. 1), z czego 12 było odmianami mieszańcowymi, a 3 były dawnymi odmianami populacyjnymi.

Tabela 1. Charakterystyka odmian kukurydzy użytych w doświadczeniach w roku 2018.

L.p.	Odmiana	Rok rejestracji	Typ mieszańca	Liczba FAO	Przydatność na ziarno	Przydatność na kiszonkę	Inne zastosowanie	Wymagania glebowe
1	SM Jubilat	2016	SC	220-230	xxx	xxx	grys, CCM;	toleruje słabsze
2	Kosynier	2013	TC	220	xxx	xxx	grys, bioetanol	toleruje słabsze
3	SM Polonez	2018	TC	220-230	xxx	x		
4	SM Pokusa	2018	TC	230	xxx	xxx		
5	Fortop	2017	TC	230	xx	xxx	grys, CCM;	toleruje słabsze
6	Konkurent	2013	TC	230	xxx	xxx	grys, bioetanol	średnie
7	Kanonier	2015	TC	240	xxx	xxx	grys, bioetanol	toleruje słabsze
8	SM Prezent	2016	TC	240-250	xxx	xxx	grys, bioetanol	toleruje słabsze
9	Rosomak	2013	SC	250	xxx	xxx	grys, bioetanol	toleruje słabsze
10	SM Furman	2017	TC	260	x	xxx	biogaz	toleruje słabsze
11	Podlasiak	2015	SC	260	x	xxx	biogaz	toleruje słabsze
12	SM Popis	2016	TC	270	x	xxx	biogaz	toleruje słabsze
13	Wielkopolanka		populacyjna					
14	Małopolanka		populacyjna					
14	Bydgoska Wczesna		populacyjna					

Typ mieszańca: TC - odmiana mieszańcowa trójliniowa; SC - odmiana mieszańcowa dwuliniowa

Przydatność: xxx – bardzo dobra; xx- dobra; x- średnia

Badania prowadzono w 4 lokalizacjach (Rys. 1):

- na polu ekologicznym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin- PIB w Radzikowie.
- w ekologicznym gospodarstwie rolnym w Łączynie (Mazowsze).
- w gospodarstwie ekologicznym w Piotrkowie Borowskim (Dolnośląskie),
- gospodarstwie ekologicznym w Burkartach (Warmia)



Rysunek 1. Lokalizacja doświadczeń z kukurydzą w roku 2018

Kolby zakażano sztucznie poprzez nakłuwanie kolb za pomocą bolca imitującego uszkodzenia kolb przez larwy omacnicy prosowianki zanurzanego w roztworze zawierającym zarodniki grzybów rodzaju *Fusarium* o stężeniu $2 \text{ mln.} \cdot \text{ml}^{-1}$. Stopień porażenia kolb określano wizualnie w skali 6-stopniowej (0- brak porażenia, 5- porażone powyżej 50% powierzchni kolby). Analizy zawartości mikotoksyn fuzaryjnych wykonano metodami testów ELISA, wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC-FLD/UV) i chromatografii gazowej (GC-ECD).

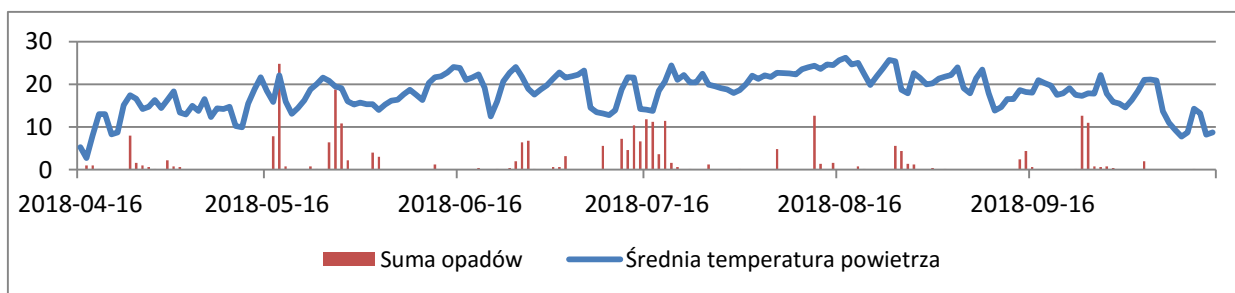
Do ochrony przed omacnicą prosowianką zastosowano zawieszki z preparatami biologicznymi zawierającym różne stadia rozwojowe kruszynka (*Trichosafe*) rozkładane na poletkach doświadczalnych i doświadczeniach łąnowych zgodnie z zaleceniami producentów. Zawieszki z preparatem rozkładano jedno- lub dwukrotnie.

Wyniki badań

1. Ocena odporności odmian kukurydzy na choroby grzybowe oraz określenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie.

W lokalizacjach o zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych w doświadczeniach poletkowych (Radzików) i łąnowych (Piotrków Borowski, Łączyn) oceniono stopień porażenia kolb oraz zawartość wybranych najważniejszych mikotoksyn fuzaryjnych.

Sezon 2018 był w Polsce wyjątkowo ciepły i suchy. Małe ilości opadów od okresu kwitnienia w połączeniu z wysokimi temperaturami do ponad $30 \text{ }^\circ\text{C}$ były niesprzyjające dla rozwoju chorób grzybowych, co powinno cieszyć producentów rolnych (Rys. 2). W znacznej części kraju stwierdzano suszę rolniczą. Z drugiej strony powodowały trudności z oceną podatności odmian na fuzariozę kolb ze względu na małe zróżnicowanie objawów chorobowych na inokulowanych kolbach.



Rysunek 2. Przebieg warunków pogodowych w Radzikowie w sezonie 2018

Zawartość deoksyniwalenolu w największym stopniu uzależniona była od lokalizacji (Tab. 2). Najmniejsze średnie zawartości DON wykryto w Burkartach i Łączynie (odpowiednio 0,25 i 0,31 ppm), najwyższe zaś w Radzikowie i Piotrkowie Borowskim (odpowiednio 0,58 i 0,54 ppm). Wartości średnie dla miejscowości nie przekroczyły dopuszczalnego progu 1,75 ppm dla ziarna kukurydzy, i tylko jedna odmiana – Bydgoska Wczesna zawierała nieco więcej DON od pozostałych. Najmniej toksyn kumulowały odmiany: SM Jubilat (0,29 ppm), Kosynier (0,35), SM Polonez (0,51) i SM Pokusa (0,54 ppm). W Łączynie uprawiano kukurydzę kiszonkową, i zbierano ją ok. 2 tygodnie wcześniej niż odmiany ziarnowe. Mogło to istotnie wpłynąć na zawartość mikotoksyn, które są kumulowane w czasie wegetacji, zwłaszcza w późniejszej fazie rozwoju, natomiast Burkarty są miejscowością wysuniętą najbardziej na północ, i wegetacja kukurydzy była opóźniona w stosunku do pozostałych lokalizacji, a tym samym czas na kumulację mikotoksyn był najkrótszy.

Odmiana Bydgoska Wczesna jest odmianą najwcześniejszą, lecz była zbierana jednocześnie z odmianami znacznie późniejszymi, co może tłumaczyć znacznie wyższe stężenia mikotoksyn w ziarnie.

Tabela 2. Zawartość deoksyniwalenolu (DON) w ziarnie odmian kukurydzy w 4 lokalizacjach w roku 2018 [ppm]

L.p.	Odmiana	Radzików	Piotrków Borowski	Łączyn	Burkarty
1	SM Jubilat	0,29			tr
2	Kosynier	0,35			nd
3	SM Polonez	0,3	0,69		
4	SM Pokusa	0,39	0,53	0,32	0,25
5	Fortop	0,39	0,48		tr
6	Konkurent	0,49	0,57		tr
7	Kanonier	0,6			
8	SM Prezent	0,42			
9	Rosomak	0,43	0,52	0,33	
10	SM Furman	0,77	0,58	0,28	
11	Podlasiak	0,59	0,61	nd	
12	SM Popis	0,6		tr.	
13	Wielkopolanka	0,58			
14	Małopolanka	0,44			

15	Bydgoska Wczesna	2,12			
	Średnio	0,58	0,58	0,31	0,25
	Min	0,29	0,35	0,28	
	Max	2,12	0,69	0,33	

W roku 2018 nie odnotowano problemu obecności podwyższonych zawartości zearalenonu. Mikotoksynę tą wykryto jedynie w 7 próbach (Tab. 3). W pozostałych próbach poziom ZEA był poniżej progu wykrywalności lub oznaczalności. Największe stężenia ZEA stwierdzono w odmianie Konkurent (Piotrków, 41,1 ppb), odmianie populacyjnej Bydgoska Wczesna (Radzików, 36 ppb), SM Popis (Łączyn, 35,9 ppb) i Podlasiak (Piotrków, 32,2 ppb). W żadnym przypadku nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia ziarna, który dla kukurydzy nieprzetworzonej wynosi 350 ppb.

Tabela 3. Zawartość zearalenonu (ZEA) w ziarnie odmian kukurydzy w 4 lokalizacjach w roku 2018 [ppb]

L.p.	Odmiana	Radzików	Piotrków Borowski	Łączyn	Burkarty
1	SM Jubilat	Nd			nd
2	Kosynier	Nd			nd
3	SM Polonez	Nd	27,8		
4	SM Pokusa	Nd	31,1	nd	27,0
5	Fortop	Nd	26,9		nd
6	Konkurent	Nd	41,1		tr
7	Kanonier	Nd			
8	SM Prezent	Nd			
9	Rosomak	Nd	28,2	nd	
10	SM Furman	Nd	Nd	nd	
11	Podlasiak	Nd	32,2	tr	
12	SM Popis	Nd		35,9	
13	Wielkopolanka	Nd			
14	Małopolanka	Nd			
15	Bydgoska Wczesna	36			
	Średnio	36,0	31,2	35,9	27,0
	Min	0,3	0,4	0,3	
	Max	2,1	0,7	0,3	

Zawartość fumonizyn była niska (Tab.4.). Wykryto je w 5 odmianach w Radzikowie, przy czym dopuszczalny poziom zanieczyszczeń (4 ppm) został przekroczony jedynie w dwóch: Małopolance (5,97 ppm) i SM Furman(4,6 ppm).

Tabela 4. Zawartość fumonizyn w ziarnie odmian kukurydzy w 4 lokalizacjach w roku 2018

	Odmiana	Radzików	Łączyn	Piotrków Bor.	Burkarty
--	---------	----------	--------	---------------	----------

1	SM Jubilat	nd			nd
2	Kosynier	nd			nd
3	SM Polonez	nd		nd	
4	SM Pokusa	nd	nd	nd	nd
5	Fortop	nd		nd	nd
6	Konkurent	nd		nd	nd
7	Kanonier	0,98			
8	SM Prezent	nd			
9	Rosomak	nd	nd	nd	
10	SM Furman	4,6	nd	nd	
11	Podlasiak	nd	nd	nd	
12	SM Popis	nd	nd		
13	Wielkopolanka	1,11			
14	Małopolanka	5,97			
15	Bydgoska Wczesna	0,25			
Średnia		2,58			

Zawartość aflatoksyn- najgroźniejszych mikotoksyn spotykanych w kukurydzy była bardzo niska (Tab.5.). Znalaziono je na najniższym możliwym do oznaczeń ilościowych poziomie 1 ppb, przy dopuszczalnej zawartości w ziarnie kukurydzy 20 ppb.

Tabela 5. Zawartość Aflatoksyn [ppb] w ziarnie kukurydzy uprawianej w warunkach ekologicznych w roku 2018

L.p.	Odmiana	Radzików	Łączyn	Piotrków Bor.	Burkarty
1	SM Jubilat	nd			nd
2	Kosynier	nd			nd
3	SM Polonez	nd		nd	
4	SM Pokusa	nd	1,0	nd	nd
5	Fortop	nd		1,0	nd
6	Konkurent	nd		nd	nd
7	Kanonier	nd			
8	SM Prezent	1,0			
9	Rosomak	nd	nd	nd	
10	SM Furman	nd	nd	nd	
11	Podlasiak	1,0	1,0	nd	
12	SM Popis	1,0	nd		
13	Wielkopolanka	nd			
14	Małopolanka	nd			
15	Bydgoska Wczesna	nd			
Średnia		1,0	1,0	1,0	

Podatność na infekcję grzybami fuzaryjnymi badano w warunkach sztucznie wywołanej silnej presji zarodników grzybów na uszkodzone kolby. W doświadczeniach poletkowych

przeprowadzono ocenę odporności 15 odmian kukurydzy na fuzariozę kolb w warunkach sztucznego zakażenia (inokulacji kolb) przy użyciu 4 gatunków *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides* i *F. temperatum*). Kolby wszystkich odmian sztucznie zakażano 7-10 dni po osiągnięciu pełni kwitnienia metodą imitującą zakażenia naturalne poprzez uszkodzenia mechaniczne, imitujące żerowanie omacnicy prosowianki, która jest najważniejszym agrofagem atakującym kukurydzę w Polsce. Określono stopień porażenia kolb w skali 6-stopniowej, gdzie 0 oznacza brak porażenia, a 5- porażenie ponad 50% powierzchni kolby. Ocena porażenia kolb została wykonana przed zbiorem ziarna (Tab.6.). W zebranym ziarnie przeprowadzono analizy zawartości mikotoksyn fuzaryjnych.



A) *F. graminearum*,

B) *F. culmorum*



C) *F. verticillioides*

D) *F. temperatum*

Rysunek 2. Przykłady porażenia kolb odmiany SM Pokusa sztucznie zakażanych izolatami *F. graminearum* (A), *F. culmorum* (B) *F. verticillioides* (C) i *F. temperatum* (D)

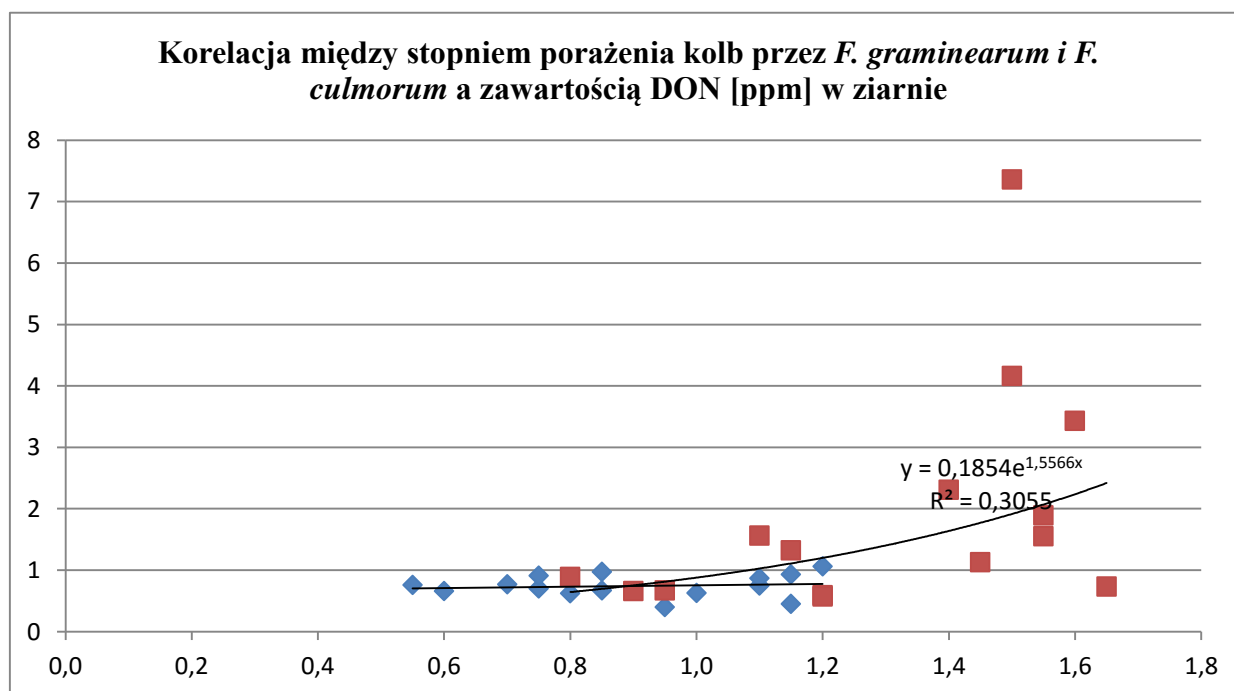
Tabela 6. Stopień porażenia kolb sztucznie zakażanych grzybami z rodzaju *Fusarium*

L.p.	Odmiana	<i>F. graminearum</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. verticillioides</i>	<i>F. temperatum</i>	Śr.
1	SM Jubilat	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0
2	Kosynier	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8
3	SM Polonez	0,8	1,5	0,6	0,8	0,9
4	SM Pokusa	0,7	1,7	0,6	1,0	1,0
5	Fortop	0,8	1,6	0,4	0,6	0,8
6	Konkurent	0,6	1,5	0,6	0,5	0,8
7	Kanonier	0,9	1,4	0,6	0,7	0,9

8	SM Prezent	0,6	1,6	0,5	0,7	0,8
9	Rosomak	0,8	1,5	0,6	0,7	0,9
10	SM Furman	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
11	Podlasiak	1,2	1,2	0,7	1,3	1,1
12	SM Popis	1,2	1,2	0,9	1,2	1,1
	Średnio	0,9	1,3	0,6	0,8	
13	Małopolanka	1,2	1,1	0,6	0,9	0,9
14	Bydgoska Wczesna	1,1	1,6	0,8	0,6	1,0
15	Wielkopolanka	1,0	1,2	0,8	0,7	0,9
	Średnio	1,1	1,3	0,7	0,7	

Widoczne jest nieduże zróżnicowanie między stopniem porażenia kolb wywoływanym przez różne izolaty *Fusarium*. Wynikała to z przebiegu warunków pogodowych, które nie pozwoliły na rozwinięcie się objawów chorobowych. Najbardziej patogennymi okazały się izolaty *F. culmorum* i *F. graminearum*, dla których średnie porażenie kolb określono na poziomie odpowiednio 1,3 i 1,1. Najmniejsze porażenie odnotowano w przypadku izolatów *F. verticillioides* i *F. temperatum* (0,7 i 0,7).

Odmiany reagowały w sposób zróżnicowany na sztuczne zakażenie kolb. Najmniejsze objawy porażenia zaobserwowano na kolbach odmian Kosynier, Konkurent, Fortop i SM Prezent. Bardziej podatne na sztuczne zakażenie były odmiany Podlasiak, SM Popis, SM Jubilat, Bydgoska Wczesna i SM Pokusa (1,0-1,1).

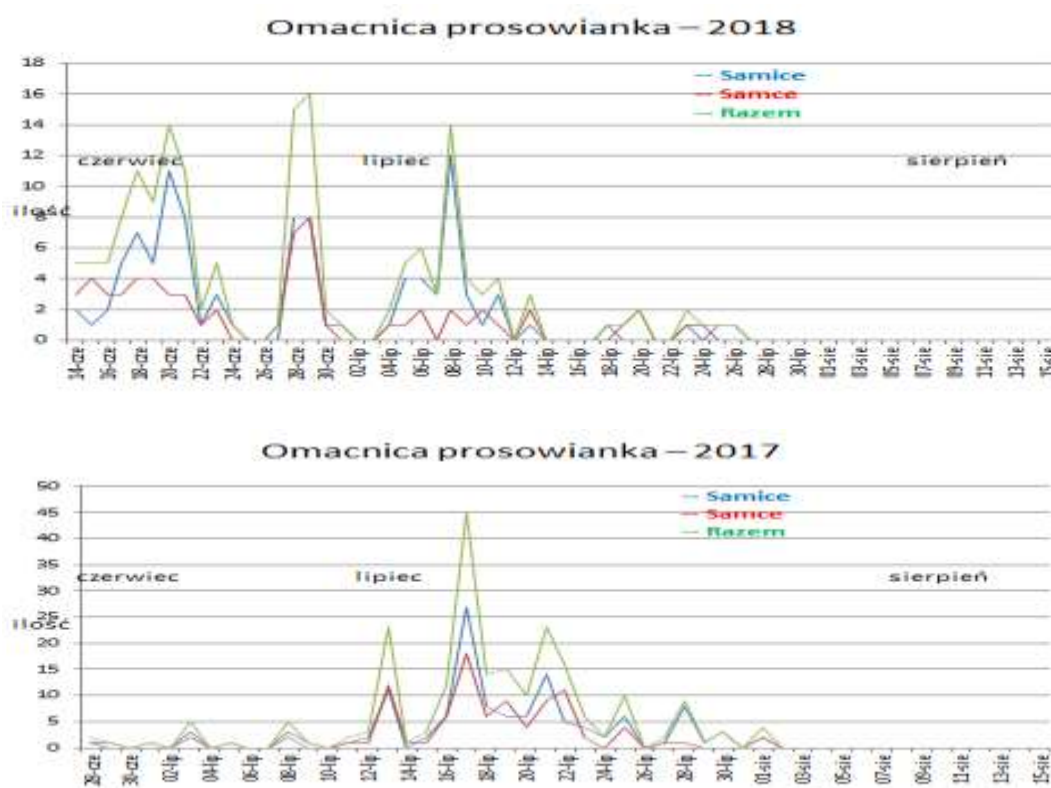


Rysunek 3. Zależność między stopniem porażenia kolb kukurydzy przez *F. graminearum* i *F. culmorum* a zawartością DON

Stwierdzono zależność między stopniem porażenia kolb przez izolaty grzybów *F. culmorum* a zawartością mikotoksyn przez nie wytwarzanych (Rys. 3) i praktyczny brak takiej zależności dla *F. graminearum*, co może wynikać z bardzo małego stopnia zasiedlenia kolb przez grzyby. Izolaty *F. graminearum* i *F. culmorum* wytwarzały w roku 2018 jedynie do 7,4 ppm, podczas gdy w roku 2017 w skrajnych przypadkach do ponad 400 ppm DON.

2. Badania skuteczności zmniejszenia zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie poprzez zwalczanie omacnicy prosowianki w kukurydzy uprawianej ekologicznie.

W roku 2018 obserwowano wcześniejsze o ok. 2 tygodnie i mniej liczne wyloty omacnicy w porównaniu z latami 2017 i 2016. W szczycie wylotów w roku 2018 naliczono 45 owadów, a w roku 2017 16 owadów. Ogólnie średnia ilość uszkodzonych roślin i kolb nie była wysoka, i nie przekraczała 15%



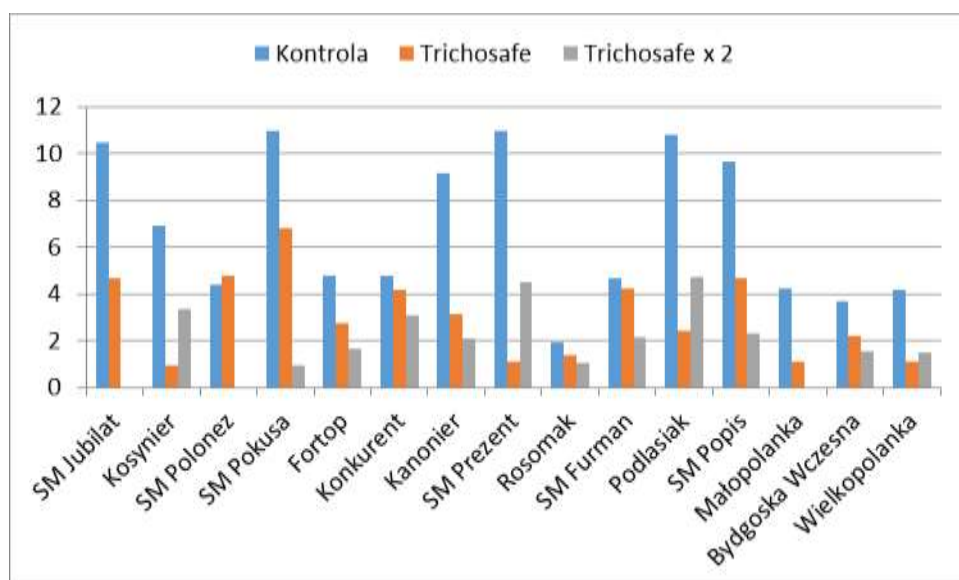
Rysunek 4. Wykres ilości odłowionych owadów omacnicy prosowianki w roku 2017 i 2018 w pobliżu Radzikowa (źródło: T. Szymańczak).

W doświadczeniu polowym w gospodarstwach indywidualnych i na poletkach IHAR-PIB w Radzikowie zastosowano preparat zawierający kruszynka (*Trichosafe*). Preparat ten zawiera larwy i jaja kruszynka w różnych fazach rozwojowych, co pozwala na wydłużenie czasu działania preparatu.

Termin zastosowania preparatu określono na podstawie obserwacji pojawienia się pierwszych owadów na polach i pierwszych złożów jaj (Rys. 4.). Określono skuteczność preparatu- porównano liczbę uszkodzeń kolb, porażenie kolb fuzariozą i zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie odmian chronionych i bez ochrony.

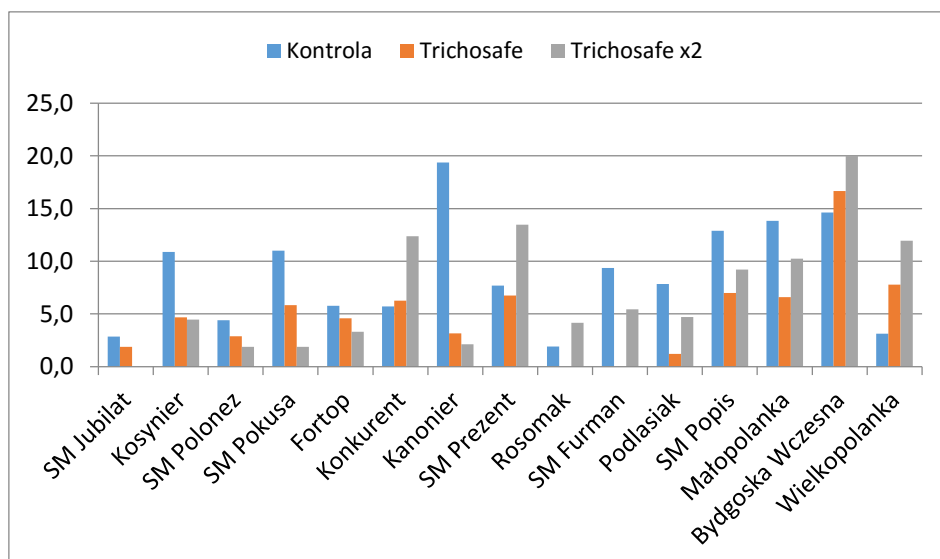


Rysunek 4. Zawieszka zawierająca kruszynka i kolba porażona przez *Fusarium* na skutek żerowania omacnicy prosowianki



Rysunek 5. Uszkodzenia kolb [%] przez omacnicę prosowiankę w Radzikowie w roku 2018 po wyłożeniu preparatu zawierającego kruszynka (Trichosafe) jedno- i dwukrotnie.

Po zastosowaniu zawieszek Trichosafe zmniejszyła się ilość kolb uszkodzonych przez omacnicę średnio z 6,8% do 3,0% przy jednokrotnym wyłożeniu zawieszek i 1,9% przy wyłożeniu 2-krotnym.



Rysunek 6. Udział kolb porażonych przez fuzariozę w Radzikowie w roku 2018 po wyłożeniu preparatu zawierającego kruszynka (Trichosafe) jedno- i dwukrotnie.

Również ilość kolb zainfekowanych przez fuzariozę w Radzikowie zmniejszyła się z 8,8% do 5,0% przy zastosowaniu jednej dawki Trichosafe, i 7,0% przy dwukrotnym wyłożeniu preparatu.

Zastosowanie preparatu w Piotrkowie Borowskim i Łączynie przyniosło bardzo podobne efekty. Nastąpiło zmniejszenie porażenia kolb odpowiednio z 12,5% do 7,4% w Piotrkowie Borowskim i z 5,3% do 3,0% w Łączynie.

Zawartość mikotoksyn fuzaryjnych była niewielka, jak opisano to wcześniej. W Łączynie w niewielkim stopniu wzrosła z 0,2 do 0,3 ppm a w Piotrkowie uległa dalszemu zmniejszeniu (Tab.7) z 0,6 do 0,4 ppm.

Tabela 7. Zawartość DON [ppm] w ziarnie odmian chronionych przed omacnicą prosowianką preparatem Trichosafe. Zbiór Radzików 2018

L.p.	Odmiana	Radzików - kontrola	Radzików - Trichosafe	Radzików - Trichosafe x2	Średnio
1	SM Jubilat	0,29	0,46	0,63	0,46
2	Kosynier	0,35	0,38	0,58	0,44
3	SM Polonez	0,30	0,25	0,53	0,36
4	SM Pokusa	0,39	nd	0,44	0,28
5	Fortop	0,39	0,55	0,26	0,40
6	Konkurent	0,49	0,58	0,48	0,52
7	Kanonier	0,60	0,53	0,56	0,56
8	SM Prezent	0,42	0,50	0,61	0,51
9	Rosomak	0,43	0,53	0,53	0,50
10	SM Furman	0,77	0,42	0,54	0,58

11	Podlasiak	0,59	0,39	0,49	0,49
12	SM Popis	0,60	tr	0,45	0,42
13	Wielkopolanka	0,58	0,51	0,77	0,62
14	Małopolanka	0,44	0,57	0,54	0,52
15	Bydgoska Wczesna	2,12	0,99	0,89	1,33
		0,58	0,46	0,55	

Wśród odmian najmniejsze ilości DON stwierdzono u SM Pokusa i SM Polonez (0,28 i 0,36 ppm), największe u Bydgoskiej Wczesnej (1,3 ppm). Oprócz obiektu kontrolnego odmiany Bydgoska Wczesna, w żadnej z badanych odmian nie wykryto przekroczenia dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia DON (1,75 ppm). Warunki tegoroczne nie sprzyjały naturalnemu zakażeniu przez uszkodzenia powodowane przez żerowanie omacnicy prosowianki. Objawy fuzariozy widoczne były w większości przypadków poza miejscami uszkodzonymi przez omacnicę prosowiankę. Naturalne porażenia – zakażenia drogą poprzez znamiona słupków w trakcie kwitnienia są również częste.

Zearalenonu (ZEA) praktycznie nie wykryto – jedynie w niewielkiej ilości (36 ppb) w nie chronionej odmianie Bydgoska Wczesna.

W roku 2018, w przeciwieństwie do 2017, stwierdzono pozytywny wpływ środka zwalczającego omacnicę na redukcję zarówno uszkodzeń kolb, jak też na zmniejszenie zawartości mikotoksyn w ziarnie, ale jedynie w jednej lokalizacji (Piotrków Borowski, Dolny Śląsk). Wynika to z faktu niskiego stopnia uszkodzenia badanych kolb przez omacnicę w pozostałych lokalizacjach. Udział kolb z objawami fuzariozy wahał się od 5 do 13%, przy czym nasilenie objawów było różne, z reguły niewielkie.

W roku 2018 objawy fuzariozy obserwowane na kolbach występowały częściej niż uszkodzenia wywołane przez omacnicę, jednak w większości przypadków przy ich niedużym nasileniu. Przebieg warunków pogodowych, zwłaszcza brak opadów w okresie nalewania skrobi i dojrzewania kolb w znaczącym stopniu wpływał na zahamowanie rozwoju grzybni i akumulacji mikotoksyn. Kolby zbierane zarówno w fazie kieszonki jak też pełnej dojrzałości zawierały jedynie nieduże stężenia mikotoksyn.

3. Wpływ terminu zbioru na zawartość mikotoksyn

Doświadczenie pokazujące wpływ opóźnionego terminu zbioru na zawartość mikotoksyn w ziarnie przeprowadzono w Radzikowie. Zbiory wykonano w Radzikowie w 3 terminach w odstępach 1-2-tygodniowych, od 14.10.2018, z poletek o powierzchni 12 m². Nie zaobserwowano znaczących różnic w zawartości DON i ZEA (Tab. 8), co wynikało podobnie jak w pozostałych badaniach, z bardzo małego nasilenia objawów fuzariozy kolb na skutek warunków pogodowych: małej ilości opadów w okresie od kwitnienia do dojrzałości całkowitej ziarna, oraz wysokich temperatur, które przyspieszyły dojrzewania i wpłynęły na szybkie oddawanie wody przez ziarno. Są to warunki niekorzystne dla rozwoju grzybów. Podobne warunki panowały w ciągu miesiąca od chwili rozpoczęcia zbiorów, co przełożyło się na brak zmian w zawartości mikotoksyn w ziarnie.

Tabela 8. Wpływ terminu zbioru kukurydzy na zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie.

		DON [ppm]			ZEA [ppb]			FUM [ppm]		
L.p.	Odmiana	I termin	II termin	III termin	I termin	II termin	III termin	I termin	II termin	III termin
1	SM Jubilat	0,29	0,26	0,29	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	Kosynier	0,35	tr	0,32	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	SM Polonez	0,3	nd	0,32	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	SM Pokusa	0,39	nd	0,34	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	Fortop	0,39	0,26	0,36	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	Konkurent	0,49	tr	0,45	nd	nd	nd	nd	nd	tr
7	Kanonier	0,6	0,28	0,48	nd	nd	nd	0,98	nd	tr
8	SM Prezent	0,42	tr	0,37	nd	nd	nd	nd	nd	0,4
9	Rosomak	0,43	0,42	0,5	nd	nd	nd	nd	nd	tr
10	SM Furman	0,77	tr	0,41	nd	nd	nd	4,6	nd	nd
11	Podlasiak	0,59	nd	0,26	nd	nd	nd	nd	nd	nd
12	SM Popis	0,6	tr	0,31	nd	nd	nd	nd	nd	tr
13	Wielkopolanka	0,58	0,30	0,81	nd	nd	tr	1,11	nd	nd
14	Małopolanka	0,44	0,30	0,46	nd	nd	66,5	5,97	tr	2,27
15	Bydgoska Wczesna	2,12	0,55	0,53	36	68,4	nd	0,25	0,47	0,27
Średnio		0,58	0,34	0,41						

Przy niewielkim porażeniu kolb przez grzyby fuzaryjne oraz niskiej zawartości mikotoksyn, opóźnienie zbioru o miesiąc nie wpłynęło niekorzystnie na zdrowotność ziarna. Jednak doświadczenie z roku 2018 pokazuje, że przy niekorzystnym przebiegu pogody następuje szybki wzrost zawartości mikotoksyn w ziarnie. Ziarno zbierane w okresie koniec listopada-grudzień 2017 zawierało ponad 5-krotnie więcej DON niż zebrane w październiku i na początku listopada.

Wnioski (wstępne zalecenia dla rolników)

1. Wszystkie badane odmiany mieszańcowe (F1) kukurydzy wykazywały niewielkie porażenie fuzariozą kolb w warunkach naturalnych.
2. Sztuczne zakażenia nie różnicowały znacząco badanych odmian. Nieco bardziej odporne były Kosynier, Konkurent, Fortop i Kanonier, a nieco bardziej podatne Bydgoska wczesna, Popis i Podlasiak
3. W żadnej z badanych odmian mieszańcowych nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego progu zawartości DON (1750 ppb). Średnia zawartość DON w badanych odmianach wyniosła ok 550 ppb. Odmiany o najmniejszej zawartości mikotoksyn w ziarnie to SM Polonez (330 ppb) Fortop (400ppb) i SM Pokusa (420 ppb).
4. W roku 2018 skuteczność stosowania środków ochrony przeciwko omacnicy prosowiance i jego wpływ na zmniejszenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych potwierdzono w jednej z 3 lokalizacji (Dolny Śląsk).

Kierownik tematu

Dyrektor Instytutu

Dr Piotr Ochodzki

Prof. dr hab. Henryk Bujak