

WPLYW OCHRONY HERBICYDOWEJ W BEZPŁUŻNEJ UPRAWIE KUKURYDZY NA NASILENIE FUZARIOZY KOLB I ZGORZELI ŁODYG ORAZ PARAMETRY JAKOŚCIOWE ZIARNA W ZALEŻNOŚCI OD ODMIANY

HANNA GOŁĘBIEWSKA¹, ELŻBIETA PŁĄSKOWSKA²

¹Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - PIB,
ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław

²Katedra Ochrony Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24a,
53-363 Wrocław

Synopsis. Celem badań prowadzonych w latach 2012–2014 była ocena stanu zachwaszczenia regulowanego aplikacją herbicydów z zawartością mezotrionu i dwóch jego mieszanin z s-metolachlorem oraz z nikosulfuronem wpływających na warunki siedliskowe i kondycję odmian kukurydzy DKC 3420 i Bosman w bezpłужnej uprawie oraz wynikającą z tego zróżnicowaną ich podatność na porażenie łodyg i kolb grzybami fuzaryjnymi, zawartość białka i skrobi oraz obecność mykotoksyn deoksynivalenolu DON, nivalenolu NIV i zearalenonu ZEN w ziarnie. W doświadczeniach polowych prowadzonych metodą losowanych bloków najlepszy efekt chwastobójczy osiągnięto po aplikacji nikosulfuronu z mezotrionem systemem dawek dzielonych na odmianie DKC 3420. Obserwacje porażenia podstawy łodyg i kolb badanych odmian kukurydzy przez grzyby z rodzaju *Fusarium* potwierdziły ich niewielkie występowanie na obiektach nie zachwaszczonych chwastnicą jednostronną i komosą białą. Analizy mykologiczne wykazały, że zarówno z łodyg jak i z ziarna odmiany DKC 3420 wyizolowano mniej grzybów z rodzaju *Fusarium* w porównaniu do odmiany Bosman. Dodatkowo w ziarnie odmiany Bosman bardziej wrażliwej na oddziaływanie mesotrionu stwierdzono obecność mykotoksyn, zarówno DON, jak i ZEN w ilościach przekraczających dopuszczalne normy.

Słowa kluczowe: uprawa bezpłужna, chwasty, *Fusarium* spp., jakość ziarna, mykotoksyny

WSTĘP

Wykorzystywanie ziarna kukurydzy zarówno jako paszy, jak i w wielu gałęziach przemysłowych i związana z tym wysoka koniunktura, w krótkim czasie doprowadziły do znacznego wzrostu udziału kukurydzy w strukturze zasiewów sięgającego 4,3%, a dążenie do obniżania kosztów produkcji oraz konieczność ograniczania degradacji środowiska glebowego wymusza stosowanie uproszczeń uprawowych [Rocz. Stat. 2015]. W systemach tych poprzez sukcesywne zmniejszanie głębokości penetracji gleby przez maszyny rolnicze, przywracanie różnorodności biologicznej gleby, stabilizację środowiska glebowego oraz podwyższanie zawartości substancji organicznej w górnych warstwach gleby drastycznie zmienia się właściwości fizyczne, chemiczne i mikrobiologiczne gleby oraz skład ilościowy i jakościowy zbiorowisk chwastów [Blecharczyk i in. 2004, Kordas 2004, Weber 2002]. Prowadzi to do nasilenia występowania chorób wywołanych przez grzyby patogeniczne, szczególnie z rodzaju *Fusarium* [Płaskowska

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: h.golebiowska@iung.wroclaw.pl

i in. 2002]. Zagrożenie tymi patogenami wynika z faktu, że rozwijają się i zarodnikują na zróżnicowanym materiale roślinnym, zarówno resztkach poźniwnych, jak i chwastach gruboładogowych [Clifford i in. 2003]. Sprzyjające wegetacji kukurydzy warunki klimatyczne na Dolnym Śląsku, nakładające się na wzrost zachwaszczenia głównie chwastnicą jednostronną *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beau oraz komosą białą *Chenopodium album* L., stwarzają dogodne warunki rozwoju tych groźnych patogenów [Gołębiowska 2007]. Problem ten nasila się w uprawie bezpłucznej, gdzie dodatkowe zagrożenie stanowi bylica pospolita *Artemisia vulgaris* L., łatwo migrująca z terenów nieużytkowanych rolniczo do systemów bezpłucznych [Gołębiowska 2013]. Z uwagi na niewiele zarejestrowanych fungicydów przeciwko chorobom fuzaryjnym i utrudnienia w przeprowadzeniu zabiegów w późnych fazach rozwojowych kukurydzy, istotne staje się określenie, w jakim zakresie chemiczne środki ochrony przed chwastami mogą ograniczać ich liczebność jako roślin rezerwuarowych dla rozwoju grzybów chorobotwórczych [Chowdhury i in. 2008, Skrzypczak i in. 2005, Tański i Idziak 2009].

Grzyby z rodzaju *Fusarium* na plantacji kukurydzy najczęściej powodują zgorzel podstawy łodygi i fuzariozę kolb, która doprowadza do infekcji ziarna i pogorszenia jego parametrów jakościowych, głównie dotyczących białka i skrobi, i często są sprawcami pojawienia się toksycznych produktów przemiany materii zagrażających życiu ludzi i zwierząt [Kączkowski 1993].

W ostatnich latach nie sprawdza się chemiczna ochrona przed zachwaszczeniem w systemach uproszczonych z jednorazowym użyciem mezotrionu, dlatego w celu zwiększenia spektrum zwalczanych gatunków oraz uzyskania wyższej skuteczności ich eliminacji łączy się go między innymi z nikosulfuronem oraz s-metolachlorem. Niezniszczone gatunki chwastów prosoatych, jak chwastnica jednostronna i włośnice, oraz gruboładogowych, jak komosa biała czy bylica pospolita, stwarzają sprzyjające warunki termiczne i wilgotnościowe dla rozwoju grzybów fuzaryjnych [Kim i in. 2010, Lipps i Deep 1991].

Zasady integrowanej ochrony roślin rolniczych dopuszczają łączenie różnych metod stosowania środków ochrony, co w przypadku herbicydów wiąże się z dokładnym rozpoznaniem i oszacowaniem stanu zachwaszczenia uprawy. Aplikacja herbicydów dawkami dzielonymi, gdzie pierwszą dawkę stosuje się na wschodzące chwasty, a drugą możliwie jak najpóźniej, może znacznie zwiększyć skuteczność chwastobójczą i obniżyć ich fitotoksyczne oddziaływanie przyczyniając się do stworzenia warunków siedliskowych ograniczających rozwój grzybów fuzaryjnych [Watanabe 2010]. Zadowolający stan fitosanitarny uprawy kukurydzy w konsekwencji prowadzi do wytworzenia ziarna o dobrych parametrach jakościowych spełniających normy produktu młynarskiego (PN –R-74104).

Na plantacjach kukurydzy grzyby z rodzaju *Fusarium*, takie jak: *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides*, *F. graminearum* czy *F. proliferatum*, są sprawcami trzech chorób: zgorzeli siewek, zgorzeli podstawy łodyg i zgnilizny kolb [Czaplińska i in. 1980]. Największe szkody w uprawie kukurydzy z przeznaczeniem na ziarno powoduje zgorzel podstawy łodyg. Chore rośliny przedwcześnie dojrzewają i często przed sprzętem wylegają, uniemożliwiając zbiór mechaniczny kolb. Istotne znaczenie dla nasilenia występowania tej choroby ma dobór odmian. Odmiany wcześniej dojrzewające (klasa FAO 190–240) są bardziej podatne na chorobę od późno dojrzewających (FAO 250–290), zależy to od fizjologicznych cech związanych ze starzeniem się roślin i szybkością tego procesu [Prończuk i in. 2007]. Okresem sprzyjającym infekcji pierwotnej kolb przez *F. graminearum* czy *F. culmorum* jest okres wiechowania kukurydzy w zakresie temperatur 15–20°C i wysokiej wilgotności powietrza, a przez *F. verticillioides*, gdy średnia temperatura jest powyżej 25°C, a wilgotność powietrza jest niska i trwa aż do końca kwitnienia kwiatostanów żeńskich. Przedłużające się kwitnienie wpływa na zwiększenie porażenia przez ten gatunek grzyba wywołujący pojawianie się fumonizyny B1 [Nitzsche i in. 2002]. Zagrożenie powodowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* wynika z faktu, że atakują osłabio-

ne oraz uszkodzone rośliny, szybko rozmnażając się w naczyniach przewodzących i blokując przepływ wody. Poza tym rozwijają się i zarodnikują nawet w warunkach małego potencjału wodnego na zróżnicowanym materiale roślinnym [Clifford i in. 2003]. Zanieczyszczenie pasz i żywności ich toksycznymi wtórnymi metabolitami jest zwykle następstwem infekcji grzybowej w sezonie wegetacyjnym, na co z kolei mają wpływ różne czynniki, takie jak dobór odmian, wstrząs spowodowany suszą i uszkodzenie przez omacnicę prosowiankę *Ostrinia nubilalis*.

Grzyby z rodzaju *Fusarium* wytwarzają toksyczne dla ludzi i zwierząt mykotoksyny – wtórne metabolity przemiany materii [Adler i in. 1990, Amadi i Adeniyi 2009, Snijders i Perkowski 1990]. Do najważniejszych produktów rozkładu ich substancji aktywnych należą *deoksyniwalenol* (DON) i *nivalenon* (NIV) związki z grupy trichotecyn, *zearalenon* (ZEA), a także *fumonizyny* B1 i B2. Formy *F. graminearum* bardziej wirulentne produkują *deoksyniwalenol*, podczas gdy szczepy mniej agresywne *F. culmorum* i *F. avenaceum* wytwarzają *niwalenol* [Chelkowski i in. 1989]. Toksyny te mogą powodować zmniejszenie przyrostów dobowych masy ciała zwierząt, uszkodzenia organów wewnętrznych (np. nerek, wątroby), a także zaburzenia płodności zwierząt, co jest wynikiem zakłóceń w równowadze hormonalnej [Miedaner i in. 2001]. Głównymi gatunkami tworzącymi *zearalenon* są *F. graminearum* i *F. culmorum*, ale mogą go tworzyć również *F. oxysporum* i *F. avenaceum*. *Zearalenon* powoduje syndrom estrogeniczny lub hiperestrogenizm u trzody chlewnej. *Fumonizyny* są mykotoksynami produkowanymi przez ograniczoną liczbę pleśni z rodzajów *Fusarium*, z których najważniejszymi są *F. verticillioides* i *F. proliferatum*. Produkowana przez nie *fumonizyna* B1 jest bardzo częstym zanieczyszczeniem ziarna kukurydzy w klimacie subtropikalnym. Z powodu zwiększającego się zanieczyszczenia żywności tymi toksynami w następstwie infekcji grzybowej w sezonie wegetacyjnym, w Unii Europejskiej wydano rozporządzenia i zalecenia dotyczące granicznych zawartości poszczególnych toksyn w produktach zbożowych przeznaczonych na żywność dla ludzi oraz paszę dla zwierząt. Według Rozporządzenia Komisji Europejskiej EC No 1126/ 2007 dopuszczalna zawartość *deoksyniwalenolu* (DON) w ziarnie nieprzetworzonym kukurydzy wynosi 1750 µg·kg, dla *zearalenonu* (ZEA) 350 µg·kg, a dla *fumonizyn* 4000 µg·kg.

Wieloletnia uprawa w bezpłужnych wariantach może stwarzać duże zagrożenie obniżenia plonów i pogorszenia jakości ziarna, zwłaszcza gdy odmiany zostaną źle dobrane do warunków siedliskowych i agrotechnicznych. Kompleksowa analiza odmian mieszańcowych kukurydzy przy różnych sposobach uprawy roli i regulacji zachwaszczenia w warunkach klimatycznych Dolnego Śląska przyczynić się może do wyższej jakości materiału konsumpcyjnego, jak również wyższych plonów badanych odmian.

Celem badań była ocena stanu zachwaszczenia regulowanego aplikacją mezotriou oraz dwóch jego mieszanin, z *s-metolachlorem* oraz z *nikosulfuronem*, wpływającego na warunki siedliskowe i kondycję odmian DKC 3420 i Bosman w bezpłужnej uprawie kukurydzy oraz wynikającą z tego zróżnicowaną ich podatność na porażenie łodyg i kolb grzybami fuzaryjnymi, zawartość białka i skrobi oraz obecność mykotoksyn *deoksyniwalenolu* DON, *niwelanolu* NIV i *zearalenonu* ZEN w ziarnie.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w latach 2012–2014 w Zakładzie Herbologii i Technik Uprawy Roli w Jelczu-Laskowice (17°15' E, 51°10' N) należącym do IUNG-PIB Puławy w stanowisku charakteryzującym się wskaźnikami podanymi w tabeli 1.

Materiałem roślinnym do badań były dwa mieszańce pojedyncze, średniowczesne FAO 240 w użytkowaniu na ziarno: Bosman i DKC 3420, średnioodporne na fuzariozy. Doświadczenia

Tabela 1. Wskaźniki siedliska
Table 1. Habitat index

Lokalizacja/Location	Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli – Jelcz-Laskowice
Typ gleby/Soil type	gleby płowe wytworzone z piasku słabogliniastego na glinie lekkiej należące do kompleksu żytniego dobrego/Haplic luvisols formed from slightly sand on light clay belonging to a good rye complex
Klasa gleby/Soil class	IVa, IVb
pH gleby/soil pH	5,0–5,3
Zawartość materii organicznej Organic matter content	1,2–1,5%
System uprawy/Type of cultivation	beźpłużny/ploughless

zakładano w beźpłużnej uprawie kukurydzy w układzie losowanych bloków, gdzie powierzchnia poletka doświadczalnego wynosiła 25 m². Przyjęto normę wysiewu 83 tys. ziaren na hektar dla obu odmian, w rozstawie rzędów wynoszącej 75 cm. Badane odmiany chronione były przed zachwaszczeniem: jednorazowo z użyciem mezo-trionu w formie herbicydu Callisto 100 SC w dawce 1,5 l·ha⁻¹ oraz fazie 2–3 liści kukurydzy (BBCH 13) oraz dwiema mieszaninami, tj. mezo-trionu łączonego z nikosulfuronem jako herbicyd Elumis 105 OD w dawce 2,5 l·ha⁻¹ w tym samym stadium rozwojowym kukurydzy oraz mezo-trionu łączonego z s-metolachlorem jako herbicyd Camix 560 SE w dawce 1,5 l·ha⁻¹ metodą dawek dzielonych, gdzie ½ dawki mieszaniny zastosowano w fazie 1–2 liści kukurydzy (BBCH 13) na wschodzące chwasty i ½ dawki w fazie 7 liści kukurydzy (BBCH 17) na pozostałe nie zniszczone gatunki (tab. 2).

Tabela 2. Charakterystyka substancji aktywnych herbicydów uwzględnionych w doświadczeniach
Table 2. Characteristics of active substances of herbicides included in the experiments

Herbicyd Herbicide	Dawka Dose	Zawartość substancji aktywnej Content of active ingredient	Grupa chemiczna Chemical group	Termin stosowania Application time (BBCH)
Callisto 100 SC	1,5 l	mezo-trion 100 g·dm ⁻³	związek z grupy trójketonów/compound from the triketones	13
Camix 560 SE	2,5 l	mezo-trion + s-metolachlor 60 g + 500 g·dm ⁻³	związek z grupy trójketonów + związek z grupy chloroacetoanilidów/compound from the triketones + compound from the chloroacetoanilide	13
Elumis 105 OD	1,5 l	mezo-trion + nikosulfuron 75 g + 30 g·dm ⁻³	związek z grupy trójketonów + związek z grupy sulfonilomoczników/compound from the triketones + compound from the sulfonilureas	13 + 17

Po upływie 3–5 tygodni od wykonania zabiegu oceniano efektywność chwastobójczą – szacując procent zniszczenia poszczególnych gatunków chwastów w porównaniu do kontroli z pełnym zachwaszczeniem, zgodnie z wytycznymi Norm Wzorcowych EPPO [EPPO 2006].

W okresie kwitnienia między godziną 9 a 10 przez 10 dni przeprowadzono pomiary temperatury, wilgotności powietrza i zacielenia na wysokości 1 m od poziomu gleby w 10 miejscach na każdym poletku doświadczalnym, podając średnią dla obiektu kontrolnego oraz herbicydowego.

Pod koniec wegetacji kukurydzy określono stan zdrowotny roślin według 9-stopniowych własnych skal porażenia podstawy łodygi i kolb przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. na 25 roślinach w 4 miejscach na poletku [Płaskowska i in. 2008]. Skale te posłużyły do obliczenia wskaźnika porażenia łodyg i kolb dla każdego poletka oraz analiz statystycznych. Na każdym poletku, w okresie sprzętu kukurydzy przebadano zdrowotność 10 kolejno rosnących roślin w rzędzie, w 3 miejscach. Do oceny porażenia łodyg przez *Fusarium* spp. zastosowano metodę podłużnego krojenia łodyg. Ocenę porażenia kolb przez te grzyby wykonano na tych samych roślinach, na których oceniano uszkodzenia łodyg.

Dla fuzaryjnej zgorzeli podstawy łodygi oraz fuzariozy kolb obliczano wskaźnik porażenia przez *Fusarium* spp., posługując się wzorem: wskaźnik chorobowy = $\Sigma (P \times W) / n$, gdzie: $\Sigma (P \times W)$ – oznacza sumę iloczynów liczby roślin porażonych w określonym stopniu – P, przez odpowiadającą im wartość stopnia porażenia – W, n – to liczba wszystkich ocenianych roślin [Płaskowska i in. 2002, 2008].

W celu poznania grzybów z rodzaju *Fusarium* spp. zasiedlających podstawę łodygi kukurydzy oraz powierzchnię i wewnętrzne tkanki ziarna wykonano analizę mykologiczną. Do badań pobrano z każdego poletka po 10 łodyg kukurydzy ze zmianami chorobowymi. Następnie z łodygi wycinano 5 cm fragmenty, które odkażano w 0,5% podchlorynie sodu przez 1 minutę. Po usunięciu skrajnych odcinków, 5 mm fragmenty wykładano na szalki Petriego z pożywką PDA (po 6 z każdej rośliny). Z prób zbiorczych ziarna, dla każdej kombinacji doświadczenia pobrano po 200 ziarniaków do analiz mykologicznych. Ziarniaki wykładano bezpośrednio na szalki z pożywką PDA, a po okresie inkubacji wyrastające z porażonych łodyg oraz z ziarna strzępki grzybni odszczepiano na skosy z pożywką PDA i oznaczano do gatunku według dostępnych monografii [Kwaśna i in. 1991, Lesli i Summerell 2006].

W czasie zbioru ustalono plon ziarna i MTZ (w przeliczeniu na 15% wilgotności) oraz procent zanieczyszczeń na sitach wg wymagań PN–R-74104. Ziarno kukurydzy z obiektu kontrolnego, jak i z obiektów traktowanych herbicydami pozyskane z każdej uprawy poddano analizie laboratoryjnym, gdzie określano następujące cechy: suchą masę po wysuszeniu w 105°C metodą wagową, zawartość białka i skrobi określono za pomocą urządzenia INSTALAB 600, wykorzystującego technikę bliskiej podczerwieni NIR.

W zebranym ziarnie kukurydzy oznaczano również zawartość mykotoksyn produkowanych przez grzyby fuzaryjne (deoksyniwalenolu, niwalenolu i zearalenonu). Próbkę poddawano ekstrakcji mieszaniną acetonitryl-woda. Ekstrakt po odwirowaniu matrycy próbki oczyszczano techniką SPE na złożu C18. Pozostałości deoksyniwalenolu i zearalenonu wymywano ze złoża mieszaniną octanu etylu z metanolem i oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (detektor UV, kolumna C18) [Sadowski i in. 2010].

W statystycznym opracowaniu wyników zastosowano metodę analizy wariancji w układzie losowanych bloków. Istotność różnic testowano wykorzystując półprzedział ufności Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

W sezonach 2012–2014 w zbiorowisku chwastów kukurydzy dominujący udział miały: chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) i włośnica zielona (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.) oraz komosa biała (*Chenopodium album* L.). Często też notowano obecność gatunków wieloletnich, w tym najliczniej bylicy pospolitej (*Artemisia vulgaris* L.), rzadziej pojawiały się fiołek polny (*Viola arvensis* Murray), przetaczniki (*Veronica* spp.), tasznik pospolity (*Capsella bursa pastoris* L.), rumian polny (*Anthemis arvensis* L.) czy chaber bławatek (*Centaurea cyanus* L.) (tab. 3).

W doświadczeniu na glebach płowych nie sprawdziła się chemiczna ochrona przed zachwaszczeniem z jednorazowym użyciem herbicydu Callisto 100 SC, gdzie wysoką tolerancją na jego działanie stwierdzono u chwastów prosowatych, głównie włośnicy zielonej, i u bylicy pospolitej. Natomiast aplikacja dwóch mieszanin herbicydowych Camix 560 SE i Elumis 105 OD systemem dawek dzielonych okazała się najbardziej skuteczna w eliminowaniu zarówno gatunków prosowatych, jak i chwastów dwuliściennych jednorocznych oraz wieloletnich (tab. 3 i 4). Nie stwierdzono różnic w zachwaszczeniu pomiędzy odmianami.

Warunki siedliskowe w poszczególnych obiektach modyfikowane stanem zachwaszczenia, tj. temperatura i wilgotność w łanie, miały wpływ na stopień porażenia chorobami grzybowymi i różnicowały wielkość uzyskanych plonów odmian kukurydzy, a różnice pomiędzy obiektami były statystycznie istotne w porównaniu z obiektem kontrolnym. W układzie doświadczenia z udziałem odmiany Bosman na obiekcie, gdzie zastosowano jednorazowo mezotrion jako herbicyd Callisto 100 SC obserwowano fitotoksyczne oddziaływanie wywołujące silne bielactwo liści. Poza tym w wyniku słabego zniszczenia chwastów na tym obiekcie zarówno temperatura powietrza w łanie, jak i wilgotność były wyższe niż w pozostałych układach herbicydowych, co prowadziło do uzyskania istotnie najniższego plonu ziarna i miało wpływ na obniżenie masy tysiąca ziaren w porównaniu do pozostałych obiektów herbicydowych, jak i w porównaniu do odmiany DKC 3420 odpornej na fitotoksyczne oddziaływanie tego herbicydu (tab. 3 i 4).

Obserwacje porażenia podstawy łodyg badanych odmian kukurydzy przez grzyby z rodzaju *Fusarium* potwierdziły większe występowanie *F. avenaceum* i *F. oxysporum* na obiektach silnie zachwaszczonych chwastnicą jednostronną i bylicą pospolitą na odmianie Bosman, na której obserwowano odbarwienia liści prowadzące do bielactwa jako objawu uszkodzeń po mezotrionie. Stopień porażenia zgorzelą podstawy łodygi na odmianie Bosman oceniono na poziomie 4 w skali 9-stopniowej, co oznacza, że wzrost zachwaszczenia i podatność na uszkodzenia herbicydowe prowadziły do nasilenia porażenia przez choroby grzybowe porównywalne do obiektu kontrolnego (tab. 5 i 6). Odmiana DKC 3420 odporna na działanie herbicydu okazała się najmniej podatna na porażenie tymi grzybami. Na pozostałych obiektach herbicydowych z dość niskim stopniem zachwaszczenia i brakiem fitotoksycznego oddziaływania herbicydów na obie odmiany, porażenie grzybami fuzaryjnymi w każdym przypadku było na niskim poziomie, co świadczy, że warunki panujące na tych obiektach nie sprzyjały rozwojowi grzybów.

Analizy mykologiczne wykazały, że z ziarna odmiany Bosman pochodzącego z poletek, na których zastosowano zabieg herbicydem Callisto 100 SC, wyizolowano najwięcej grzybów z rodzaju *Fusarium*, a wśród nich dominowały *F. graminearum* i *F. culmorum* (tab. 5). Z ziarna otrzymanego z odmiany DKC 3420 wyizolowano nieco mniej grzybów, a z pozostałych poletek doświadczalnych, bez względu na sposób aplikacji herbicydów grzyby te wyosobniano na zblizonym dość niskim poziomie (tab. 6).

Na podstawie oceny zawartości mykotoksyn z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej wykryto w nieprzetworzonym ziarnie odmiany Bosman traktowanej herbicydem Callisto 100 SC zwiększony poziom deoksyniwalenolu 1796 µg/kg i zearaleonu 372 µg/kg

Tabela 3. Wpływ poziomu zachwaszenia na plonowanie i cechy jakościowe ziarna kukurydzy odmiany Bosman przeznaczzonego do konsumpcji
 Table 3. The effect of the weed infestation on grain yield and quality parameters of Bosman for consumption

Obiekty Treatment	Termin zabiegu Application time	Warunki siedliskowe Habitat condition		F (1:9)	Zniszczenie chwastów Weed control BBCH 35 (%)					Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain (g)	Parametry jakościowe Quality parameters		
		Temperatura w łanie Canopy temperature (°C)	Wilgotność w łanie Canopy humidity (%)		<i>Echinochloa crus-</i> <i>galli</i>	<i>Setaria</i> <i>viridis</i>	<i>Chenopodium</i> <i>album</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	Other			Białko Protein (%)	Skrobia Starch (%)	
Kontrola Untreatment	–	23,7	78	1	17*	23*	12*	5*	10*	4,56	313,3	8,33	61,1	
Callisto 100 SC 1,5 t·ha ⁻¹	BBCH 13	23,2	66	5	78	62	92	75	100	7,31	320,0	8,67	65,6	
Camix 560 SE 2,5 t·ha ⁻¹	BBCH 13	19,5	44	1	96	95	98	88	100	10,19	335,1	8,95	72,2	
Elumis 105 OD 1,5 t·ha ⁻¹	BBCH 13 + BBCH 17	19,2	42	1	98	98	100	83	100	10,98	335,5	8,97	72,6	
NIR _{0,05} -LSD _{0,05}													0,28	1,3

* – liczba chwastów na m²/weeds number per 1 m²
 F – wrażliwość roślin na herbicydy w skali 1–9/the sensitivity of plants to herbicide in 1–9 scale

Tabela 4. Wpływ poziomu zachwaszenia na plonowanie i cechy jakościowe ziarna kukurydzy odmiany DKC 3420 przeznaczonego do konsumpcji
 Table 4. The effect of the weed infestation on grain yield and quality maize cultivars DKC 3420 for consumption

Obiekt Treatment	Termin Zabiegu Application time	Warunki siedliskowe Habitat condition		F (1:9)	Zniszczenie chwastów Weed control BBCH 35 (%)					Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	Masa 1000 ziaren weight of 1000 grain (g)	Parametry jakościowe Quality parameters				
		Temperatura w łanie Canopy temperature (°C)	Wilgotność w łanie Canopy humidity (%)		<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Setaria viridis</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	Pozostałe Other			Białko Protein (%)	Skrobia Starch (%)			
Kontrola Untreatment	–	23,1	77	1	17*	23*	12*	5*	10*	4,53	313,6	8,31	61,2			
Callisto 100 SC 1,5 l·ha ⁻¹	BBCH 13	22,0	58	1	80	72	95	76	100	8,55	320,8	8,61	65,7			
Camix 560 SE 2,5 l·ha ⁻¹	BBCH 13	19,4	45	1	97	95	97	88	100	10,23	337,1	8,98	72,3			
Elumis 105 OD 1,5 l·ha ⁻¹	BBCH 13 + BBCH 17	19,0	43	1	98	98	100	83	100	11,06	338,0	8,98	72,6			
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}													0,92	11,4	0,25	1,2

* – liczba chwastów na m²/weeds number per 1 m²

F – wrażliwość roślin na herbicydy w skali 1–9/the sensitivity of plants to herbicide in 1–9 scale

Tabela 5. Wpływ warunków siedliskowych modyfikowanych herbicydami na stan fitosanitarny łanu oraz skażenie odmiany Bosman grzybami i mykotozynami
 Table 5. The influence of habitat conditions modified herbicides on the phytosanitary condition and contamination of cultivars Bosman by fungi and mycotoxins

Obiekt Treatment	Stan fitosanitarny Habitat conditions		Średnia liczebność izolatów <i>Fusarium</i> spp. The average number of isolates <i>Fusarium</i> spp.								Zawartość mykotoksyn w ziarnie nieprzetworzonym Mycotoxin content in unprocessed grain ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)				
			w łodydze/in stem				w ziarnie/in grain				DON	NIV	ZEA		
			<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	<i>Fusarium graminearum</i> Corda 1837	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	<i>Fusarium graminearum</i> Corda 1837					
Kontrola Untreatment	Nasilenie chorób powodowanych przez <i>Fusarium</i> spp. Severity of diseases caused by <i>Fusarium</i> spp. (1:9)	Podstawy łodyg Stem base	4,0	4,2	16,03	33,7	3,2	4,0	6,2	7,5	9,8	11,7	1743	1802	366
Callisto 100 SC 1,5 t/ha ⁻¹			4,1	3,8	9,5	37,0	1,2	3,2	4,6	7,1	9,9	9,2	1796	892	372
Camix 560 SE 2,5 t/ha ⁻¹			3,1	2,5	3,1	14,2	1,0	1,2	2,2	3,1	5,7	2,1	<p.w	<p.w	<p.w
Elumis 105 OD 1,5 t/ha ⁻¹			3,2	2,1	3,3	12,5	3,0	1,4	1,3	2,2	4,8	2,3	<p.w	<p.w	<p.w
NIR _{0,05} -LSD _{0,05}			0,7	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

p.w. – poziom wykrywalności/level of detection

Tabela 6. Wpływ warunków siedliskowych modyfikowanych herbicydami na stan fitosanitarny łanu oraz skażenie odmiany DKC 3420 grzybami i mykotoksynami
 The influence of habitat conditions modified herbicides on the phytosanitary condition and contamination of cultivars DKC 3420 by fungi and mycotoxins

Herbicyd Herbicide	Stan fitosanitarny Habitat conditions		Średnia liczebność izolatów <i>Fusarium</i> spp. The average number of isolates <i>Fusarium</i> spp.						Zawartość mykotoksyn w ziarnie nieprzetworzonym Mycotoxin content in unprocessed grain ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)				
	Nasilenie chorób powodowanych przez <i>Fusarium</i> spp. Severity of diseases caused by <i>Fusarium</i> spp. (1:9)		w łodydze/in stem			w ziarnie/in grain			DON	NIV	ZEA		
	Podstawy łodyg Stem base	Kolb cobs	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	<i>Fusarium graminearum</i> Corda 1837	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.				<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	<i>Fusarium graminearum</i> Corda 1837
Kontrola Untreatment	4,001	4,11	5,7	33,3	3,2	3,8	5,3	6,2	8,9	11,9	1755	1812	372
Callisto 100 SC 1,5 $\cdot\text{ha}^{-1}$	3,85	3,42	4,0	27,0	1,0	3,0	3,6	2,1	3,1	3,0	956	902	102
Camix 560 SE 2,5 $\cdot\text{ha}^{-1}$	3,05	2,52	3,1	11,2	1,0	1,0	2,2	1,8	2,7	2,1	<p.w	<p.w	<p.w
Elumis 105 OD 1,5 $\cdot\text{ha}^{-1}$	3,15	2,06	3,3	10,5	1,0	1,1	2,3	1,4	1,8	2,1	<p.w	<p.w	<p.w
NIR _{0,05} -LSD _{0,05}	0,75	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

p.w. – poziom wykrywalności/level of detection

suchej masy ziarna zarówno w porównaniu do kontroli, jak i pozostałych obiektów chronionych przed zachwaszczeniem, przekraczający graniczne zawartości dopuszczone dla ziarna nieprzetworzonego.

Badania laboratoryjne cech jakościowych ziarna odmian traktowanych jednorazowo meztionem oraz jego mieszaninami w systemie dawek dzielonych wykazały ich zróżnicowanie jedynie dla odmiany Bosman. Niska selektywność herbicydu Callisto 100 SC w stosunku do tej odmiany i zwiększona podatność na porażenie przez grzyby fuzaryjne miały istotny wpływ na obniżenie zawartości białka i skrobi w ziarnie w porównaniu do pozostałych obiektów herbicydowych. Natomiast środek ten był bezpieczny w stosunku do odmiany DKC 3420, a różnice zawartości białka i skrobi w ziarnie nie były statystycznie istotne (tab. 3 i 4).

DYSKUSJA

W ostatnich dwóch dekadach na wzrost zagrożenia patogenami chorobotwórczymi w uprawie kukurydzy duży wpływ wywierały warunki pogodowe [Płaskowska i in. 2014]. Według raportu opublikowanego przez Międzynarodowy Zespół do Spraw Zmian Klimatu (IPCC) w okresie 1880–2012 średnia temperatura wzrosła o 0,85°C, a w okresie 1906–2005 o 0,74°C. Rosła więc przeciętnie około 0,06–0,07°C na 10 lat, jednak w drugiej połowie tego wielecia tempo ocieplenia wyraźnie wzrosło i było już niemal dwukrotnie większe – 0,13°C/10 lat [Biernacik i in. 2010]. W kształtowaniu ocieplenia zwiększył się udział lata, a zmalał – zimy, natomiast dekada 2001–2010 była najcieplejsza w analizowanym okresie pod względem zarówno średniej rocznej temperatury, jak i wartości sezonowych [Evans 2008]. Taki układ pogodowy charakteryzuje południowo-zachodni rejon Polski, gdzie wzrost średnich temperatur za ostatnie dwie dekady oraz niższe opady w porównaniu ze średnimi wieloletnimi skutkują pojawianiem się łagodnych, często bezśnieżnych zim oraz wczesnego przedwiośnia, wzrostem natężenia światła, co w efekcie przyspiesza rozwój chwastów oraz sprzyja pojawianiu się patogenów chorobotwórczych narażając na silniejszą konkurencję kukurydzę, szczególnie uprawianą systemem bezorkowym.

W trakcie prowadzonych badań na przestrzeni lat w bezpłujnym systemie uprawy kukurydzy notowano dominujący udział w zachwaszczeniu gatunków prosowatych, chwastnicy jednostronnej i włośnicy zielonej, a z dwuliściennych jednorocznych komosy białej oraz wieloletniej bylicy pospolitej. System ten z powodu wyższego zachwaszczenia w porównaniu z uprawą tradycyjną sprzyja infekowaniu ziarna przez *Fusarium* spp. [Weber 2002, Weber i in. 2011] oraz zwiększa podatność na *Trichoderma* spp. [Lipps i Deep 1991]. Warunki siedliskowe, tj. stan zachwaszczenia, temperatura i wilgotność w łanie, decydowały również o stopniu porażeniu roślin przez te grzyby, co potwierdza, że warunki pogodowe i siedliskowe mają bardzo duży wpływ na nasilenie występowania *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *M. nivale*, *F. moniliforme*, *F. proliferatum* i *F. subglutinans* [Doohan i in. 2003, Kolářová i in. 2013, Marshall i in. 2003].

Na podstawie analiz mykologicznych łodyg stwierdzono, że gatunkiem dominującym był *F. oksysporum*, ale również dość licznie występowały *F. graminum* i *F. culmorum*. Najliczniej izolowano te gatunki z łodyg uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę *Ostrinia nubilalis* Hbn, co świadczy, że w sposób istotny wpływała na ich rozwój. Na skutek fitotoksycznego oddziaływania meztionu, co, jak donoszą dane literaturowe, zdarza się w przypadku reakcji odmian wrażliwych [Gołębiowska i Rola 2008], na osłabionych roślinach notowano więcej zmian chorobowych zarówno na łodygach, jak i kolbach w porównaniu do obiektu, gdzie zastosowano jego mieszaninę z nikosulfuronem czy s-metolachlorem metodą dawek dzielonych, co przyczyniło się w dużej mierze do ograniczenia porażenia łodyg i kolb przez grzyby z rodzaju

Fusarium. Wyniki te potwierdzają doniesienia literaturowe, w których również podaje się, że w tkankach łodyg kukurydzy z objawami zgorzeli dominującym gatunkiem w chorych tkankach roślin był *F. oxysporum*, który stanowił 80% notowanych grzybów fuzaryjnych. Domsch i Gams [1970] podają, że *F. oxysporum* jest najczęściej występującym gatunkiem z rodzaju *Fusarium* w glebie, co może mieć związek z obficie wytwarzanymi przez niego chlamydosporami w glebie. Oprócz niego stosunkowo często izolowano również gatunki *F. culmorum* (tworzy również chlamydospory) i *F. avenaceum*. *Fusarium culmorum* powszechnie występuje we wszystkich rejonach uprawy kukurydzy i może powodować duże straty w plonie ziarna, z kolei *F. avenaceum* uważany jest za słabego patogena, który powszechnie występuje na całym świecie [Domsch i Gams 1970]. Tekiela [2005] oraz Płaskowska i in. [2008] podają, że średnie straty w plonie ziarna kukurydzy w rejonie Dolnego Śląska wywołane przez zgniliznę korzeni i zgorzel podstawy łodygi wynoszą około 10%, ale mogą dochodzić nawet do 35%. Wystąpienie chorób jest także przyczyną pogorszenia jakości ziarna.

Na podstawie badania mykologicznego ziarna pobranego z porażonych kłob z objawami fuzariozy stwierdzono, że przyczyną zmian chorobowych były głównie te same gatunki, które powodowały fuzaryjną zgorzel podstawy łodygi. Podobne wyniki uzyskali Czaplińska i in. [1979] oraz Czaplińska i Jasa [1980]. Gatunek *F. oxysporum*, choć bardzo liczny w porażonych łodygach kukurydzy, w ziarnie występował w dużo mniejszym nasileniu. W tym systemie uprawy kukurydzy, chronionej mieszaniną nikosulfuronu z meztotrionem zarówno łodygi, jak i ziarno były słabiej zasiedlone przez *Fusarium* spp., zwłaszcza *F. oxysporum*, niż pobrane z poletek, gdzie stosowano sam nikosulfuron. Przyczyną wysokiego poziomu deoksynivalenolu DON jak zearelonu ZEN wykrytych w ziarnie odmiany Bosman może być wyższa liczebność *F. graminearum* i *F. culmorum* w porównaniu z odmianą DKC3420.

Efekty działania wybranych wariantów herbicydowych świadczą o możliwości skutecznego niszczenia zachwaszczenia i stworzenia środowiska ograniczającego rozwój chorób, co prowadzi do uzyskania zdrowego, pozbawionego zanieczyszczeń i dorodnego ziarna. Potwierdzają to również doniesienia literaturowe [Haub i in. 2007, Nitzsche i in. 2002]. Plon ziarna dla odmiany DKC 3420 na obiekcie traktowanym mieszaniną meztotrionu z nikosulfuronem wynosił 11,06 t·ha⁻¹ i był wyższy niż na obiekcie z samodzielnie stosowanym meztotrionem, zwłaszcza na wrażliwej odmianie Bosman, o 4,75 tony, a różnice były statystycznie istotne. Podobnie, MTZ uzyskana z obiektu potraktowanego mieszaniną była wyższa, a różnice były również statystycznie udowodnione.

Badania laboratoryjne cech jakościowych ziarna z poletek traktowanych nikosulfuronem oraz jego mieszaniną z meztotrionem wykazały ich znaczne zróżnicowanie. Niska skuteczność chwastobójcza, występowanie chorób fuzaryjnych miały istotny wpływ na obniżenie suchej masy, zawartości białka i skrobi w ziarnie w porównaniu do drugiego obiektu herbicydowego, gdzie te wskaźniki jakościowe były na poziomie Norm Żywienia [1993] i Zaleceń żywieniowych [2005] oraz danych literaturowych [Podkówa i Podkówa 2002].

WNIOSKI

1. W bezpłujnym systemie uprawy odmian Bosman i DKC 3420 w zachwaszczeniu dominowały chwastnica jednostronna, włośnica zielona, komosa biała oraz bylica pospolita.
2. Niska skuteczność herbicydu Callisto 100 SC w systemie bezorkowym oraz wysoka wrażliwość odmiany Bosman na ten środek spowodowała:
 - wzrost zachwaszczenia gatunkami prosowatymi i gruboładogowymi,
 - wystąpienie silnych odbarwień liści i bielactwa roślin jako efektu fitotoksycznego oddziaływania meztotrionu,

- obniżenie wartości parametrów jakościowych ziarna (masy 1000 ziaren, zawartości białka i skrobi),
 - wzrost podatności na porażenia podstawy łodyg i kolb przez grzyby *Fusarium oxysporum*, *F. graminearum* i *F. culmorum* prowadzącej do pojawienia się mykotoksyn deoxynivalenolu i zearalenonu w ziarnie.
3. Odmiana DKC 3420 tolerancyjna na oddziaływanie zastosowanych herbicydów wykazywała wyższą stabilność plonowania w tych warunkach siedliskowych i większą odporność na porażenie grzybami fuzaryjnymi w porównaniu do odmiany Bosman. W ziarnie tej odmiany nie stwierdzono obecności mykotoksyn.

PIŚMIENNICTWO

- Amadi J.E., Adeniyi D.O. 2009. Mycotoxin production by fungi isolated from stored grain. Afr. J. Biotechnol. 8: 1219–1221.
- Biernacik D., Filipiak J., Miętus M., Wójcik R. 2010. Zmienność warunków termicznych w Polsce po roku 1951. Rezultaty projektu KLIMAT. W: Klimat Polski na tle klimatu Europy. Zmiany i ich konsekwencje. Bednorz E., Kolendowicz L. (red.). Wyd. Nauk. Bogucki, Ser. Studia i Prace z Geografii i Geologii 16: 9–21.
- Blecharczyk A., Małecka I., Skrzypczak G. 2004. Wpływ uproszczonej uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie kukurydzy oraz na właściwości gleby. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(1): 157–163.
- Chowdhury A., Pradhan S., Saha M., Sanyal N. 2008. Impact of pesticides on soil microbiological parameters and possible bioremediation strategies. Ind. J. Microbiol. 48: 114–127.
- Clifford L.J., Qunshan J., Pestka J.J. 2003. An improved method for the purification of the Trichothecene deoxynivalenol (Vomitoxin) from *Fusarium graminearum* culture. J. Agric. Food Chem. 51: 521–523.
- Czaplińska S., Jasa S. 1980. Studia nad odpornością kukurydzy na fuzariozę. Cz. I. Ocena podatności roślin linii i mieszańców kukurydzy na zgorzel podstawy łodyg i zgniliznę kolb w warunkach infekcji naturalnej. Hod. Rośl. Aklim. Nas. 24(3): 257–266.
- Czaplińska S., Jasa S., Szumińska A. 1979. Wyniki wstępnych badań mykoflory zasiedlającej kukurydzę z objawami zgorzeli podstawy łodyg. Biul. IHAR 136: 61–78.
- Domsch K.H., Gams W. 1970. Fungi in Agricultural soils. Longman, Edinborough, ss. 290.
- Doohan F.M., Brennan J., Cooke B.M. 2003. Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. Europ. J. Plant Pathol. 109: 755–768.
- EPPO-European and Mediterranean Plant Protection Organization. Bull. 2006, No. 135, 152, 181, 214.
- Evans N. 2008. Range and severity of a plant disease increased by global warming. J. Royal Interface 5: 525–531.
- Gołębiowska H. 2007. Różnorodność zachwaszczenia w kukurydzy oraz chemiczne sposoby jego zwalczania. Prog. Plant Prot. 47(3): 96–107.
- Gołębiowska H. 2013. Skutki przenikania *Artemisia vulgaris* do uprawy kukurydzy w wyniku stosowania uproszczeń uprawowych. Acta Agrobot. 66(4): 63–67.
- Gołębiowska H., Rola H. 2008. Wpływ herbicydów sulfonilomocznikowych na zdrowotność i wybrane parametry jakościowe ziarna odmian kukurydzy uprawianych w monokulturze. Fragm. Agron. 25(1): 145–156.
- Haub G., Berthiller F., Hametner C., Rechthaler J., Jaunecker G., Freudenschuss M., Krska R., Schuhmacher R. 2007. Characterization of (13C24) T-2 toxin and its use as an internal standard for quantification of T-2 toxin in cereals with HPLC – MS/MS. Anal. Bioanal. Chem. 389: 931–940.
- Kączkowski J. 1993. Biochemia roślin. Tom II: Metabolizm wtórny. Wyd. PWN Warszawa, ss. 372.
- Kim S.I., Toon J.S., Jung J.W., Hong K.B., Ahn Y.J., Kwon H.W. 2010. Toxicity and repellency of origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. J. Asia-Pacific Entomol. 13: 369–373.

- Kolářová M., Tyšer L. L., Soukup J. 2013. Diversity of current weed vegetation on arable land in selected areas of the Czech Republic. *Plant, Soil Environ.* 59(5): 208–213.
- Kordas L. 2004. Wpływ wieloletniego stosowania uprawy zerowej w zmianowaniu na zachwaszczenie. *Prog. Plant Prot.* 44(2): 841–844.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. *Grzyby (Mycota)*, T. 22. Wyd. PAN Warszawa, ss. 152.
- Leslie J.F., Summerell B.A. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing, ss. 388.
- Lipps P.E., Deep I.W. 1991. Influence of tillage and crop rotation on yield, stalk rot, and recovery of *Fusarium* and *Trichoderma* spp. from corn. *Plant Diseases* 75: 828–833.
- Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J., Squire G.R., Ward L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Res.* 43: 77–89.
- Miedaner T., Reinbrecht C., Lauber U. 2001. Effects of genotype-environment interaction on deoxynivalenol accumulation and resistance to *Fusarium* head blight in rye, triticale and wheat. *Plant Breeding* 120: 97–105
- Nitzsche O., Schmidt W., Gebhart C. 2002 *Fusarium* pfluglos bekämpfen. *Landwirtschaft ohne Pflug* 5: 1–4.
- Normy Żywienia Świń. Wartość pokarmowa pasz. 1993. Wyd. IFŻZ PAN, Jabłonna, 1–127.
- Płaskowska E., Gołębiowska H., Kawa-Rygielska J. 2014. Wpływ herbicydów na stan fitosanitarny upraw kukurydzy i zdrowotność ziarna przeznaczonego do konsumpcji. *Zesz. Nauk. UP Wrocław* 605, Rol. 109: 46–55.
- Płaskowska E., Matkowski K., Moszczyńska E., Kordas L. 2002. Wpływ sposobu uprawy na zdrowotność pszenicy jarej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 445, Rol. 84: 207–2014.
- Płaskowska E., Matkowski K., Moszczyńska E., Kordas L. 2008. The effect of soil tillage system on infection of stem base of winter wheat by *Fusarium* spp. *Phytopathol. Pol.* 48: 45–51.
- Podkówka W., Podkówka Z. 2002. Kukurydza w żywieniu zwierząt. *Mat. sem. „Forum producentów roślin zbożowych, kukurydzy i rzepaku”*. Poznań, 10-13 października 2002, 69–78.
- Prończuk M., Bojanowski J., Warzecha R., Laudański Z. 2007. Badania nad odpornością kukurydzy na zgorzel podstawy łodyg. Część I. Ocena podatności odmian mieszańcowych w warunkach infekcji naturalnej. *Biul. IHAR* 245: 155–169.
- Rocznik Statystyczny GUS 2013. Warszawa.
- Sadowski J., Gołębiowska H., Wysocki A. 2010. Metoda oznaczania mykotoksyn w ziarnie kukurydzy. *Prog. Plant Prot.* 50(4): 1963–1966.
- Skrzypczak G., Pudełko J., Waniorek W. 2005. Ocena skuteczności herbicydów do zwalczania *Echinochloa crus-galli* w uprawie kukurydzy. *Prog. Plant Prot.* 45(2): 1078–1080.
- Tański M., Idziak R. 2009. Wpływ terminów regulacji zachwaszczenia na skuteczność chwastobójczą herbicydów i plon kukurydzy. *Prog. Plant Prot.* 49(1): 349–352.
- Watanabe T. 2010. *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. Boca Raton: CRC Press.
- Weber R. 2002. Wpływ uprawy zachowawczej na ochronę środowiska. *Prog. Plant Prot.* 42: 57–67.
- Weber R., Gołębiowska H., Bortniak M. 2011. Log-linear and correspondence analysis of variability of weed infestation of several winter wheat cultivars in relation to tillage system and preceding crop stubble height. *J. Plant Prot. Res.* 51(4): 399–404.
- Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Normy żywienia drobiu (praca zbiorowa). 2005. Wyd. IFŻZ PAN: 7–26.
- Zalecenie Komisji (WE) nr 576/2006 z dnia 17 sierpnia 2006 r. w sprawie obecności deoksyniwalenolu, zearalenonu, ochratoksyny A, T-2 i HT-2 oraz fumonizyn w produktach przeznaczonych do żywienia zwierząt. 2006. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*. 23.8.2006: L 229/7–9.

H. GOŁĘBIEWSKA, E. PŁĄSKOWSKA

**INFLUENCE OF HERBICIDAL CONTROL EFFECT IN PLOUGHLESS TILLAGE
OF MAIZE FOR INCREASE THE EAR ROT AND STALK ROT AND QUALITY
PARAMETERS OF GRAIN DEPENDING ON THE CULTIVAR**

Summary

The aim of the study conducted in 2012–2014 years was to assess the state of weed infestation controlled of application herbicides with mesotrione and his two mixtures with s-metolachlor and nicosulfuron affecting the habitat conditions and the vigor of maize cultivar DKC 3420 and Bosman in ploughless tillage and the resulting diversified their susceptibility to infection stems and cobs *Fusarium* diseases, protein and starch and the presence of mycotoxins deoksynivalenol DON, nivalenol NIV and zearalenon ZEN in grain. Best herbicidal effect was achieved after the application of nicosulfuron with mesotrione in split doses systems on the variety DKC 3420. Observations stalks and cobs infection of corn cultivars by *Fusarium* have confirmed their low occurrence on objects not infested barnyardgrass and lambsquarters. Mycological analyzes have shown that both in stem and grain of the DKC 3420 cultivar less isolated *Fusarium* spp. in compared to a cultivar Bosman. In addition, in grain of Bosman cultivar more sensitive to the effects of mesotrione found to contain of mycotoxins, both DON and ZEN in excess of the legal limit.

Key words: ploughless tillage, weeds, *Fusarium* spp., grain quality, mycotoxins

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 15.09.2017

Do cytowania – *For citation*

Gołębiowska H., Płaskowska E. 2017. Wpływ ochrony herbicydowej w bezpłużnej uprawie kukurydzy na nasilenie fuzariozy kolb i zgorzeli łodyg oraz parametry jakościowe ziarna w zależności od odmiany. *Fragm. Agron.* 34(4): 17–31.