

BIULETYN Nr 292 / 2020

ISSN 0373-7837

E-ISSN 2657-8913

INSTYTUTU HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN

BULLETIN

OF PLANT BREEDING AND ACCLIMATIZATION INSTITUTE



**ARTYKUŁY NAUKOWE
WDROŻENIA**

Mak. Fot. Aleksandra Pindor

RADZIKÓW 2020
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
RADZIKÓW, 05-870 BŁONIE

**BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
NR 292/2020**



INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
RADZIKÓW, 05-870 BŁONIE

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dyrektor: Prof. dr hab. Henryk Bujak

Komitety Redakcyjne

NAUKA

Redaktor Naczelny: Danuta Boros

Maja Boczkowska, Henryk J. Czembor, Renata Lebecka, Anna Linkiewicz, Wiesław Mądry, Katarzyna Mikołajczyk, Sławomir Podlaski, Barbara Zagdańska

WDROŻENIA

Redaktor Tematyczny: Wojciech Nowacki

Józef Adamczyk, Karol Bujoczek, Andrzej Chodkowski, Wiesław Dzwonkowski, Edward Gacek, Piotr Kamiński, Karol Marciniak, Przemysław Matysik, Juliusz Młodecki, Jarosław Mostowski, Adam Stępień, Roman Warzecha, Sławomir Wróbel

KONFERENCJE

Redaktor Tematyczny: Magdalena Szechyńska-Hebda

Katarzyna Gacek, Wiesław Podyma

Czasopismo ukazuje się od 1951 roku

Redaktor techniczny i skład komputerowy: Aleksandra Pindor

Rozwój chorób grzybowych oraz wielkość plonu bulw w zależności od intensywności ochrony ziemniaka

Development of potato fungal diseases and the amount of tuber yield depending on the scope of protection

Milena Pietraszko^{ORCID}

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin -Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Jadwisinie,
ul. Szaniawskiego 15, 05–140 Jadwisin,
✉ m.pietraszko@ihar.edu.pl

W latach 2014–2016 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Oddział w Jadwisinie przeprowadzono doświadczenie mające na celu ocenę wpływu różnej intensywności ochrony chemicznej na porażenie roślin ziemniaka przez *Phytophthora infestans* i *Alternaria* spp. oraz wielkość plonu bulw. Badano odmiany różnej wczesności i odporności na zarazę. Porównywano trzy warianty ochrony fungicydowej: obiekt kontrolny (bez ochrony), ochrona ograniczona (1–3 zabiegi) i ochrona intensywna (4–5 zabiegów). Udowodniono wpływ lat badań, ochrony i odmian na rozwój chorób grzybowych oraz wysokość plonu bulw. Średnio dla lat badań, najniższy stopień porażenia roślin alternariozą oraz najwolniejsze tempo szerzenia zarazy i jednocześnie największy plon bulw odnotowano w kombinacji z ochroną intensywną. Wzrost plonów spowodowany działaniem fungicydów wyniósł średnio 19%. Największy średni wzrost plonu – 21,3%, uzyskano dla wariantu ochrony intensywnej w porównaniu do obiektu kontrolnego. Istotne zróżnicowanie pomiędzy ochroną intensywną a ograniczoną pod względem rozwoju chorób i wielkości plonu było uzależnione od presji patogenów w danym roku badań.

Słowa kluczowe: badania polowe, choroby grzybowe, plon, ochrona fungicydowa, ziemniak

In the years 2014–2016 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute in Jadwisin, an experiment was carried out to assess the impact of various ranges of chemical protection on the infestation of potato plants by *Phytophthora infestans* and *Alternaria* and the amount of tuber yield. Varieties of different earliness and resistance to late blight were tested. The following fungicide protection scopes were compared: control (without protection), limited protection (1–3 treatments) and intensive protection (4–5 treatments). The influence of years, protection ranges and varieties on the development of fungal diseases and the amount of tuber yield was proved. On average, for the years of research, the lowest degree of plant infestation with *Alternaria* and the slowest rate of the spread of late blight and the highest tuber yield was recorded for intensive protection. The average increase in yields caused by the application of fungicides was 19%. The highest average yield increase - 21.3% was achieved between control and intensive protection. A significant differentiation between intensive and limited protection in terms of disease development and yield was dependent on pathogen pressure in the year of the study.

Key words: field experimentation, fungicide protection, plant diseases, potato, yields

Wstęp

Wśród wielu chorób zagrażających plantacjom ziemniaka największe znaczenie ma zaraza, której sprawcą jest patogen grzybopodobny *Phytophthora infestans* (*P. infestans*) (Mont.) de Bary). Występowanie choroby istotnie wpływa na pogorszenie plonowania, jakość bulw oraz zwiększenie strat podczas przechowywania. Straty ilościowe i jakościowe plonu spowodowane zniszczeniem naci uzależnione są od terminu wystąpienia patogenu oraz intensywności infekcji, co związane jest głównie z warunkami pogodowymi i stopniem podatności uprawianych odmian. Im wcześniejsze porażenie roślin i korzystniejsze warunki pogodowe do rozwoju

choroby tym większe straty plonu. Proces infekcyjny zachodzi w warunkach wysokiej wilgotności i temperaturze powietrza w granicach 12–15°C. Dalszy rozwój choroby przebiega intensywnie w temperaturach wyższych od 18°C i ciągłej wysokiej wilgotności w łanie. Straty plonu na niechronionych plantacjach mogą dochodzić do 70% (Hoffman, Schmutterer, 1983; Kapsa, 2001; Kapsa i Sawicka 2001; Keskse, 2013).

Ochrona plantacji ziemniaka przed *P. infestans* opiera się na działaniach profilaktycznych, m.in. niszczeniu źródeł zakażenia, stosowaniu wczesnych terminów sadzenia, podkiewkowaniu lub pobudzaniu sadzeniaków oraz uprawie odmian

odpornych. Oprócz wymienionych wyżej metod agrotechnicznych i hodowlanych, powszechnie stosuje się ochronę chemiczną, w postaci nalistnej aplikacji fungicydów zarejestrowanych do zwalczania zarazy ziemniaka. O skuteczności ochrony chemicznej decyduje kilka czynników, z których najważniejszymi są: termin rozpoczęcia ochrony, terminy kolejnych zabiegów, dobór i kolejność zastosowanych fungicydów, w zależności od fazy rozwojowej rośliny i presji patogenu.

Drugą chorobą okresu wegetacji ziemniaka jest alternarioza powodowana przez grzyby z rodzaju *Alternaria* spp. (*Alternaria solani*, *Alternaria alternata*). Szkodliwość alternariozy jako czynnika obniżającego plon jest znacznie mniejsza niż zarazy ziemniaka, dlatego jest nieco lekceważona przez rolników. Jednak z uwagi na obserwowane zjawisko ocieplania klimatu, choroba ta nabiera coraz większego znaczenia. Według Reinoch (1974) i Frya (1994) straty w plonie powodowane przez alternariozę wahają się w granicach 20%–30%, a na odmianach szczególnie podatnych mogą przekraczać 50%. Według nowszych doniesień straty plonu szacowane są od 5 do 78% (Waals, i in., 2004; Pasche, i in., 2004, 2005). Rozwojowi choroby sprzyja ciepła i sucha pogoda, w której okresy suszy przeplatane są niezbyt dużymi, ale często padającymi deszczami. Patogen rozwija się lepiej na roślinach ziemniaka uprawianych na glebach lekkich, ubogich w składniki pokarmowe, roślinach z niedoborem azotu, osłabionych, niedożywionych, starzejących się lub wcześniej zaatakowanych przez inne patogeny (Kapsa, 2004, Osowski, 2007). Strategia zapobiegania i ochrony roślin przed alternariozą

opiera się na zastosowaniu prawidłowej agrotechniki, wykorzystaniu odporności odmian oraz aplikacji chemicznych preparatów fungicydowych.

Celem pracy była ocena wpływu zastosowania różnej intensywności ochrony na porażenie roślin ziemniaka przez *P. infestans* i *Alternaria* spp. oraz wielkość plonu bulw odmian o różnej wczesności i odporności na te patogeny.

Material i metody

Badania przeprowadzono w latach 2014–2016 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-PIB Oddział w Jadwisinie, na glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Ziemniak uprawiano w systemie konwencjonalnym. Zabiegi agrotechniczne przedstawiono w tabeli 1. Ze względu na długotrwałą suszę panującą przez cały czerwiec 2015 roku, rośliny ziemniaka wymagały nawodnienia. Na polu doświadczalnym wykonano czterokrotnie nawadnianie, w łącznej dawce 80 mm. Doświadczenia polowe zakładano w układzie trzech bloków, stanowiących trzy następujące warianty ochrony fungicydowej:

- brak ochrony (obiekt kontrolny);
- ochrona ograniczona, rozpoczęta po stwierdzeniu wystąpienia objawów zarazy ziemniaka w polu, wykonano 1–3 zabiegi;
- ochrona intensywna, rozpoczęta zabiegiem profilaktycznym, przed wystąpieniem objawów zarazy, obejmująca wykonanie 4–5 zabiegów (tab. 2, tab. 2.1).

W każdym bloku materiał badawczy stanowiło 11 odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności i różnej odporności na *P. infestans*.

Tabela 1
Table 1

Zabiegi agrotechniczne zastosowane na polu doświadczalnym. Jadwisin 2014–2016

Agronomic inputs in experimental field. Jadwisin 2014–2016

Plodozmian i zabiegi agrotechniczne / Crop production practice	
Nawożenie Fertilization	ok. 5 t słomy pszennej na przyoranie + 1 kg azotu mineralnego na 100 kg słomy + międzyplon z gorczycy białej Plowed rye straw + 1 kg mineral nitrogen per 100 kg straw + catch crop, N: 100 kg·ha ⁻¹ , P: 53 kg·ha ⁻¹ , K: 150 kg·ha ⁻¹
Nawadnianie w 2015 Irrigation on 2015	80 mm
Zwalczanie chwastów Weed control	Linurex 500 SC – 1,8 l·ha ⁻¹ Titus 25 WG + Trend 90 EC – 60g + 100ml·ha ⁻¹
Zwalczanie stonki Colorado potato beetle control	Insektycydy chemiczne 2–3 razy w sezonie Chemical insecticides 2–3 times per season Actara 25 WG – 40 g·ha ⁻¹ ; Calypso 480 SC – 75 ml·ha ⁻¹

Tabela 2
Table 2Zabiegi przed chorobami grzybowymi w zależności od intensywności ochrony
Treatments of fungicides depending on scope of protection

Ochrona fungicydowa <i>The fungicides protection</i>	Lata badań / <i>Years</i>					
	2014		2015		2016	
	Preparat <i>Chemical preparation</i>	Liczba zabiegów <i>Number of treatments</i>	Preparat <i>Chemical preparation</i>	Liczba zabiegów <i>Number of treatments</i>	Preparat <i>Chemical preparation</i>	Liczba zabiegów <i>Number of treatments</i>
Brak ochrony <i>No protection</i>	–	0	–	0	–	0
Ograniczona <i>Limited</i>	Ekonom MC 72,5 WP – 2 kg ha ⁻¹	2	Pyton Consento 450 SC – 2 l ha ⁻¹	1	Ridomil Gold MZ 67,8 WG – 2,5 kg ha ⁻¹	3
	Revus 250 SC – 0,6 l ha ⁻¹				Revus 250 SC – 0,6 l ha ⁻¹	
Intensywna <i>Intensive</i>	Pyton Consento 450 SC – 2 l ha ⁻¹	4	Ridomil Gold MZ 67,8 WG – 2,5 kg ha ⁻¹	5	Ridomil Gold MZ 67,8 WG – 2,5 kg ha ⁻¹	5
	Ridomil Gold MZ 67,8 WG – 2,5 kg ha ⁻¹		Ridomil Gold MZ 67,8 WG – 2,5 kg ha ⁻¹		Ridomil Gold MZ 67,8 WG – 2,5 kg ha ⁻¹	
	Pyton Consento 450 SC – 2 l ha ⁻¹		Pyton Consento 450 SC – 2 l ha ⁻¹		Banjo 400 SC – 0,8 l ha ⁻¹	
	Revus 250 SC – 0,6 l ha ⁻¹		Pyton Consento 450 SC – 2 l ha ⁻¹		Cabrio Duo 112 EC – 2,5 kg ha ⁻¹	
			Revus 250 SC – 0,6 l ha ⁻¹		Revus 250 SC – 0,6 l ha ⁻¹	

Tabela 2.1
Table 2.1Rodzaje substancji aktywnych stosowanych preparatów
Types of active substances of the preparations used

Preparat / <i>Chemical preparation</i>	Substancja aktywna i jej ilość / <i>Active substance and its amount</i>
Banjo 400 SC	Fluazynam/Fluazinam – 20%, Dimetomorf/Dimethomorph – 20%
Cabrio Duo 112 EC	Dimetomorf/Dimethomorph – 6,9%, Piraklostrobina/Pyraclostrobin – 3,8%
Ekonom MC 72,5 WP	Mankozeb/Mancozeb – 68%, Cymoksanił/Cymoxanil – 4,5%
Pyton Consento 450 SC	Chlorowodorek propamokarbu/Propamocarb hydrochloride – 33,30% Fenamidon/Fenamidone – 6,66%
Revus 250 SC	Mandipropamid/Mandipropamid – 25%
Ridomil Gold MZ 67,8 WG	Metalaksyl M/Metalaxyl M – 3,8%, Mankozeb/Mancozeb – 64,0%

Grupy wczesności odmian i odporności na zarazę poszczególnych grup podano w tabeli 3. Obserwacji rozwoju chorób dokonywano co siedem dni. Porażenie roślin określano za pomocą stopnia porażenia w skali dziewięciostopniowej, w której 9 oznacza brak objawów choroby, a 1- całkowite zniszczenie naci. Ocenę porażenia zarazą przedstawiono za pomocą tempa szerzenia się choroby obliczoną jako współczynnik regresji porażenia w czasie. Tempo szerzenia zarazy obliczono według wzoru:

$$1/(t_2-t_1) \cdot [L_n \text{ porażenia końcowego} - L_n \text{ porażenia początkowego}]$$

gdzie:

t1 – liczba dni od daty zerowej do wystąpienia pierwszych objawów,

t2 – liczba dni od daty zerowej, do daty gdy

stopień porażenia w kolejnym terminie obserwacji nie jest większy od poprzedniego (Roztropowicz, 1999).

Po zbiorze określano wielkość plonu bulw z poszczególnych wariantów ochronnych. Wyniki opracowano za pomocą ANOVA programu statystycznego STATISTICA 13.3. Istotność różnic testowano testem Tukeya na poziomie $\alpha_{0,05}$.

Wyniki

Warunki pogodowe w okresie wegetacji i terminy wystąpienia pierwszych objawów chorób

Warunki termiczno-wilgotnościowe w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji przedstawiono w tabeli 4, a terminy wystąpienia pierwszych objawów chorób grzybowych roślin ziemniaka

Tabela 3
Table 3

Grupy wczesności odmian i odporności na zarazę (*Phytophthora infestans*)

Characteristics of potato cultivars

Grupa wczesności <i>Maturity group</i>	Odporność roślin na <i>P. infestans</i> <i>Resistance to P. infestans</i>	Liczba badanych odmian <i>Number of cultivars</i>
Bardzo wczesna <i>Very early</i>	2–3	2
Wczesna <i>Early</i>	3–4	3
Średnio wczesna <i>Middly early</i>	3,5–6	4
Średnio późna <i>Middly late</i>	5	2

Tabela 4
Table 4

Suma opadów atmosferycznych i średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka w latach badań (2014–2016) w Jadwisinie

Total monthly rainfall (R) and mean monthly temperatures (T) during the vegetative growth period in the years 2014–2016 for Jadwisin

Rok/miesiąc <i>Year/month</i>	Średnia temperatura powietrza (°C) <i>Mean air temperature (°C)</i>						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
2014	10,3	14,1	15,8	21,4	18,3	14,7	15,8
2015	8,3	12,9	17,5	19,6	22,5	15,1	16,0
2016	9,3	15,3	18,7	19,6	18,4	15,7	16,2
Średnia wieloletnia <i>Multi-year average</i> 1967–2013	7,9	13,7	16,6	18,5	17,9	13,2	14,6
	Suma opadów (mm) <i>Sum of rainfall (mm)</i>						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
2014	61,1	41,3	69,8	23,5	79,2	11,9	286,8
2015	27,8	39,5	15,4	62,6	8,6	36,6	190,5
2016	31,4	92,2	85,4	103,6	61,4	9,5	383,5
Średnia wieloletnia <i>Multi-year average</i> 1967–2013	36	56	76	77	60	49	354,0

w tabeli 5.

Okres wegetacji 2014 roku charakteryzował się podwyższoną temperaturą powietrza oraz suszą panującą od maja do lipca. W okresie tym odnotowano opady mniejsze w porównaniu do okresu wieloletniego (1967–2013) o około 74 mm. W drugiej dekadzie lipca po wystąpieniu umiarkowanych opadów, zaistniały korzystne warunki dla rozwoju infekcji *P. infestans*. Pierwsze objawy zarazy ziemniaka zaobserwowano 22 lipca na obiekcie kontrolnym (bez ochrony) oraz obiekcie z ochroną ograniczoną, jednak susza panująca w kolejnych dniach lipca zahamowała dalszy rozwój choroby. Wcześniej na plantacji wystąpiły objawy porażenia roślin alternariozą. Pierwsze objawy choroby stwierdzono 16 czerwca na roślinach odmian wczesnych, na wszystkich porównywanych w badaniu obiektach ochronnych.

W 2015 roku warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaka charakteryzowały się długotrwałą suszą. W okresie tym suma opadów wyniosła zaledwie 190,5 mm i była mniejsza od średniej wielolecia o ponad 163 mm. Największy deficyt wody odnotowano w czerwcu i sierpniu. Ponadto okres wegetacji charakteryzował się podwyższoną temperaturą powietrza. Takie warunki termiczno-wilgotnościowe nie sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych. Pomimo deszczowania plantacji, nie zaobserwowano na roślinach objawów infekcji wywołanej przez *P. infestans*. Natomiast pierwsze objawy porażenia alternariozą stwierdzono 22 czerwca na roślinach niechronionych oraz na obiekcie z ograniczoną ochroną, a dopiero 20 lipca na roślinach rosnących na obiekcie z intensywną ochroną fungicydową.

Okres wegetacji 2016 roku był wilgotny i ciepły. Od maja do końca sierpnia odnotowano ponadprzeciętne opady deszczu. W całym sezonie wegetacji suma opadów wyniosła 383,5 mm i była większa od średniej wielolecia o ok. 30 mm, ale rozkład opadów był bardzo nierównomierny. Średnia

temperatura powietrza dla całego okresu wegetacji wyniosła 16,2°C i była większa od średniej wielolecia o 1,6°C. Średnie dobowe temperatury powietrza w lipcu i sierpniu dochodziły do 25°C, a w czerwcu nawet do 27,5°C. Mimo znacznych opadów, liczba godzin o wysokiej wilgotności względnej była niewielka ze względu na wysoką temperaturę. Upalna pogoda powodowała szybkie zasychanie roślin w łanie. Pomimo to, pierwsze objawy choroby zaobserwowano 19 lipca na obiekcie bez ochrony (odmiany z grupy wczesnych), 2 dni później objawy choroby stwierdzono na obiekcie z ograniczoną ochroną. Na obiekcie z zastosowanym zabiegiem profilaktycznym choroba wystąpiła późno – 29 lipca i nie odnotowywano jej dalszego rozwoju. Pierwsze objawy porażenia roślin alternariozą zaobserwowano 20 czerwca, na wszystkich porównywanych w badaniu obiektach ochronnych.

Rozwój alternariozy ziemniaka (*Alternaria* spp.)

Warunki pogodowe w latach badań wpłynęły w sposób istotny na poziom porażenia roślin (tab. 6). Istotnie najniższy stopień porażenia roślin alternariozą, wynoszący 6,7 (w skali dziesięciostopniowej) odnotowano w roku 2015. Największe porażenie – 5,7 wystąpiło w 2014 roku. Nie udowodniono statystycznie istotnej różnicy między stopniem porażenia roślin w latach 2014 i 2016. Stwierdzono istotne różnice w rozwoju choroby w zależności od intensywności zastosowanej ochrony fungicydowej. Najbardziej porażone były rośliny uprawiane na obiekcie bez ochrony, następnie na poletkach z ograniczoną ochroną i najmniej po zastosowaniu ochrony intensywnej. W rozwoju alternariozy wczesność odmian miała również duże znaczenie, ale istotne różnice udowodniono pomiędzy odmianami wczesnymi i pozostałymi grupami wczesności. Stopień porażenia roślin w grupie odmian wczesnych był istotnie największy.

Rozwój zarazy ziemniaka (*P. infestans*)

Tempo szerzenia się zarazy ziemniaka

Tabela 5
Table 5

Terminy wystąpienia pierwszych objawów chorób grzybowych roślin ziemniaka

Dates of first symptoms of fungal disease

Ochrona fungicydowa <i>The fungicides protection</i>	Choroba / Disease; Lata badań / Years					
	Alternarioza/ <i>Early blight</i>			Zaraza ziemniaka/ <i>Late blight</i>		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Brak ochrony / <i>No protection</i>	16.06	22.06	20.06	22.07	X	19.07
Ograniczona / <i>Limited</i>	16.06	22.06	20.06	22.07	X	21.07
Intensywna / <i>Intensive</i>	16.06	20.07	20.06	X*	X	29.07

*- Objawy choroby nie wystąpiły / *no symptoms*

Tabela 6
Table 6Najwyższy stopień porażenia roślin ziemniaka przez *Alternaria* spp w zależności od zakresu ochrony, wczesności odmian i latMaximum degree of infestation by *Alternaria* depending on the scope of protection, cultivar earliness and years

Grupa wczesności <i>Earliness</i>	Rok badań / <i>Year</i> /; Ochrona fungicydowa / <i>The fungicides protection</i>									Średnio <i>Mean</i>
	2014			2015			2016			
	Brak ochrony <i>No protection</i>	Ograniczona <i>Limited</i>	Intensywna <i>Intensive</i>	Brak ochrony <i>No protection</i>	Ograniczona <i>Limited</i>	Intensywna <i>Intensive</i>	Brak ochrony <i>No protection</i>	Ograniczona <i>Limited</i>	Intensywna <i>Intensive</i>	
Bardzo wczesna <i>Very early</i>	5,3	7,0	7,5	7,0	7,0	7,0	6,3	5,0	6,8	6,5 b**
Wczesna <i>Early</i>	4,5	4,8	6,5	6,3	6,0	7,0	3,8	6,0	5,5	5,5 a
Średnio wczesna <i>Middly early</i>	4,7	5,8	6,7	5,7	7,0	7,1	5,6	7,1	6,5	6,2 b
Średnio późna <i>Middly late</i>	4,8	5,0	6,0	6,5	7,5	7,3	6,3	5,5	7,3	6,2 b
Średnia dla ochrony <i>Mean for protection</i>	4,8 a*	5,6 abc	6,6 cd	6,3 bcd	6,9 cd	7,1 d	5,5 ab	5,9 bcd	6,5 bcd	X
Średnia dla lat <i>Mean for years</i>		5,7 a*			6,7 b			6,0 a		X

*- Średnie w wierszach oznaczone z tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($P < 0.05$)
Means in lines marked with the same letter do not differ statistically ($P < 0.05$)

**-. Średnie w kolumnie oznaczone z tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($P < 0.05$)
Means in column marked with the same letter do not differ statistically ($P < 0.05$)

przedstawiono w tabeli 7. Rozwój choroby zależał w sposób istotny od wszystkich badanych czynników, ale największy wpływ miały warunki termiczno-wilgotnościowe panujące w latach badań. Choroba wystąpiła podczas dwóch z trzech analizowanych sezonów i najszybciej szerzyła się w 2016 roku. Średnio dla lat badań zaraza rozwijała się najszybciej na roślinach niechronionych, wolniej na poletku z ograniczoną ochroną i najwolniej po zastosowaniu ochrony intensywniej. W roku o mniejszej presji patogenu (2014) nie zaobserwowano objawów zarazy w wariacie z ochroną intensywną. Różnice w tempie szerzenia się choroby pomiędzy obiektami były znaczne. W roku o znacznej presji patogenu (2016), choroba na roślinach niechronionych rozwijała się ponad dwukrotnie szybciej w porównaniu z roślinami, które chroniono chemicznie po wystąpieniu objawów zarazy i ponad osiem razy szybciej w porównaniu z roślinami które zaczęto chronić przed zarazą jeszcze przed wystąpieniem choroby. Wczesność odmian i ich odporność na patogen miała również istotne znaczenie. Dotyczyło to jednak (podobnie jak w przypadku alternariozy) tylko grupy odmian wczesnych, mniej odpornych na zarazę, u których stwierdzono największe tempo szerzenia

się choroby oraz odmian średnio wczesnych i średnio późnych o wyższej odporności, gdzie tempo jej rozwoju było najwolniejsze.

Plon bulw

Plon bulw zależał istotnie od wszystkich badanych czynników (tab. 8). Największe plony bulw zebrano w 2016 roku, zaś najmniejsze w roku 2015 i były one ponad dwa razy mniejsze niż w roku 2016. Średnio dla trzech lat badań, w kombinacji w której nie stosowano ochrony fungicydowej plon bulw wynosił 32,7 t·ha⁻¹, w kombinacji z ochroną ograniczoną – 37,8 t·ha⁻¹, a po zastosowaniu intensywniej ochrony – 39,1 t·ha⁻¹. Różnice w plonie bulw w poszczególnych wariantach ochronnych zależały jednak od lat badań. W roku 2014 wszystkie kombinacje pod względem plonu różniły się między sobą istotnie. W latach 2015 i 2016 istotne różnice w uzyskanych plonach stwierdzono jedynie pomiędzy obiektem bez ochrony a pozostałymi. Plony bulw z obiektów z ochroną ograniczoną i intensywną nie różniły się między sobą istotnie w tych latach badań. W latach 2014 i 2016, czyli latach o silniejszej presji ze strony patogenów grzybowych ziemniaka różnice w plonie bulw między kombinacją bez ochrony fungicydowej a ochroną intensywną

Tabela 7
Table 7Tempo szerzenia zarazy ziemniaka w zależności od zakresu ochrony, wczesności odmian i lat
Rate of late blight development depending on the scope of protection, cultivar earliness and years

Grupa wczesności Earliness	Rok badań / Year / Zakres ochrony fungicydowej / Scope of protection									Średnio Mean
	2014			2015			2016			
	Brak ochrony No protection	Ograniczona Limited	Intensywna Intensive	Brak ochrony No protection	Ograniczona Limited	Intensywna Intensive	Brak ochrony No protection	Ograniczona Limited	Intensywna Intensive	
Bardzo wczesna Very early	0	0	0	0	0	0	0,363	0,100	0,039	0,056 ab**
Wczesna Early	0	0	0	0	0	0	0,357	0,141	0,016	0,073 b
Średnio wczesna Middly early	0,061	0,018	0	0	0	0	0,182	0,072	0,041	0,041 a
Średnio późna Middly late	0	0	0	0	0	0	0,116	0,110	0,024	0,027 a
Średnia dla ochrony Mean for protection	0,015 a*	0,004 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0,254 c	0,105 b	0,031 a	X
Średnia dla lat Mean for years		0,006 a			0 a			0,128 b		X

*- Średnie w wierszach oznaczone z tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($P < 0.05$)Means in lines marked with the same letter do not differ statistically ($P < 0.05$)**- Średnie w kolumnie oznaczone z tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($P < 0.05$)Means in column marked with the same letter do not differ statistically ($P < 0.05$)Tabela 8
Table 8Plon bulw (t/ha) w zależności od zakresu ochrony, wczesności odmian i lat
Tuber yield depending on the scope of protection, cultivar earliness and years

Grupa wczesności Earliness	Rok badań / Year / Zakres ochrony fungicydowej / Scope of protection									Średnio Mean
	2014			2015			2016			
	Brak ochrony No protection	Ograniczona Limited	Intensywna Intensive	Brak ochrony No protection	Ograniczona Limited	Intensywna Intensive	Brak ochrony No protection	Ograniczona Limited	Intensywna Intensive	
Bardzo wczesna Very early	20,2	25,9	27,7	25,2	28,8	26,5	47,3	49,5	54,1	33,9 a**
Wczesna Early	20,3	23,6	30,4	23,9	29,8	27,8	49,6	54,8	56,1	35,1 a
Średnio wczesna Middly early	25,3	30,6	36,5	23,2	27,6	24,2	54,2	62,4	62,9	38,5 b
Średnio późna Middly late	24,7	30,3	35,8	20,8	21,8	20,1	51,9	59,8	57,5	35,8 a
Średnia dla ochrony Mean for protection	23,3 a*	28,4 b	33,6 c	23,3 a	27,1 ab	24,6 ab	51,6 d	58,1 e	59,0 e	X
Średnia dla lat Mean for years		28,5 b*			24,9 a			56,3 c		X

*- Średnie w wierszach oznaczone z tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($P < 0.05$)Means in lines marked with the same letter do not differ statistically ($P < 0.05$)**- Średnie w kolumnie oznaczone z tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($P < 0.05$)Means in column marked with the same letter do not differ statistically ($P < 0.05$)

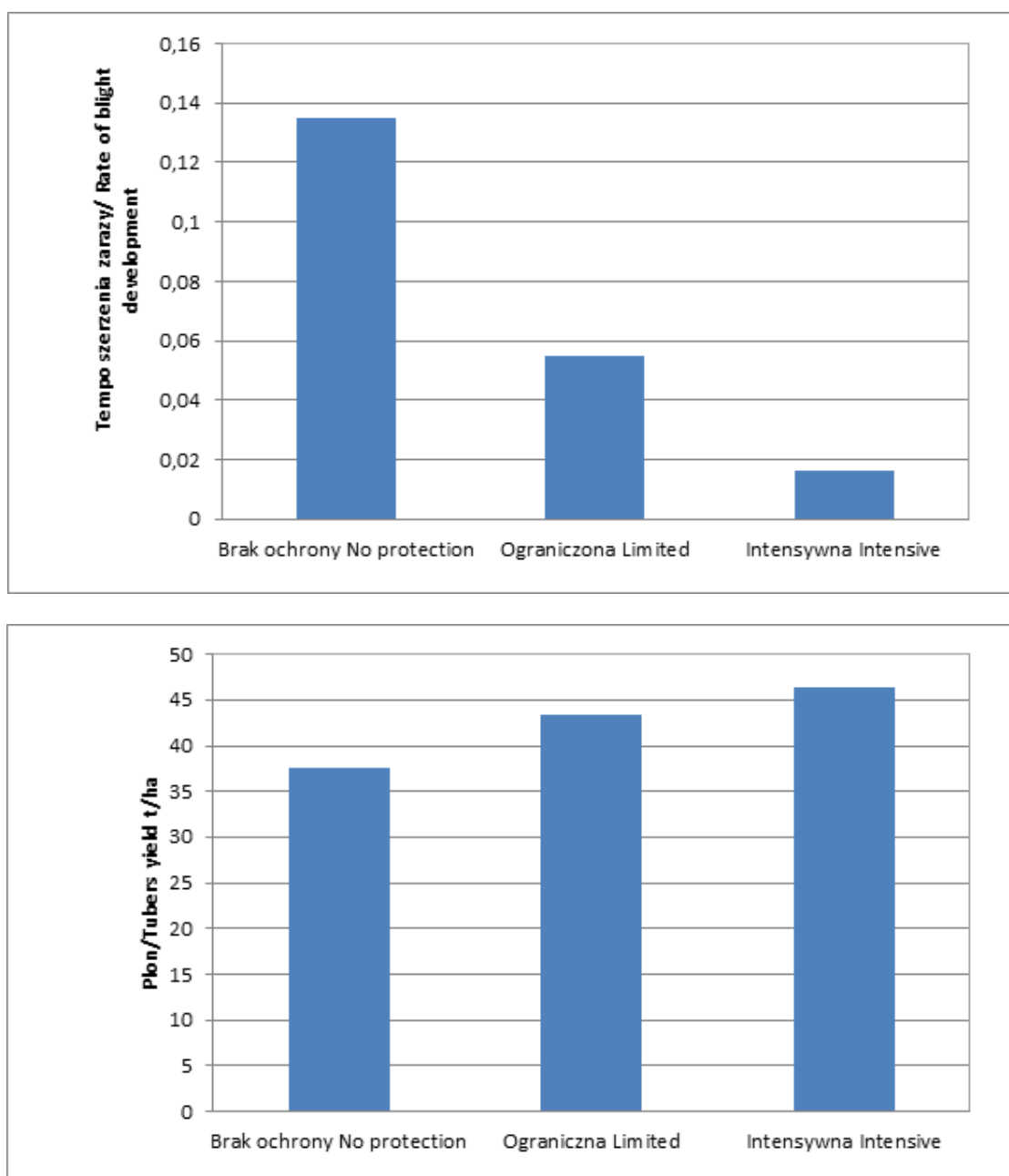
wynosiły odpowiednio 10,3 t·ha⁻¹ i 7,4 t·ha⁻¹. Straty plonu stanowiły w tych latach odpowiednio 44,2% i 14,3%. Natomiast w roku 2015 „nie zarazowym”, różnica ta wynosiła 1,3 t·ha⁻¹, co stanowiło 5,5% utraty plonu. Największy plon uzyskano w grupie odmian średnio wczesnych, zaś najmniejszy u odmian bardzo wczesnych. Istotne zróżnicowanie stwierdzono między odmianami średnio wczesnymi a pozostałymi grupami wczesności.

Średnio dla dwóch lat badań, w których wystąpiła zaraza, największe tempo szerzenia choroby i jednocześnie najmniejszy plon bulw odnotowano

w kombinacji, w której nie stosowano ochrony fungicydowej. Natomiast w kombinacji z ochroną intensywną tempo szerzenia się patogenu było najwolniejsze, a plon bulw największy (rys. 1). Zależność ta, tj. im szybszy rozwój choroby w danej kombinacji, tym mniejszy plon nie była istotna statystycznie ($p=0,1120$) a współczynnik korelacji r wynosił zaledwie $-0,1133$.

Dyskusja

Zaraza ziemniaka i alternarioza są chorobami najczęściej występującymi w okresie wegetacji



Rys. 1. Tempo szerzenia zarazy w zależności od zakresu ochrony fungicydowej (średnio dla lat badań 2014 i 2016) i plon bulw (t·ha⁻¹)

Fig. 1. Rate of late blight development depending on scope of protection (mean for years 2014 and 2016) and tuber yield.

ziemniaka. Na skutek zniszczenia części nadziemnej roślin, dochodzi do zahamowania przyrostu bulw i następuje znaczny spadek plonu. Najpowszechniejszą strategią zwalczania chorób grzybowych jest stosowanie zabiegów ochronnych przy użyciu fungicydów. Jednak w dobie ekologizacji rolnictwa dąży się do zminimalizowania i zoptymalizowania stosowania środków ochrony roślin. Niniejsza praca dostarcza informacji dotyczących wpływu stosowania różnych poziomów ochrony fungicydowej na rozwój zarazy i alternariozy na roślinach ziemniaka oraz związany z tym wzrost plonu.

Alternarioza pojawiła się na roślinach jako pierwsza, przed wystąpieniem objawów zarazy ziemniaka. Uzyskane wyniki potwierdziły wcześniejsze badania Zarzyńskiej i Szutkowskiej (2012). Znaczenie warunków klimatycznych dla wystąpienia i rozwoju zarazy podkreślają Harrison (1992) i Kapsa (2007) uważając, że rozwój choroby przebiega szybciej w wilgotnych i chłodnych warunkach. W pracy udowodniono duży wpływ warunków meteorologicznych na wystąpienie infekcji, jej rozwój i wielkość plonów. Opady były parametrem pogody najbardziej różnicującym analizowane zmienne. Bardzo duże niedobory opadów w roku 2015 spowodowały, że w ogóle nie odnotowano objawów porażenia roślin przez *P. infestans*, a porażenie roślin alternariozą było umiarkowane. Mniejszy deficyt wody w 2014 roku sprzyjał występowaniu alternariozy ale umiarkowanie rozwojowi zarazy na plantacji ziemniaka. Z kolei rok 2016, o ponadprzeciętnych opadach najbardziej sprzyjał szerzeniu się zarazy i relatywnie alternariozie. Wielkość plonów również zależała do wielkości opadów, tj. im większe były opady w danym roku, tym plon bulw był większy. Uzyskane zależności są zgodne z obserwacjami i wynikami prac innych autorów (Kapsa, 2004; Zarzyńska, Szutkowska, 2012; Rakotonindraina, 2012).

Średnio dla lat badań, najwyższy stopień porażenia roślin ziemniaka przez *Alternaria* spp. oraz najszybsze szerzenie się *P. infestans* (średnio dla dwóch lat badań, w których patogen wystąpił) stwierdzono na poletkach kontrolnych, na których nie stosowano fungicydów. Znacznie mniejsze porażenie chorobami grzybowymi obserwowano na roślinach rosnących na poletkach z ochroną ograniczoną, w której pierwszy zabieg fungicydem wykonano po stwierdzeniu objawów zarazy na roślinach. W zależności od presji patogenu w danym roku, na obiekcie tym, w całym sezonie wykonano od jednego do trzech zabiegów. Najlepsze zabezpieczenie roślin przed alternariozą i zarazą ziemniaka

uzyskano na poletkach chronionych intensywnie, tj. z zastosowaniem zabiegu profilaktycznego, przed wystąpieniem objawów zarazy. Na obiekcie tym wykonano 4 lub 5 zabiegów chemicznych. Według wielu autorów aplikowanie fungicydów w porównaniu z kontrolą istotnie redukuje nasilenie chorób grzybowych na roślinach (Dowley, i in., 2008; Mantecón, 2007; Kapsa, 2004). Uzyskali oni również istotne różnice w nasileniu infekcji w zależności od rodzaju zastosowanych fungicydów. W badaniach własnych skupiono się z kolei na częstotliwości wykonywania zabiegów. Zgodnie z uzyskanymi wynikami, obiekty z ochroną ograniczoną i ochroną intensywną różniły się między sobą istotnie statystycznie pod względem tempa szerzenia zarazy tylko w roku 2016 tj. o większej presji patogenu.

Zastosowanie fungicydów zahamowało lub zapobiegło rozwojowi infekcji grzybowych i spowodowało znaczny wzrost plonu bulw. Średni wzrost plonów spowodowany działaniem fungicydów w okresie trzech lat badań wyniósł 19%. Największy średni wzrost plonu – 21,3%, uzyskano pomiędzy obiektem kontrolnym a obiektem z ochroną intensywną. Około 17% wyżkę plonu obserwowano na obiekcie z ochroną ograniczoną w porównaniu z niechronioną kontrolą. Różnica w plonie pomiędzy obiektami z ochroną ograniczoną i intensywną wynosiła 6,5%. Największe różnice w plonie pomiędzy obiektami odnotowano w roku 2014, bardziej sprzyjającym występowaniu alternariozy niż zarazie ziemniaka. Na obiekcie z ochroną intensywną zaraza w ogóle nie wystąpiła. Uzyskane wyniki są bardzo zbliżone do wcześniejszych wyników autora oraz prac innych badaczy. Straty plonu wynikające z porażenia plantacji alternariozą na poletkach niechronionych w doświadczeniach polowych wahały się od 6 do 45% (Pietraszko, 2016). Mantecón (2007) podczas dziesięcioletnich badań ocenił wpływ wybranych fungicydów na wielkość i jakość plonu bulw. Średni wzrost plonu spowodowany działaniem preparatów zwalczających alternariozę wyniósł 17,9%. Zaś wzrost plonu spowodowany działaniem preparatów na zarazę ziemniaka był równy 33,8%. Natomiast Dowley i współautorzy (2008) oceniający przez dwadzieścia pięć lat porażenie roślin zarazą w Irlandii, uzyskali wzrost plonów pod wpływem ochrony fungicydowej na poziomie 10,1 t·ha⁻¹. W badaniach własnych średni wzrost plonu w porównaniu z obiektem kontrolnym wyniósł 5,1 t·ha⁻¹ dla ochrony ograniczonej i 6,4 t·ha⁻¹ dla ochrony intensywnej. Wyniki te wskazują, że w latach o umiarkowanej presji ze strony patogenów grzybowych rozpoczęcie

ochrony chemicznej w momencie wystąpienia objawów zarazy w polu zapewnia uzyskanie zadowalającego plonu bulw, tylko nieznacznie niższego od plonu bulw z poletek z ochroną intensywną.

Stwierdzono wyraźną zależność pomiędzy odpornością odmiany na patogena a rozwojem chorób. Odmiany z grupy bardzo wczesnych i wczesnych, o niskiej odporności charakteryzowały się szybszym tempem rozwoju zarazy niż odmiany późniejsze o wyższej odporności. Taką zależność potwierdzili Kapsa (2005), Visker (2003) oraz Rakotonindraina (2012). Podobne zależności wystąpiły w przypadku alternariozy. Odmiany wczesne, szybciej starzejące się są bardziej podatne na tę chorobę, co również potwierdzono w badaniach własnych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że częstotliwość i terminy stosowania fungicydów należy uzależnić od warunków pogodowych i odporności uprawianych odmian na zarazę ziemniaka, uzyskując jednocześnie plony na bardzo zadowalającym poziomie.

Literatura

- Dowley, L. J. Grant, J., Griffin, D. (2008). Yield losses caused by late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) in potato crops in Ireland. *Irish J. Agric. Food Res.*, (47), 69–78
- Fry, W. E. (1994). Role of early blight suppression pest management. W: G. W. Zehder, M. L. Powelson, R. K. Jansson, K.V Raman. *Advance in potato pest biology and management* (166–177). APS Press, Am. Phytopath. Soc. St. Paul. Minnesota USA
- Harrison, J. G. (1992). The effect of aerial environment on late blight of potato foliage – a review. *Plant Pathology* 41: 384 – 416. In: Leonard, K. J. & Fry, W.E. (eds.): *Plant Disease Epidemiology*, Vol. 2. MacMillan, New York, 3–37
- Hoffman, G. M. & Schmuterer, H. O. (1983). *Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 488
- Kapsa, J. (2001). Zaraza (*Phytophthora infestans*/Mont./de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR 11, 7–10
- Kapsa, J. (2004). Early blight (*Alternaria spp.*) in potato crops in Poland and results of chemical protection. *J. Plant Prot. Res.* 44 (3), 231–238
- Kapsa, J. (2005). Wykorzystanie odporności odmian w ochronie przed zarazą. *Ziem. Pol.* (4), 20–23
- Kapsa, J. (2007). Effect of climatic conditions on infection pressure of *Phytophthora infestans* and harmfulness of the pathogen to potato crops. *J. Plant Protection Res.* 47 (4), 357–366
- Kesksse, D. (2013). Overview of epidemiology and management of late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) on potato and tomato crops. *IJRAS*. Volume 6, Issue 4, ISSN (Online): 2348–3997
- Mantecón, J. D. (2007). Potato yield increases due to fungicide treatment in Argentinian early blight (*Alternaria solani*) and the late blight (*Phytophthora infestans*) field trials during the 1996–2005 seasons. *Plant Health Prog.* doi: 10.1094/PHP-2007-0202-01-RS
- Oowski, J. (2007). Termin wystąpienia pierwszych objawów alternariozy ziemniaka w zależności od roku i województwa. *Prog. Plant Prot.* 47 (2), 216–233
- Pasche J.S., Wharam C.M., and Gudmestad, N.C. (2004). Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to Q (0) I fungicides. *Plant Dis.* 88, 181–187
- Pasche, J.S., Piche, L.M. and Gudmestad, N.C. (2005). Effect of the F129L mutation in *Alternaria solani* on fungicides affecting mitochondrial respiration. *Plant Dis.* 89, 269–278
- Pietraszko, M., Zarzyńska, K. (2016). Wpływ alternariozy na porażenie roślin i plon ziemniaka w zależności od zakresu ochrony i systemu uprawy. *Ziem. Pol.* (3), 28–34
- Rakotonindraina, T., Chauvin, J. E., Pellé, R., Faivre, R., Chatot, C., Savary, S., Aubertot, J. N. (2012). Modeling of yield losses caused by potato late blight on eight cultivars with different levels of resistance to *Phytophthora infestans*. *Plant Dis.* (96), 935–942
- Rienoch, M. (1974). Alternarioza ziemniaka. *Z Prac Inst. Ziemn.* 1 (2), 19–28
- Roztropowicz, S. (1999). Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie, 24
- Sawicka, B., Kapsa, J. (2001). Effect of varietal resistance and chemical protection on the potato late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) development. *Potato Res.* 44 (3), 303–304
- Waals, J.E., Korsten L., Slippers, B. (2004). Genetic diversity among *Alternaria solani* isolates from potatoes in South Africa. *Plant Dis.* 88, 959–964
- Visker, M.H.P.W., Keizer, L.C.P., Budding, D.J., Van Loon, L.C., Colon L.T., Struik P.C. (2003). Leaf position prevails over plant age in reflecting resistance to late blight in potato. *Phytopathology* (93), 666–674
- Zarzyńska, K., Szutkowska, M. (2012). Rozwój chorób grzybowych oraz plon bulw w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Appl. Agric. Engin.* 57 (4): 205–210

Wpływ mikrostarterów B i K na wielkość i jakość bulw ziemniaka

The influence of microstarters B and K on the volume and quality of potato tubers

Jerzy Osowski¹, Janusz Urbanowicz²

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB w Radzikowie,
Oddział w Boninie, 76–009 Bonin 3
✉ e-mail: j.osowski@ihar.edu.pl

W latach 2016–2018 w Oddziale IHAR-PIB w Boninie oceniano wpływ zastosowania nawozów mikroelementowych Micro 1 B i Mikro 1 K jako nawożenia uzupełniającego nawożenia podstawowego pod ziemniaki. Największy plon bulw uzyskano dla kombinacji, w której do nawożenia podstawowego zastosowano dodatkowo nawóz Micro 1 K. Na poletkach, na których aplikowano ten zestaw nawozów stwierdzono najwyższy wzrost plonu ogólnego, oraz plonu bulw dużych (powyżej 55 mm), przydatnych do przetwórstwa. Stwierdzono także korzystny wpływ mikrostartera Mikro 1 B na zawartość skrobi w bulwach.

Słowa kluczowe: ciemnienie bulw, Micro 1 B, Micro 1 K, nawozy, plon, skrobia

In the years 2016–2018, the IHAR-PIB Branch in Bonin assessed the effect of the application of micro 1 B and Micro 1 K micronutrient fertilizers as supplementary fertilization for basic fertilization for potatoes. The highest tuber yield was obtained for the combination in which the basic fertilization was additionally applied with Micro1K. In the plots where this set of fertilizers was applied, the highest increase in the total yield, and the yield of large tubers (over 55 mm) suitable for processing was observed. The beneficial effect of the Micro 1 B on the starch content in tubers was also found.

Key words: darkening of tubers, fertilizers, Micro 1 B, Micro 1 K, starch, yield

Wstęp

Rośliny uprawne, w tym również ziemniak potrzebują do prawidłowego rozwoju i kształtowania plonu zarówno makro- i mikroelementów, które odpowiadają w roślinie za konkretne funkcje. Niedobór składników pokarmowych może powodować hamowanie rozwoju i spowalnianie procesów życiowych, co w konsekwencji negatywnie wpływa na wielkość i jakość plonu bulw (Stępień i in. 2009). Jednym z głównych zabiegów agrotechnicznych istotnie wpływających na wielkość uzyskiwanego plonu oraz jakość bulw potomnych jest nawożenie (Szewczuk, 2009; Trawczyński, Prokop 2016). Ziemniaki ze względu na długi okres wegetacji (odmiany późne powyżej 130 dni) oraz dużą masę plonu wymagają dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe przez cały okres wegetacji. Kompleksowe dostarczenie łatwo dostępnych składników pokarmowych istotnie wpływa na przebieg procesów fizjologicznych, rozwój roślin oraz zawiązywanie i rozwój bulw potomnych (Grzyś, 2004; Zarzecka, 2006). Efektywność zastosowanego nawożenia zależy między innymi od warunków glebowych

(kategorii agronomicznej, zawartości próchnicy, składników pokarmowych, odczynu), wilgotnościowo-termicznych w okresie wegetacji (opadów, temperatury powietrza) oraz rodzaju zastosowanych nawozów. Jednym z takich rozwiązań jest stosowanie nawozów specjalistycznych, tak doglebowych, jak i dolistnych (Trawczyński, Prokop, 2016). Nawozy takie zawierają w swoim składzie między innymi mikroelementy, które występują w enzymach spełniając rolę katalizatorów i regulując procesy biochemiczne (Grzyś, 2004). Niedobór mikroelementów wpływa zasadniczo na cechy jakościowe plonu oraz radykalnie obniża ich wielkość (Czuba, 2000). Rola i znaczenie mikroelementów ulega znacznemu wzrostowi w ostatnich latach, co związane jest z wprowadzaniem coraz bardziej intensywnych i plennych odmian roślin, u których wzrost poziomu plonowania wpływa na zwiększone zapotrzebowanie roślin na mikroelementy, wzrostem udziału gleb o niskiej zawartości przyswajalnych mikroelementów oraz zbyt niskiej ich zawartości w roślinach, zwłaszcza z punktu widzenia wartości konsumpcyjnej i paszowej (Grzyś, 2004;

Brown, 2004; Imas, Magen, 2004).

Celem pracy było sprawdzenie wpływu zastosowania nawozów specjalistycznych Micro 1 B i Micro 1 K, zawierających mikroelementy Mn i Zn schelatowane przez EDTA, na rozwój roślin oraz na wielkość i jakość plonu bulw.

Material i Metody

Doświadczenia polowe przeprowadzono w Oddziale IHAR-PIB w Boninie k/Koszalin (województwo zachodniopomorskie) w latach 2016-2018. Efekty doglebowej aplikacji nawozów Micro 1 B i Micro 1 K określano na średnio późnej jadalnej odmianie Jelly. Badania obejmowały następujące kombinacje:

— **MB-1** – nawożenie nawozem Micro 1 B w dawce $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($\text{Mg} - 4,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{SO}_3 - 8,25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{B} - 22,5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{Mo} - 2,5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{Mn} - 250 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{Zn} - 750 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$);

— **MK-1** – nawożenie nawozem Micro 1 K w dawce $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($\text{NH}_4 - 1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 7,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{K}_2\text{O} - 5,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{SO}_3 - 2,8 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{Mn} - 100 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{Zn} - 500 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$);

— **NM** – nawożenie mineralne nawozem Yara Mila 14-14-21 w dawce $700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($98 - \text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $98 \text{ kg} - \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$, $147 \text{ kg} - \text{K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$);

— **NM + MB-1** – nawożenie nawozem Yara Mila 14-14-21 ($700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) + MB-1 ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$);

— **NM + MB-1** – nawożenie nawozem Yara Mila 14-14-21 ($700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) + MK-1 ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Doświadczenia polowe o powierzchni poletka wynoszącej $22,5 \text{ m}^2$ (100 roślin) w czterech powtórzeniach założono w układzie losowanych bloków na stanowisku po pszenicy ozimej. Badania przeprowadzono na glebie o składzie mechanicznym gliny piaszczystej i zróżnicowanej zawartości podstawowych makroelementów w zależności od roku badań (tab. 1).

Tabela 1
Table 1

Analiza gleby (lata 2016 – 2018)

Soil analysis (years 2016 - 2018)

Rok Year	pH w KCl pH in KCl	mg w 100 g gleby mg in 100 g soil						Próchnica organic matter [%]	Kategoria agronomiczna agronomic category
		P_2O_5		K_2O		MgO			
2016	5,9	18,6	wysoka high	16,0	wysoka high	6,1	wysoka high	2,3	głina piaszczysta sandy loam
2017	5,3	12,8	średnia medium	7,0	niska low	3,0	niska low	1,6	głina piaszczysta sandy loam
2018	5,5	20,1	bardzo wysoka very high	13,0	średnia medium	3,9	niska low	1,6	głina piaszczysta sandy loam

Po zbiorze pszenicy ozimej, w sierpniu wysiewano jako przedplon gorczycę białą ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) z dodatkiem mocznika w dawce $23 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Orkę zimową wykonywano na przełomie października i listopada. Na początku kwietnia wykonywano kultywatorowanie gleby. W połowie kwietnia wysiewano wieloskładnikowy nawóz mineralny Yara Mila 14-14-21 w ilości $700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, który następnie mieszano z glebą poprzez 2-krotne kultywatorowanie. Nawozy Micro 1 B i Micro 1 K wysiewano rzędowo w III dekadzie kwietnia bezpośrednio przed sadzeniem bulw ziemniaka na wyznaczonych poletkach. Po około 20-25 dniach po sadzeniu wykonywano zabieg obsypywania z ostatecznym profilowaniem redliny. Następnie aplikowano herbicyd Plateen 41,5 WG w dawce $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Kolejny zabieg

przeciwko zachwaszczeniu wykonywano, gdy rośliny ziemniaka były w fazie zwierania rzędów (BBCH 31 – 35), stosując herbicyd Titus 25 WG w dawce $60 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$. W trakcie wegetacji, w zależności od presji infekcyjnej, prowadzono ochronę przed zarazą ziemniaka i stonką ziemniaczaną (tab. 2).

W trakcie badań prowadzono obserwacje warunków pogodowych (ilość opadów i średnie dobowe temperatury powietrza) na podstawie stacji meteorologicznej w Boninie (rys. 1, fig. 1).

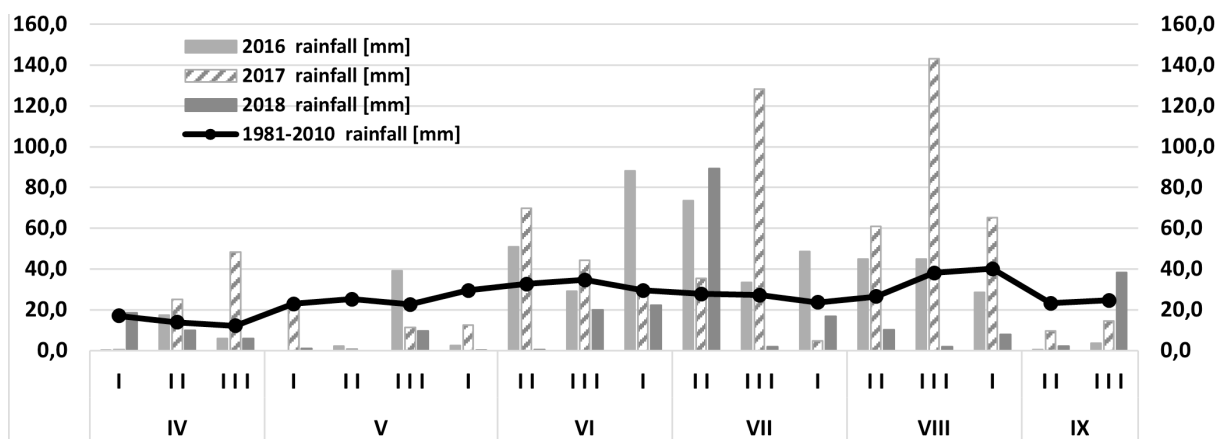
Lata badań prowadzonych na poletkach w Boninie charakteryzowały się zmiennymi warunkami meteorologicznymi. Rok 2016 charakteryzował się znacznie mniejszymi opadami w miesiącach kwiecień – czerwiec i wyższymi w lipcu i sierpniu w porównaniu do wielolecia

Tabela 2
Table 2

Wykaz środków ochrony roślin stosowanych w doświadczeniu w latach 2016–2018
List of pesticides used in experiment in the years 2016–2018

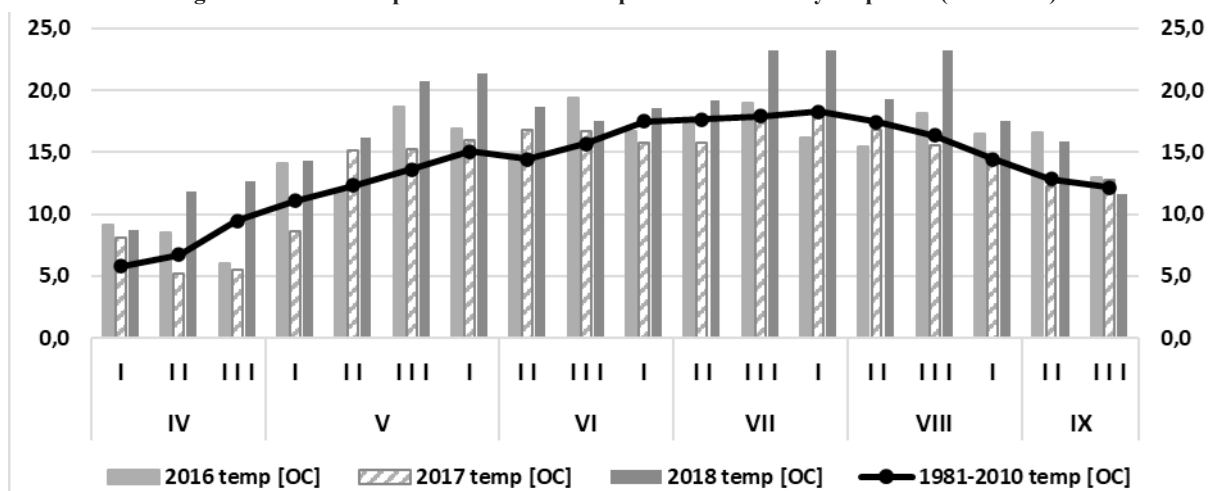
Środek ochrony roślin plant protection product	2016	2017	2018
Herbicydy Herbicides	Plateen 41,5 WG (2,0 kg) Titus 25 WG (60 g)*	Plateen 41,5 WG (2,0 kg) Titus 25 WG (60 g)	Plateen 41,5 WG (2,0 kg) Titus 25 WG (60 g)
Insektycydy Insecticides	SpinTor 240 SC (0,15 l) Actara 25 WG (80 g) Nomolt 150 SC (0,25 l)	Actara 25 WG (80 g)	Actara 25 WG (80 g)
Fungicydy Fungicides	Infinito 687,5 SC (1,6 l) Pyton Consento 450 SC (2,0 l) Infinito 687,5 SC (1,6 l) Infinito 687,5 SC (1,6 l) Quantum 69 WG (2,0 kg) Curzate Top 72,5 WG (2,0 kg) Dithane NeoTec 75 WG (2,0 kg) Altima 500 SC (0,4 l)	Infinito 687,5 SC (1,6 l) Infinito 687,5 SC (1,6 l) Orvego 525 SC (0,8 l) Revus 250 SC (0,6 l) Drum 45 WG+Ranman Top 160 SC (0,2 kg+0,5 l) Drum 45 WG+Ranman Top 160 SC (0,2 kg+0,5 l) Ranman Top 160 SC (0,5l) Banjo Forte 400 SC (08 l)	Infinito 687,5 SC (1,6 l) Infinito 687,5 SC (1,6 l) Pyton Consento 450 SC (2,0 l) Pyton Consento 450 SC (2,0 l) Ranman Top 160 SC (0,5l)

* w nawiasach podano dawkę środka zastosowaną na 1 hektar
in parentheses dose per hectare is given



Rys. 1 Sumy opadów w latach 2016-2018 w porównaniu do wielolecia (1981-2010).

Fig. 1 Rainfall in the period 2016-2018 compared to the multi-year period (1981-2010).



Rys. 2 Średnie dobowe temperatury powietrza w latach 2016-2018 w porównaniu do wielolecia (1981-2010).

Fig. 2 Average daily air temperatures in the period 2016-2018 compared to the multi-year (1981-2010).

Rok 2017 był rokiem o największej ilości opadów, ale także w porównaniu do średniej ilości opadów za wielolecie (1981 – 2010). Rok 2018 był rokiem suchym, w którym tylko w lipcu ilość opadów przekraczała średnią za wielolecie, w pozostałych miesiącach była znacznie mniejsza.

W okresie prowadzenia badań mniejsze średnie dobowe temperatury powietrza odnotowano w roku 2017. W roku 2018 odnotowano największe temperatury powietrza również w porównaniu do średniej wieloletniej (rys. 2, fig. 2).

Trzy tygodnie przed zbiorem wykonywano zabieg niszczenia naci metodą mechaniczno-chemiczną, w której po uprzednim rozbiciu łęcin zastosowano Reglone 200 SL w dawce 3,0–4,0 l·ha⁻¹. Zbiór przeprowadzano w III dekadzie września. Zebrane ze środkowej redliny z każdego poletka bulwy poddano ocenie:

- plonu ogólnego,
- strukturę plonu handlowego i plon bulw dużych (z kolejnych 10 roślin ze środkowej redliny),
- ciemnienie miąższu surowego.

Tydzień po zbiorze ocenie poddano 10 bulw średniej wielkości, krojąc je wzdłuż osi wierzchołek-stolon

i układając je na białej bibule. Po 4 godzinach od momentu przekrojenia wykonano ocenę przy pomocy skali 9-stopniowej, gdzie 9 oznacza barwę nie zmienioną, a 1 ciemnienie najsilniejsze.

— ocenę zawartości skrobi. Ocenę wykonywano cztery tygodnie po zbiorze (dwie próby z każdego poletka po około 2 kg bulw średniej wielkości) na wadze Reihmana. Dla każdej próby wykonywano 2 pomiary, a za wyniki przyjmowano średnią. Jeśli różnica pomiędzy pomiarami wynosiła więcej niż 0,5% pomiary powtarzano.

Istotność różnic uzyskanych wyników testowano testem Tukey'a na poziomie istotności $\alpha=0,05$ przy wykorzystaniu programu statystycznego ARM 2020.

Wyniki

Plon bulw

Największy ogólny plon bulw po zastosowaniu badanych wariantów nawożenia uzyskano w roku 2016, plony w pozostałych latach oceny były istotnie mniejsze (tab. 3).

Tabela 3
Table 3

Ogólny plon bulw (t·ha⁻¹) w zależności od roku badań i wariantu nawożenia
The total tuber yield (t·ha⁻¹) depending on the year of assessment and the variant of fertilization

Rok Year	Kombinacja Variant					Średnio Average
	MB – 1	MK – 1	NM	MB – 1 + NM	MK – 1 + NM	
2016	45,20	57,38	63,28	59,00	69,40	58,85
2017	38,58	37,63	55,35	55,38	56,48	48,68
2018	44,45	47,55	54,73	56,35	55,25	51,67
Średnio Ave- rage	42,74	47,52	57,78	56,91	60,38	

$NIR_{(0,05)}/LSD_{(0,05)}$ dla/for:
kombinacji/variants = 6,014;
lat/years = 3,971;
kombinacje x lata/variants x years = 10,417;
lata x kombinacje/years x variants = 8,880

Spośród ocenianych wariantów nawożenia największy plon ogólny bulw stwierdzono po zastosowaniu podstawowego nawożenia mineralnego z dodatkiem nawozu Micro 1 K (MK – 1 + NM).

Podobnie jak w przypadku plonu ogólnego, największy plon bulw handlowych (o średnicy powyżej 30 mm) stwierdzono w roku 2016 (tab. 4). Plony w pozostałych latach oceny były istotnie mniejsze. Największe plony uzyskano przy wariacie nawożenia MK – 1 + NM.

Największy plon bulw dużych (o średnicy powyżej 55 mm), przydatnych do przerobu

na frytki i chipsy uzyskano z kombinacji, na której zastosowano nawożenie MK – 1 + NM (tab. 5). Plon był zróżnicowany w zależności od wariantu nawożenia oraz roku oceny. Największy udział tej frakcji w plonie ogólnym stwierdzono w roku 2017 i wynosił on od 81,4% na kombinacji MB – 1 do 97,2% MB – 1 + NM. Pomimo zróżnicowanych warunków meteorologicznych stwierdzono korzystny wpływ badanych wariantów doświadczenia na udział frakcji bulw do przetwórstwa. Średnio w latach 2016 – 2018 udział bulw dużych w plonie ogólnym wynosił od 62,8% (wariant MB – 1) do 80,7% (wariant MK – 1 + NM).

Tabela 4

Table 4

Plon handlowy (t·ha⁻¹) w zależności od roku badań i wariantu nawożenia
The marketable yield (t·ha⁻¹) depending on the year of assessment and the variant of fertilization

Rok Year	Kombinacja Variant					Średnio Average
	MB – 1	MK – 1	NM	MB – 1+ NM	MK – 1+ NM	
2016	43,48	55,53	62,23	55,63	67,93	56,96
2017	38,58	37,40	55,35	55,38	56,48	48,64
2018	41,48	46,30	52,80	54,95	52,68	49,64
Średnio Average	41,18	46,41	56,79	55,32	59,03	

*NIR*_(0,05)/*LSD*_(0,05) dla/for: kombinacji/variants = 5,912;
 lat/years = 3,903;
 kombinacje x lata/variants x years = 10,239;
 lata x kombinacje/years x variants = 8,728

Tabela 5

Table 5

Plon bulw dużych (t·ha⁻¹) w zależności od roku oceny i wariantu nawożenia
The yield of large tubers (t·ha⁻¹) depending on the year of assessment and the variant of fertilization

Rok Year	Kombinacja Variant					Średnio Average
	MB – 1	MK – 1	NM	MB – 1+ NM	MK – 1+ NM	
2016	29,68	42,20	50,80	30,43	54,08	41,44
2017	31,40	32,08	46,65	53,83	54,25	43,64
2018	19,45	21,73	35,05	39,10	37,90	30,65
Średnio Average	26,84	32,00	44,17	41,12	48,74	

*NIR*_(0,05)/*LSD*_(0,05) dla/for: kombinacji/variants = 5,469
 lat/years = 3,611;
 kombinacje x lata/variants x years = 9,472;
 lata x kombinacje/years x variants = 8,074

Skrobia

W ocenie zawartości skrobi w bulwach stwierdzono istotne zróżnicowanie pomiędzy badanymi wariantami nawożenia (tab. 6). Największą zawartość skrobi uzyskano dla wariantu MB

– 1 oraz wariantu nawożenia podstawowego NM. Stwierdzono także istotne różnice w zawartości skrobi pomiędzy latami oceny, której największą zawartość w bulwach odnotowano w roku 2017.

Tabela 6

Table 6

Procent skrobi w zależności od roku oceny i wariantu nawożenia
Percent of starch depending on the year of assessment and the variant of fertilization

Rok Year	Kombinacja Variant					Średnio Average
	MB – 1	MK – 1	NM	MB – 1+ NM	MK – 1+ NM	
2016	15,563	15,400	14,313	14,363	15,213	14,970
2017	17,100	16,775	17,050	15,750	16,175	16,570
2018	15,513	15,100	16,125	15,788	15,550	15,615
Średnio Average	16,058	15,758	15,829	15,300	15,646	

*NIR*_(0,05)/*LSD*_(0,05) dla/for: kombinacji/variants = 0,669;
 lat/years = 0,442;
 kombinacje x lata/variants x years = 1,159;
 lata x kombinacje/years x variants = 0,988

Ciemnienie enzymatyczne

Analizując ciemnienie enzymatyczne bulw nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badanymi wariantami doświadczenia (tab.7). Istotne zróżnicowanie w ocenie tego parametru odnotowano

natomiast pomiędzy latami oceny. Tylko w roku 2018, który charakteryzował się najmniejszą ilością opadów, a także największymi temperaturami nie stwierdzono żadnych oznak zmian zabarwienia miąższu bulw po 4 godzinach od przekrojenia.

Tabela7
Table 7

Ciemnienie enzymatyczne bulw w zależności od roku oceny i wariantu nawożenia

Tuber enzymatic darkening depending on the year of assessment and the variant of fertilization

Rok Year	Kombinacja Variant					Średnio Average
	MB – 1	MK – 1	NM	MB – 1+ NM	MK – 1+ NM	
2016	8,945	8,950	8,950	8,850	8,925	8,924
2017	8,575	8,525	8,600	8,650	8,600	8,590
2018	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
Średnio Average	8,840	8,825	8,850	8,833	8,842	

$NIR_{(0,05)}/LSD_{(0,05)}$ dla/for: lat/years = 0,055

1 oznacza ciemnienie najsilniejsze, a 9 brak ciemnienia
1 is a darkening of the strongest, and 9 no darkening

Dyskusja

Na rozwój roślin i ich plonowanie znaczący wpływ miał nie tylko rodzaj gleby i nawożenie, ale także przebieg pogody w okresie wegetacji (rys. 1 i 2). Według Chmury i innych (2013) plon ziemniaków odmian średnio późnych (do tej grupy należy uprawiana w doświadczeniu odmiana Jelly) oraz późnych jest uzależniony od sumy opadów. Według ich doniesień niższe sumy opadów w pierwszym okresie wegetacji (maj-czerwiec) i wyższe w miesiącach lipiec-sierpień zapewniają wysokie plony bulw. Taką sytuację w przeprowadzonym badaniu stwierdzono w roku 2016, w którym suma opadów za miesiące kwiecień-czerwiec była niższa, a wyższe sumy opadów stwierdzono w drugim okresie wegetacji. W roku 2017 wysokie ilości opadów nie sprzyjały gromadzeniu plonu. Rokiem o najmniej korzystnych warunkach dla rozwoju roślin ziemniaka i gromadzenia plonu bulw potomnych w badanym okresie był rok 2018. Charakteryzował się on dużym niedoborem opadów oraz wysokimi temperaturami powietrza. Jak uważa Borówczak (2012) niskie ilości opadów w okresie zawiązywania bulw i gromadzenia plonu mają wpływ nie tylko na jego wielkość, ale także na przydatność do przerobu przemysłowego. W przeprowadzonym doświadczeniu w roku 2018 odnotowano najmniejszy udział bulw dużych (średnica powyżej 55 mm) w każdej z badanych kombinacji.

Zastosowanie, jako uzupełnienie nawożenia podstawowego (Yara Mila 14–14–21 w ilości

700 kg·ha⁻¹), nawozów Micro 1 B i Micro 1 K miało korzystny wpływ na wielkość plonu ogólnego, plonu handlowego oraz bulw dużych przeznaczonych do przerobu przemysłowego. Najwyższy przyrost plonu bulw dużych uzyskano w latach 2017 i 2016 po zastosowaniu nawozu Micro 1 K, wynosił on 5,7 t·ha⁻¹ dla plonu handlowego i ponad 6,1 t·ha⁻¹ dla plonu ogólnego bulw oraz ponad 7 t·ha⁻¹, niż w roku 2018, w porównaniu z innymi wariantami nawożenia.

Ten korzystny wpływ na wielkość plonu po zastosowaniu nawozu Micro 1 K może być związany z dodatkową zawartością w jego składzie potasu i fosforu. Jak podają Grzebisz i Härdter (2006), Grzebisz (2011) oraz Grześkowiak (2013) ziemniak reaguje wzrostem plonu na zrównoważone nawożenie potasem. Istotną rolę potasu w plonowaniu ziemniaka potwierdzają także badania Stępnia i in. (2005, 2009) oraz Trawczyńskiego (2005).

Skrobia jest jednym z ważnych produktów wykorzystywanych przez przemysł spożywczy, farmaceutyczny i papierniczy (Sznajder i Tarant, 2002, Dzwonkowski, 2010). Jej znaczenie wzrasta w związku z nowymi perspektywami wykorzystania związanymi z dążeniem do stosowania produktów bezpiecznych dla środowiska. W procesach biotechnologicznych i w przemyśle chemicznym, skrobia jako naturalny, odnawialny i biodegradowalny surowiec coraz częściej zastępuje polimery pochodzenia petrochemicznego (Kołodziejczyk i in., 2013). W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono istotny korzystny wpływ nawożenia

na zawartość skrobi w zależności od badanego wariantu doświadczenia, lat oraz współdziałania lat i badanych wariantów doświadczenia. Najwyższą zawartość skrobi stwierdzono dla wariantu MB – 1 i NM w roku 2017. Jak stwierdzają Puła i Skowera (2004) oraz Wojciechowski i in. (2013) do wzrostu skrobi w bulwach przyczyniają się duże ilości opadów w okresie formowania bulw. Wyniki uzyskane w tym doświadczeniu wydają się potwierdzać tę tezę. Kołodziejczyk (2014) uważa, że oprócz ilości opadów na gromadzenie się skrobi istotny wpływ ma także rozkład opadów i temperatury w okresie wegetacji. Wierzbicka (2012) uzupełniając doniesienia o znaczeniu opadów i temperatury stwierdza, że gromadzenie się skrobi może być także zależne od wysokości temperatury w końcowym okresie wegetacji. Zawartość skrobi w bulwach jest także zależna od odmiany (Jabłoński, 2005, Styszko i Kamasa, 2006). Wierzbicka (2011) stwierdza, że zawartość skrobi jest także zależna od długości wegetacji roślin oraz wielkości bulw. Stwierdzenie to potwierdzają Styszko i in. (2001), według których istnieje dodatnia korelacja pomiędzy zawartością skrobi a długością okresu wegetacji oraz ujemna z wielkością bulwy i zawartością białka.

Jednym z parametrów określających przydatność bulw do przetwórstwa, a szczególnie na frytki i chipsy jest ciemnienie miąższu. Według Leszczyńskiego (2000) następuje ono w wyniku utleniania tyrozyny i kwasu chlorogenowego w obecności enzymu oksydazy polifenolowej. Jednak jak uważa Kołodziejczyk (2014) ciemnienie miąższu może być także cechą odmianową, chociaż nie wyklucza, że warunki środowiska mogą odgrywać istotną rolę. Do czynników mających wpływ na ciemnienie Ciećko i in. (2005) zaliczają nawożenie potasem, a jak podkreśla Trawczyński (2012) duży wpływ na ciemnienie bulw może mieć forma zastosowanego nawozu. W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono istotnych różnic w ciemnieniu bulw po zastosowaniu badanych form nawożenia. Różnice zostały jednak zauważone pomiędzy latami badań. Najmniejsze zmiany w ciemnieniu miąższu bulw stwierdzono w roku 2018 charakteryzującym się umiarkowaną ilością opadów i stosunkowo wysokimi temperaturami pod koniec wegetacji. Uzyskane wyniki zdają się potwierdzać doniesienia Sawickiej (2000), Kołodziejczyka i in. (2005) oraz Osowskiego i in. (2017).

Wnioski

1. Na wielkość uzyskanego plonu bulw decydujący wpływ miał przebieg warunków

- pogodowych w poszczególnych latach badań.
2. Zastosowanie do nawożenia uzupełniającego nawozu Mikro 1 K korzystnie wpłynęło na wysokość plonu ogólnego, handlowego oraz plonu bulw dużych w porównaniu z nawożeniem mineralnym (NM).
 3. Najwyższy przyrost plonu bulw uzyskano w latach 2017 i 2016 po zastosowaniu nawozu Micro 1 K, wynosił on 5,7 t ha⁻¹ dla plonu handlowego i ponad 6,1 t ha⁻¹ dla plonu ogólnego bulw oraz ponad 7 t ha⁻¹ dla plonu bulw dużych w roku 2018, w porównaniu z innymi wariantami nawożenia.
 4. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono istotny korzystny wpływ nawożenia na zawartość skrobi w zależności od badanego wariantu doświadczenia, lat oraz współdziałania lat i badanych wariantów doświadczenia. Najwyższą średnią zawartość skrobi w bulwach stwierdzono dla wariantu MB – 1.
 5. Na poziom ciemnienia miąższu wpływ miał rozkład opadów i temperatur w okresie wegetacji. Najmniejsze ciemnienie miąższu bulw stwierdzono w roku 2018, który charakteryzował się umiarkowaną ilością opadów i stosunkowo wysokimi temperaturami pod koniec wegetacji.

Literatura

- Boróweczak F. (2012). Nawadnianie ziemniaków. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. Nauk. Jacek Chotkowski Wieś Jutra: 205–214.
- Brown P.H. (2004). Principles of micronutrient use. IFA International Symposium on Micronutrients, 23 – 25 II (2004), New Delhi, India: 12 ss.
- Chmura K., Dzieżyc H., Piotrowski M. (2013). Reakcja ziemniaków średnio wczesnych oraz średnio późnych na czynnik wodny w warunkach gleb kompleksów pszennych i żytnich. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Nr 2/I/2013: 103 – 113.
- Ciećko Z., Rogozińska I., Żołnowski A.C., Wyszowski M. (2005). Oddziaływanie nawożenia potasem przy zróżnicowanych dawkach N i P na cechy kulinarne bulw ziemniaka. Biuletyn IHAR 237/238: 151–159.
- Czuba R. (2000). Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 471: 161 – 169.
- Dzwonkowski, W. (2010). Perspektywy produkcji skrobi ziemniaczanej w Polsce. Ziemniak Polski, 4: 3 – 7.
- Grzyś E. (2004). Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 502: 89–99.
- Grzebisz W. (2011). Potas – system nawożenia. Wyd. „Produk” Poznań, ss 29.

- Grzebisz W., Hårdter R. (2006). Kizeryt w systemie nawożenia magnezem i siarką. [W:] ESTA® Kizeryt naturalny siarczan magnezu. K+S KALI GmbH, Agricultural Advisory Departament: 61–107.
- Grześkowiak A. (2013). Vademecum nawożenia czyli zbiór podstawowych, praktycznych informacji o nawożeniu. Grupa Azoty SA: 16–40.
- Imas P., Magen H. (2004). Chloride an essential micronutrient in crop management. IFA International Symposium on Micronutrients, 23 – 25 II (2004), New Delhi, India: 14 ss.
- Jabłoński, K. (2005). Wpływ nawożenia azotowego na plon i jakość bulw nowych odmian ziemniaka skrobiowego. Biuletyn IHAR 237/238, 143–149.
- Kołodziejczyk M. (2014). Wpływ warunków opadowo-termicznych na skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin VOL. LXIX (3) SECTIO E: 2–10.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Marks N., Krzysztofik B. (2005). Oddziaływanie rodzaju nawożenia i typu gleby na ciemnienie miąższu bulw średnio wczesnych odmian ziemniaka. Pam. Puł. 139, 65–74.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kulig B., Oleksy A., Lepiarczyk A. (2013). Ocena plonowania, składu chemicznego i jakości bulw wybranych odmian ziemniaka skrobiowego. Inżynieria Rolnicza 2013 Z.3 (146) T.2: 123 – 130.
- Leszczyński W. (2000). Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. Żywność, 4 (25) Supl.: 5–27.
- Osowski J., Erlichowski T., Urbanowicz J. (2017). Wpływ nawożenia potasem, magnezem i siarką na plonowanie, ciemnienie bulw surowych oraz występowanie alternarioty i ospowatości bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 34 (1): 49–59.
- Puła J., Skowera B. (2004). Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Miła uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. *Acta Agrophys.* 3 (2): 359–366.
- Sawicka B. (2000). Wpływ technologii produkcji na jakość bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 120, 391–401.
- Stępień W., Rutkowska B., Szulc W. (2009) Wpływ stosowania różnych nawozów potasowych na plony i jakość roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 538: 251–256.
- Stępień W., Mercik S., Sosulski T. (2005). Wpływ formy nawozu potasowego i sposobu nawożenia na plon i jakość roślin. *Nawozy i nawożenie* 3 (24): 401–407.
- Styszko, L., Kamasa, J. (2006). Relacje pomiędzy odpornością odmian ziemniaka na patogeny a plonem skrobi w latach o różnym poziomie plonowania. *Progres in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 46 (2), 512–516.
- Styszko, L., Modzelewski, T., Kamasa, J., Majewski, A. (2001). Relacje pomiędzy cechami morfologii bulw ziemniaka a zawartością skrobi w bulwach i jej plonem. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław, ser. Rolnictwo*, 415, 283–293.
- Sznajder M., Tarant S. (2002). *Ekonomia i rynek*. [W:] *Ekonomia i technologia produkcji ziemniaków skrobiowych*. Red. Nauk. Jacek Chotkowski *Wieś Jutra*: 7–15.
- Szewczuk C. (2009). Wpływ dokarmiania dolistnego na plon bulw ziemniaka. *Annales UMCS, Agricultura*, 64 (1): 7–12.
- Trawczyński C. (2005). Wykorzystanie potasu przez ziemniak w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragmenta Agronomica* 85: 591–599.
- Trawczyński C. (2012). Przygotowanie stanowiska i nawożenie ziemniaka. [W:] *Produkcja i rynek ziemniaka*. Red. Nauk. Jacek Chotkowski *Wieś Jutra*: 183–197.
- Trawczyński C., Prokop W. (2016). Plon i jakość bulw ziemniaka w zależności od zastosowanego nawożenia z wykorzystaniem doglebowych i dolistnych wieloskładnikowych preparatów nawozowych. *Polish Journal of Agronomy* 2016, 24, 23 – 29.
- Wierzbicka, A. (2011). Wybrane cechy jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od nawadniania. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 56(4), 203–207.
- Wierzbicka A., 2012. Wpływ odmiany, nawożenia azotem i terminu zbioru na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaków wczesnych. *Fragm. Agron.* 29 (2), 134–142.
- Wojciechowski W., Lehmann A., Waclawowicz R. (2013). Reakcja odmian na uproszczenia w zmianowaniu. *Fragm. Agron.* 30 (4): 181–188.
- Zarzecka K. (2006). Uprawa ziemniaka w Polsce warunkująca właściwą jakość plonu. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 511: 53–72.

Podatność roślin odmian kukurydzy cukrowej na występowanie agrofagów

Susceptibility of sugar maize cultivars to pests occurrence

Hubert Waligóra¹, Leszek Majchrzak¹, Piotr Kostiw²

¹Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu ul. Dojazd 11, 60–632 Poznań,

²AGRI-TOP EU office@agri-top.eu,

✉ e-mail: hubert.waligora@up.poznan.pl, leszek.majchrzak@up.poznan.pl

W latach 2015–2018, na polach Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego w Złotnikach należącego do Katedry Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu przeprowadzono doświadczenie mające na celu ocenę podatności roślin kilku odmian kukurydzy na występowanie agrofagów. Badania przeprowadzono na 10 mieszańcach kukurydzy cukrowej: Golda, GSS 1453, GSS 3071, GSS 5829, GSS 8529, Overland, Noa, Shinerock, Sindon i Tessa. Badane odmiany istotnie różniły się pod względem uszkodzeń powodowanych przez ploniarkę zbożówkę (*Oscinella frit* L.), omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) oraz skrzypionkę zbożową (*Oulema melanopa* L.) we wszystkich latach badań. Największym procentem uszkodzonych roślin przez ploniarkę zbożówkę w latach 2016 i 2018 charakteryzowała się odmiana Tessa. Porażenie poszczególnych odmian kukurydzy cukrowej było istotnie zróżnicowane w latach badań. Najbardziej wrażliwą na porażenie przez głownię guzowatą *Ustilago maydis* (DC) Corda we wszystkich latach badań była odmiana Tessa. Największy procent uszkodzonych roślin przez omacnicę prosowiankę odnotowano w roku 2016 i w przypadku odmiany Golda przekraczał on 50%. Średnio dla lat badań odmiana ta była w największym procencie uszkadzana przez tego szkodnika.

Słowa kluczowe: kukurydza cukrowa, odmiana, ploniarka zbożówka, omacnica prosowianka, skrzypionka zbożowa, głownia guzowata

During years 2015–2018 in ZDD Złotniki, close to Poznań, there was conducted a field experiment on several varieties of sugar maize (*Zea mays* L. var *sacharata*) to assess the effectiveness of plant susceptibility to pest occurrence. Research was conducted on ten differences crossbreed: Golda, GSS 1453, GSS 3071, GSS 5829, GSS 8529, Overland, Noa, Shinerock, Sindon and Tessa. The studied cultivars significantly differed in terms of damage caused by frit fly (*Oscinella frit* L.), European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) and cereal leaf beetle (*Oulema melanopa* L.) in all years of the study. The cultivar Tessa was characterized by the highest percentage of plants damaged by frit fly in 2016 and 2018. The pest infestation of each analyzed maize cultivars was significantly differed in all years of the study. Tessa cultivar was the most susceptible to damage by corn smut *Ustilago maydis* (DC) Corda in all the years of the study. The highest percentage of plants damaged by European corn borer was recorded in 2016, when in the case of the Golda variety it exceeded 50%, on average in the years of the study this variety was damaged by this pest in the highest percentage.

Keywords: sugar maize, variety, frit fly, European corn borer, cereal leaf beetle, corn smut

Wstęp

Oprócz czynników agrotechnicznych, jak przygotowanie roli, nawożenie i jakość materiału siewnego, odmiana odgrywa ważną rolę w produkcji surowca kukurydzy cukrowej. O wysokości i jakości plonu kolb tej rośliny w dużym stopniu decyduje wrażliwość na występowanie agrofagów (Waligóra i in. 2008). Ciągłe trwają badania naukowe dotyczące poszukiwania odmian kukurydzy, które będą mniej atrakcyjne dla szkodników i chorób, co pozwoli w maksymalnym stopniu zniwelować straty plonu związane z porażeniem i uszkodzeniami kukurydzy powodowanymi przez agrofagi (Bereś i Górski 2012; Bereś i Pruszyński 2008; Pruszyński i in. 2008; Walczak 2010). W integrowanym

programie ochrony kukurydzy przed *O. nubilalis* główny nacisk kładzie się na stosowanie metod niechemicznych, zwłaszcza na wybór do uprawy odmian kukurydzy mniej podatnych na uszkodzenia powodowane przez gąsienice (Bereś i Pruszyński 2008). Z kolei Lisowicz (2004) uważa, że uprawa wcześniejszych odmian kukurydzy może być czynnikiem różnicującym wielkość uszkodzeń powodowanych przez gąsienice tego szkodnika. Wcześniejsze badania autorów nie wykazały istotnych różnic odmianowych kukurydzy cukrowej w odporności na występowanie chorób (Waligóra i Sulewska 1997; Waligóra i in. 2008).

Celem przeprowadzonych badań była ocena wrażliwości na choroby i szkodniki dziesięciu

odmian kukurydzy cukrowej.

Hipoteza robocza zakładała, że poszczególne odmiany kukurydzy cukrowej mogą charakteryzować się istotnym różnicowaniem pod względem podatności na występowanie agrofagów.

Material i Metody

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2015–2018 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Złotnikach koło Poznania (52°29' N, 16°49' E), jako jednoczynnikowe, metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach.

Zakładano je na glebie o klasie bonitacyjnej IVa, należącej do grupy gleb płowych, typowych, utworzonych z piasków gliniastych lekkich, płytko zalegających na glinie lekkiej. Wielkość poletka wynosiła 24,5 m² (2,4 m x 8,75 m). Obsada roślin 7,14 szt./m² przy rozstawie rzędów 70 cm. W badaniu porównano podatność roślin 10 mieszańców kukurydzy cukrowej odmian: Golda, GSS 1453, GSS 3071, GSS 5829, GSS 8529, Overland, Noa, Shinerock, Sindon i Tessa na choroby i występowanie szkodników (tab.1).

Tabela 1
Table 1

Charakterystyka badanych odmian

Characteristics of tested varieties

Odmiana/ Variety	Typ mieszańca Type of hybrids	Kraj pochodzenia Country of origin	Liczba dni wegetacji/ hodowca Vegetation period (days)/breeder	Liczba dni wegetacji/doświadczenie* Vegetation period (days) experiment
Golda	ss	Niderlandy/POP Vriend BV	88	97
GSS 1453	ss	Francja/Syngenta	83	95
GSS 3071	ss	Francja/Syngenta	79	93
GSS 5829	ss	Francja/Syngenta	81	94
GSS 8529	ss	Francja/Syngenta	82	94
Overland	ss	Francja/Syngenta	83	93
Noa	ss	Francja/Syngenta	71	90
Shinerock	ss	Francja/Syngenta	85	95
Sindon	ss	Francja/Syngenta	81	92
Tessa	ss	Niderlandy/POP Vriend BV	90	100

ss – odmiana super słodka

ss – super sweet variety

- w dniach od siewu do dojrzałości mlecznej, średnio z lat 2015–2018
- in days from sowing to milk maturity, mean from 2015–2018

Przed siewem zastosowano nawożenie mineralne azotem w formie mocznika (200 kg/ha) oraz fosforem, z wykorzystaniem 400 kg/ha Polifoski M (5–16–21). W celu ochrony przed zachwaszczeniem zastosowano posiewną aplikację herbicydem Lumax 535,5 SE (terbutyloazyna) w dawce 3,5 l/ha. Dla doświadczenia założonego w 2015 roku rośliną przedplonową była kukurydza, natomiast w latach 2016–2018 pszenica ozima.

W latach badań siew wykonano w drugiej połowie maja, a zbiór rośliny uprawnej przeprowadzono w dojrzałości mlecznej ziarna. Ocenę uszkodzeń przez ploniarzkę zbożówkę wykonano w fazie 8–9 liści kukurydzy (BBCH 18–19) na całym poletku doświadczalnym. W celu określenia średniego stopnia uszkodzenia roślin przez larwy posłużono się czterostopniową skalą (Tratwal i Bereś 2016). Wielkość szkód wyrządzonych przez omacnicę

prosowiankę jako procent uszkodzonych roślin i kolb wykonano w dojrzałości mlecznej ziarniaków (BBCH 73–75). Objawy żerowania skrzypionki zbożowej oceniano po kwitnieniu wiech (BBCH 67–69). Notowano procent uszkodzonych roślin na całym poletku. Porażenie roślin przez głównię guzowatą kukurydzy oceniano w fazie dojrzałości mlecznej ziarna (BBCH 73–75) i przedstawiono jako procent uszkodzonych roślin (całe poletka).

Uzyskane w doświadczeniu wyniki zostały poddane analizie wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych przy pomocy programu STATPA-KU. Najmniejszą istotną różnicę oraz istotność różnic określano na poziomie 0,05.

Wyniki i Dyskusja

Warunki pogodowe w latach 2015–2018 sprzyjały wegetacji kukurydzy (tab. 2).

Tabela 2

Table 2

Temperatura oraz opady w ZDD Złotniki
Temperature and rainfalls in ZDD Złotniki

Rok Year	Temperatura – Temperature (°C)					Opady – Rainfalls (mm)					Suma Sum
	V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX
2015	13,9	16,9	20,1	23,4	15,2	27,2	66,6	85,4	35,4	28,1	242,7
2016	16,3	19,9	20,3	19,0	17,3	47,3	123,8	132,8	50,3	4,9	359,1
2017	13,6	18,3	17,9	18,9	13,9	56,8	68,2	168,0	82,0	45,6	420,6
2018	16,9	18,5	20,2	21,3	15,8	17,4	25,6	70,5	11,6	44,2	169,3
1957–2018	14,3	17,5	19,3	18,6	13,9	50,5	59,4	77,2	55,4	45,2	287,7

W trakcie prowadzonych badań średnie temperatury w poszczególnych miesiącach były zbliżone do siebie, ale wyższe od średniej wieloletniej z lat 1957–2018. Suma opadów atmosferycznych w okresie maj-wrzesień była niższa od średniej sumy z wielolecia w 2015 roku o 45 mm, a w roku 2018 o 118,4 mm. W poszczególnych latach deficyt opadów wystąpił już w maju (jedynie w roku 2017 przewyższały one średnią sumę wieloletnią), a w roku 2018 dotyczył on również czerwca. Lipiec poza rokiem 2018 był obfity w opady deszczu niż to zwykle bywało w wieloleciu. Sierpień był bardzo

suchy w roku 2018, natomiast wrzesień w roku 2016. Analizując przebieg temperatury i opadów należy stwierdzić, że najbardziej optymalnym dla vegetacji kukurydzy był rok 2016, a najmniej 2018.

We wszystkich latach prowadzonych obserwacji potwierdzono istotność różnic wpływu testowanych odmian na uszkodzenia roślin przez ploniarę zbożówkę (*Oscinella frit* L.) (tab. 3). Największymi uszkodzeniami charakteryzowały się w roku 2016 odmiany Tessa i Sindon, odpowiednio 33,0 i 26,6%, natomiast w roku 2018 odmiany Golda i Overland (23,2 i 26,1%).

Tabela 3

Table 3

Uszkodzenie roślin przez ploniarę zbożówkę (*Oscinella frit* L.), (%)

Plant damage by frit fly (*Oscinella frit* L.), (%)

Odmiana/Variety	Lata – Years				Średnio Average
	2015	2016	2017	2018	
Golda	6,4	15,3	3,4	23,2	12,1
GSS 1453	9,0	12,7	1,0	11,9	8,7
GSS 3071	6,2	15,6	5,9	10,0	9,4
GSS 5829	8,3	17,2	5,7	10,4	10,4
GSS 8529	7,6	12,9	3,8	8,4	8,2
Overland	7,8	17,0	4,9	26,1	14,0
Noa	5,1	12,2	5,9	14,2	9,4
Shinerock	6,5	12,8	3,7	12,4	8,9
Sindon	8,4	26,6	7,1	14,1	14,1
Tessa	8,5	33,0	5,3	13,9	15,2
NIR _{0,05}	2,52	6,75	3,83	2,89	-

Zdecydowanie mniej korzystne warunki dla rozwoju szkodnika panowały w latach 2015 i 2017, kiedy to uszkodzenia poszczególnych odmian wahały się w granicach od 5,1% odmiana Noa do 9% GSS1453 w roku 2015 i od 1% w przypadku odmiany GSS1453 do 7,1% na roślinach kukurydzy odmiany Sindon w roku 2017. Jak podaje Szulc

i in. (2019) na odsetek roślin uszkodzonych przez szkodniki, w tym również przez ploniarę zbożówkę, wpływ mają zmienne warunki pogodowe w poszczególnych latach. W badaniach własnych uszkodzenia powodowane przez ploniarę zbożówkę były zdecydowanie większe w roku 2016, który był pod względem temperatur i opadów rokiem

najkorzystniejszym dla kukurydzy. Istotne różnice pomiędzy odmianami kukurydzy pod względem podatności na uszkodzenia roślin przez ploniarke zbożówkę potwierdzają również wyniki wcześniejszych badań Sulewskiej i in. (1994), a także Waligóry i in. (2008). Z kolei Majdančič i Karić (2010) wskazują na zmienną atrakcyjność odmian kukurydzy cukrowej ze względu na różną zawartość cukru w ziarnie, szczególnie w przypadku odmian hybrydowych.

We wszystkich latach prowadzonych obserwacji potwierdzono istotne różnice testowanych odmian w uszkodzeniach roślin powodowanych przez omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) (tab. 4). Największe uszkodzenia roślin odnotowano w roku 2016, kiedy to w przypadku odmiany GSS 8529 przekraczały 40%, a u odmiany Golda nawet 50%. Natomiast najmniejszy procent uszkodzonych roślin (poniżej 2,5) obserwowano w roku 2015. Z kolei w latach 2017 i 2018 odmianą o największym procencie porażonych roślin była GS 3071, odpowiednio w latach kształtujących się na poziomie 7,5% i 11,5%. Bereś i Górski (2012) w swoim

opracowaniu dowiedli, że wczesne odmiany kukurydzy były w większym stopniu uszkodzane przez gąsienice omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) niż odmiany średnio późne oraz, że wzrost liczby gąsienic na roślinie o 2,6 sztuk, co powoduje zmniejszenie liczby uszkodzonych roślin o 24,38%. W innych badaniach Bereś (2012) porównując kukurydzę cukrową z pastewną oraz sorgo, wykazał, że larwy omacnicy uszkodziły od 85,9 do 93% roślin kukurydzy cukrowej, pastewnej od 53,5 do 76%, natomiast w przypadku sorgo było to od 3 do 16,2% uszkodzonych roślin. W innych badaniach Bereś (2015) podaje, że odmiany późniejsze kukurydzy są bardziej uszkodzane przez omacnicę prosowiankę. Z kolei w badaniach własnych nie uzyskano jednoznacznych wyników co do wielkości uszkodzeń powodowanych przez omacnicę prosowiankę w zależności od wczesności testowanych odmian. Mimo, że najbardziej uszkodzaną okazała się jedna z późniejszych odmian Golda, to jednak najpóźniejsza odmiana Tessa była uszkodzana w niewielkim stopniu, należąc do grupy odmian najmniej uszkodzanych.

Tabela 4
Table 4

Uszkodzenia roślin kukurydzy przez omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) (%)

Plant damage by European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) (%)

Odmiana/Variety	Lata – Years				Średnio Average
	2015	2016	2017	2018	
Golda	2,4	52,8	5,1	3,6	16,0
GSS 1453	1,2	16,0	6,3	7,4	7,7
GSS 3071	1,9	25,1	7,5	11,5	11,5
GSS 5829	0,7	25,9	5,1	5,6	9,3
GSS 8529	0,3	40,2	6,2	1,4	12,0
Overland	0,6	8,3	5,3	7,3	5,4
Noa	0,7	16,1	6,4	8,2	7,9
Shinerock	1,2	16,6	4,5	1,1	5,9
Sindon	1,9	35,6	4,7	5,6	12,0
Tessa	1,1	23,6	4,2	1,1	7,5
NIR _{0,05}	0,56	2,22	1,10	1,40	-

Równie niejednoznaczne, zróżnicowane w latach i potwierdzone statystycznie było uszkodzenie roślin kukurydzy przez skrzypionkę zbożówkę (*Oulema melanopa* L.) w odniesieniu do poszczególnych analizowanych odmian w doświadczeniu (tab. 5). W roku 2015 najsilniej uszkodzona była odmiana GSS 5829 (3,3%). Odmiana Tessa najsilniej uszkodzana była przez wcześniej wymienionego chrząszcza w latach 2016 i 2018 (odpowiednio 5,7 i 15,3%). Natomiast w roku 2017 największymi

uszkodzeniami charakteryzowała się odmiana Noa, które kształtowało się na poziomie 7,7%.

Równie istotnie zróżnicowane było w poszczególnych latach porażenie roślin powodowane przez głównie guzowatą (tab. 6). W latach 2015–2017 niektóre odmiany nie wykazywały symptomów porażenia np.: GSS 5829, GSS 8529, Shinerock, Overland i GSS 1453. Na uwagę zasługuje szczególnie odmiana GSS 1453, na której w 2 z 4 lat badań nie obserwowano uszkodzeń powodowanych przez głównie guzowatą. Z kolei odmiana Shinerock

Podatność roślin odmian kukurydzy cukrowej na występowanie agrofagów

nie wykazywała symptomów uszkodzeń w roku 2016, natomiast w roku 2018 procent uszkodzeń spośród wszystkich badanych odmian był na niej najmniejszy. Odmiana ta należy do najpóźniejszych i najśladzszych. Na zróżnicowanie porażenia roślin w zależności od odmiany wskazują również wcześniejsze wyniki badań Waligóry i Sulewskiej (1997), w których autorzy wskazują na związek pomiędzy

wczesnością odmian, a podatnością na porażenie przez ten patogen, sugerując, że bardziej podatne na porażenie przez głownię guzowatą są jednak odmiany wczesne kukurydzy. Z kolei zdaniem Adamczyka (2007) stopień porażenia roślin przez ten patogen zależy od zaopatrzenia ich w wodę w okresie około 10 dni przed kwitnieniem i 5–7 dni po kwitnieniu.

Tabela 5

Table 5

Uszkodzenia roślin przez skrzypionkę zbożową (*Oulema melanopa* L.) (%)Plants damage by cereal leaf beetle (*Oulema melanopa* L.) (%)

Odmiana/Variety	Lata – Years				Średnio Average
	2015	2016	2017	2018	
Golda	1,0	1,7	2,3	7,2	3,1
GSS 1453	1,2	1,4	3,0	4,6	2,6
GSS 3071	1,9	2,1	3,3	8,9	4,1
GSS 5829	3,3	2,2	1,3	8,1	3,7
GSS 8529	1,3	2,2	2,4	4,0	2,5
Overland	2,0	5,2	2,2	4,8	3,6
Noa	2,8	1,6	7,7	3,2	3,1
Shinerock	2,3	1,7	3,2	1,9	2,3
Sindon	3,1	3,4	3,2	8,6	4,6
Tessa	1,7	5,7	0,0	15,3	5,7
NIR _{0,05}	0,47	0,67	1,38	1,03	-

Tabela 6

Table 6

Porażenie roślin spowodowane przez głownię guzowatą *Ustilago maydis* (DC) Corda (%)Plants damage by corn smut *Ustilago maydis* (DC) Corda (%)

Odmiana/Variety	Lata – Years				Średnio Average
	2015	2016	2017	2018	
Golda	0,0	0,3	1,1	2,3	0,9
GSS 1453	2,5	0,0	0,0	3,3	1,4
GSS 3071	3,8	3,9	2,9	3,6	3,6
GSS 5829	0,0	1,9	2,6	3,6	2,0
GSS 8529	0,0	0,6	1,6	4,0	1,6
Overland	1,0	0,0	2,1	2,3	1,4
Noa	0,7	0,4	0,7	3,8	1,4
Shinerock	1,5	0,0	1,9	1,5	1,2
Sindon	2,8	0,8	1,0	4,6	2,3
Tessa	4,0	1,4	4,6	27,1	9,3
NIR _{0,05}	0,98	0,79	0,88	1,15	-

Wnioski

1. Badane odmiany istotnie różniły się pod względem uszkodzeń powodowanych przez ploniarkę zbożówkę (*Oscinella frit* L.), omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) oraz skrzyptionkę zbożową (*Oulema melanopa* L.).
2. Największy procent uszkodzonych roślin przez omacnicę prosowiankę odnotowano w roku 2016, kiedy w przypadku odmiany Golda przekraczał on 50%, średnio w latach badań odmiana ta była w największym procencie uszkodzana przez tego szkodnika.
3. Średnio w latach badań największymi uszkodzeniami przez ploniarkę zbożówkę, charakteryzowała się odmiana Tessa, na której w latach 2016 i 2018 procent uszkodzonych roślin kukurydzy był największy.
4. Porażenie poszczególnych analizowanych odmian kukurydzy przez głownię guzowatą było istotnie zróżnicowane w latach badań. Najbardziej wrażliwą na porażenie przez głownię guzowatą *Ustilago maydis* (DC) Corda we wszystkich latach badań była odmiana Tessa.
5. Uszkodzenia roślin badanych odmian kukurydzy cukrowej przez skrzyptionkę były niewielkie, nie przekraczając średnio za czteroletni okres badań 6%.

Literatura

- Adamczyk J. (2007). Kapryśna bogini? – poznajmy ją bliżej: 26–31. W: „Kukurydza nowe możliwości”. Poradnik dla producentów, cz. IV. Agroserwis, Warszawa, 104 ss.
- Bereś P. K. (2015). The occurrence and harmfulness of *Oscinella frit* L. (Diptera: Chloropidae) to maize cultivars cultivated for grain in south-eastern Poland. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 14 (3): 15–24.
- Bereś, P. K. (2012). Damage caused by *Ostrinia nubilalis* Hbn. to fodder maize (*Zea mays* L.), sweet maize (*Zea mays* VAR. *saccharata* [sturtev.] l.h. bailey) and sweet sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) near Rzeszów (South-Eastern Poland) in 2008–2010. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 11 (3): 3–16.
- Bereś P. K., Górski D. (2012). Effect of earliness of maize cultivars (*Zea Mays* L.) on damage caused by *Ostrinia nubilalis* HBN. (LEP., CRAMBIDAE), 11 (2): 5–17.
- Bereś P. K., Pruszyński G. (2008). Ochrona kukurydzy przed szkodnikami w produkcji integrowanej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7 (4): 19–32.
- Lisowicz F. (2004). Podatność wybranych odmian kukurydzy na omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 44 (2): 912–914.
- Majdančič M., Karić N. (2010). Tolerance of some hybrids of sweet corn to European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.). *Works of the Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of Sarajevo*. 17 (62): 2.
- Tratwal A., Bereś P. (2016). Poradnik sygnalizatora ochrony kukurydzy. IOR PIB – opracowanie zbiorowe Poznań: 16–148.
- Pruszyński S., Mrówczyński M., Pruszyński G. (2008). Ochrona roślin w integrowanej technologii produkcji rolniczej, *Probl. Inż. Rol.*, 1: 87–98.
- Sulewska H., Dubas A., Michalski T. (1994). Ocena wrażliwości odmian kukurydzy na ploniarkę zbożówkę (*Oscinella frit* L.). *Mater. 34. Ses. Nauk. Inst. Ochr. Rośl.*, 1: 202–207.
- Szulc P., Ambroży-Deręgowska K., Mejza I., Krauklis D. (2019). Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na występowanie szkodników w uprawie kukurydzy (*Zea mays* L.). *Prog. Plant. Prot.* 59 (4): 265–270.
- Walczak F. (2010). Monitoring agrofagów dla potrzeb integrowanej ochrony roślin uprawnych. *Fragm. Agron.*, 27 (4): 147–154.
- Waligóra H., Sulewska H. (1997). Porażenie głownią (*Ustilago zae* Beckm.) roślin kukurydzy cukrowej. *Rocz. AR Pozn.* 295, *Roln.*, 50: 123–127.
- Waligóra H., Skrzypczak W., Szulc P. (2008). Podatność odmian kukurydzy cukrowej na ploniarkę zbożówkę (*Oscinella frit* L.) i omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). *Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 48 (1): 150–154.
- Waligóra H., Szulc P., Skrzypczak W. (2008). Podatność odmian kukurydzy cukrowej na głownię guzowatą (*Ustilago zae* Beckm.). *Nauka Przyr. Technol.*, 2, 3, #17.

SPIS TREŚCI

CONTENTS

MILENA PIETRASZKO	3
Rozwój chorób grzybowych oraz wielkość plonu bulw w zależności od intensywności ochrony ziemniaka	
Development of potato fungal diseases and the amount of tuber yield depending on the scope of protection	
JERZY OSOWSKI, JANUSZ URBANOWICZ	13
Wpływ mikrostarterów B i K na wielkość i jakość bulw ziemniaka	
The influence of microstarters B and K on the volume and quality of potato tubers	
HUBERT WALIGÓRA, LESZEK MAJCHRZAK, PIOTR KOSTIW	21
Podatność roślin odmian kukurydzy cukrowej na występowanie agrofagów	
Susceptibility of sugar maize cultivars to pests occurrence	