



Plantacje nasienne w PMHZ Strzekęcinie

Fot. Sławomir Wróbel

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 257/258/2010



Plantacje nasienne w PMHZ Strzekęcinie. Fot. Sławomir Wróbel

RADZIKÓW 2010
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dyrektor: Prof. dr hab. Edward Arseniuk

Komitet Redakcyjny:

Editorial Committee:

HENRYK J. CZEMBOR (Przewodniczący — Editor-in Chief),
DANUTA BOROS, WIESŁAW MĄDRY, WOJCIECH NOWACKI,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, BARBARA ZAGDAŃSKA,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

CZASOPISMO UKAZUJE SIĘ OD 1951 ROKU

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o

BARBARA WIEWIÓRA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie

Wpływ zdrowotności materiału siewnego jęczmienia jarego na występowanie chorób na roślinach oraz wartość siewną zebranego ziarna

The influence of health of sowing material on seed borne diseases and sowing quality of the harvested seeds of spring barley

Badania laboratoryjne i polowe prowadzono z użyciem ziarna 12 odmian jęczmienia jarego. Celem pracy była ocena wpływu zdrowotności materiału siewnego na występowanie chorób przenoszonych z nasionami oraz na wartość siewną zebranego ziarna. Stwierdzono, że materiał siewny jęczmienia jarego był licznie zasiedlony przez grzyby, zwłaszcza gatunki patogeniczne: *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana* i *Drechslera teres*. Istotny wpływ na występowanie chorób na roślinach miało porażenie przez patogeny materiału siewnego użytego do założenia doświadczenia polowego oraz warunki pogodowe w czasie wegetacji. Analiza otrzymanych wyników wykazała również, że wartość siewna zebranego ziarna, w tym jego zdrowotność, zależała przede wszystkim od zdrowotności materiału siewnego użytego do założenia doświadczenia oraz nasilenia występowania chorób w polu.

Słowa kluczowe: *B. sorokiniana*, *Fusarium* spp., jęczmień, plamistość siatkowa, patogeny

The aim of this study was to determine the influence of health of sowing material on seed borne diseases and sowing quality of the harvested seeds. Laboratory and field experiments were performed with seeds of 12 spring barley cultivars. The sowing material was infested by numerous species of fungi, especially pathogens: *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana* and *Drechslera teres*. Weather conditions during the experiment as well as seed infection of the sowing material were the factors of significant influence on the diseases occurrence on plants. It has been also concluded that sowing quality of the harvested seeds, especially seed health, was mostly affected both by health of the sowing material used in the experiment and by plant disease increase in field.

Key words: *B. sorokiniana*, barley, *Fusarium* spp., net blotch, pathogens

WSTĘP

Ciągły wzrost areалу zasiewów zbóż może w znaczący sposób wywierać wpływ na skład gatunkowy i szkodliwość licznych patogenów w uprawach (Lipa, 1999). Relatywnie słaba zdrowotność upraw zbożowych, a także ich niskie plony wynikają z nieodpowiedniej

jakości używanego materiału siewnego, gdyż przykładowo w roku 1997 do siewu użyto tylko 14% kwalifikowanego ziarna, a pozostałe pochodziło z własnych zasobów (Lipa i Korbas, 2002). W krajach o wysokiej kulturze rolnej kwalifikatami obsiewa się 50–80% powierzchni uprawy w zależności od gatunku. W polskim rolnictwie zużycie kwalifikatów jest niższe niż w krajach o wyższym poziomie rozwoju rolnictwa, takich jak: Francja, Niemcy, Holandia. Zapotrzebowanie na materiał kwalifikowany w Polsce wciąż spada i w 2006 roku było aż o 40% niższe niż w roku 1995 (Wicki, 2008).

Plon nasion jest ściśle związany z wartością siewną użytego materiału, a stosowanie do siewu nasion o słabszej wartości siewnej może spowodować jego obniżkę (Dawson i Bateman, 2001). Ponadto użycie do siewu materiału siewnego porażonego przez patogeny może stanowić niebezpieczeństwo zarówno dla siewek, jak i roślin, ponieważ są one wprowadzane z nasionami do gleby, gdzie w sprzyjających warunkach rozwijają się i atakują siewki, a także stanowią źródło infekcji dla innych roślin.

Na specjalną uwagę fitopatologów zasługują gatunki patogeniczne, przenoszone przez nasiona i powodujące wiele chorób przekazywanych z jednej generacji na drugą podczas reprodukcji materiału siewnego (Arseniuk, 2000; Fakhrunnisa i in., 2006). Większość prac z tego zakresu koncentruje się na badaniu wpływu porażenia przez patogeny materiału siewnego na wschody polowe czy plon (Hudec, 2007; Harper i Lynch, 1981; Carmona i in., 2008). Jednak niewiele jest doniesień dotyczących zależności pomiędzy zdrowotnością użytego materiału siewnego, a wartością siewną uzyskanego plonu.

Celem pracy była ocena wpływu zdrowotności materiału siewnego na występowanie chorób przenoszonych z nasionami oraz na wartość siewną zebranego ziarna.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2006–2008 z użyciem ziarna odmian jęczmienia jarego aktualnie znajdujących się w Rejestrze Odmian. W badaniach laboratoryjnych i polowych wykorzystano ziarniaki 12 odmian: 6 pastewnych (Antek, Bryl, Justina, Refren, Rastik i Widawa) oraz 6 browarnych (Barke, Lailla, Johan, Prosa, Ryton i Hanka).

Analiza fitopatologiczna została wykonana na pobranych losowo 200 ziarniakach, które wykładano po 10 sztuk na płytki Petriego o średnicy 9 cm z pożywką agarowo-ziemniaczaną (PDA). Przed wysiewem ziarniaki odkażano przez 10 minut w 1% NaClO, a następnie trzykrotnie płukano w sterylnej wodzie. Inkubację przeprowadzano w termostacie o stałej temperaturze 20°C i przemiennym oświetleniu NUV 360 nm 12 h/12 h ciemności. Wyrosłe kolonie grzybowe oznaczano po 15–20 dniach od przeszczepienia kultur na płytki plastikowe z pożywką agarowo-ziemniaczaną i inkubacji w podanych wyżej warunkach stymulujących zarodnikowanie. Wyosobnione grzyby identyfikowano do gatunku posługując się opisami grzybów zawartymi w ogólnie dostępnych opracowaniach. Ocenę zdolności kiełkowania wykonano zgodnie z zaleceniami ISTA (2010), a wigor nasion określano mierząc długość korzenia i pierwszego liścia oraz suchą masę siewek (ISTA, 1995).

Obserwację chorób występujących na roślinach wykonano w fazie kłoszenia roślin jęczmienia, tylko fuzariozę kłosów oceniano w okresie dojrzałości mleczno-woskowej. Do

oceny porażenia przez choroby zastosowano 9-stopniową skalę stosowaną przez COBORU (Kaczyński i in., 1998).

Obliczenia statystyczne obejmowały istotności różnic pomiędzy badanymi obiektami w analizowanych cechach. Wykonano analizę wariancji, porównano średnie stosując test Fishera oraz określono współzależność cech za pomocą współczynników korelacji. Analizy wariancji wykonano w programie komputerowym SAS® w wersji 1.9 (SAS Institute Inc., 2004 a, 2004 b), a współczynniki korelacji w programie Excel.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone analizy mikologiczne wykazały liczne zasiedlenie materiału siewnego jęczmienia przez grzyby. Zidentyfikowano ponad 35 gatunków grzybów należących do 26 rodzajów. Najliczniej występowały one na materiale siewnym zebranym w roku 2005 (średnio 120,7 kolonii/100 ziarniaków), zaś najmniejszą liczbę oznaczono na ziarnie zebranym w 2006 roku (średnio 35,2 kolonii/100 ziarniaków). Wśród wyizolowanych grzybów najczęściej uzyskiwano: *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans*, *Bipolaris sorokiniana*, *Epicoccum nigrum* i *Fusarium* spp. Podobne wyniki dotyczące zdrowotności ziarniaków jęczmienia uzyskali Turkington i wsp. (2002), Błaszowski i Piech (2002), Fakhrunnisa i wsp. (2006) oraz Clear i wsp. (2000).

Grzyby rodzaju *Fusarium* były reprezentowane przez 10 gatunków, spośród których najczęściej izolowano *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. solani* i *F. graminearum*. Najliczniej wystąpiły one na ziarniakach zebranych w 2007 roku (średnio 14,2 kolonii/100 ziarniaków), podobnie jak w przypadku innego ważnego patogena jęczmienia, gatunku *Bipolaris sorokiniana* (średnio 14,4 kolonii/100 ziarniaków). Najmniej licznie zarówno grzyby z rodzaju *Fusarium* jak i *B. sorokiniana* obserwowano w 2006 roku: odpowiednio 2,9 i 1,5 kolonii/100 ziarniaków (tab. 1). Niewątpliwie wpływ na porażenie ziarniaków miały warunki pogodowe w czasie wegetacji jęczmienia. Pomimo, że 2007 rok charakteryzował się podobną średnią dobową temperaturą powietrza jak lata 2005 i 2006, to suma opadów i ich rozkład w latach badań były zróżnicowane. Znaczne różnice w miesięcznej sumie opadów stwierdzono zwłaszcza dla czerwca i lipca poszczególnych lat badań: od 18,2 i 44,6 mm w 2005 roku oraz 29,0 i 4,6 mm w 2006 roku, do 72,2 i 94,8 mm w 2007 roku (tab. 2). Opady i wysoka temperatura w czerwcu, w czasie kłoszenia jęczmienia, mają znaczący wpływ na rozwój mikroorganizmów, na co zwrócili uwagę Agarwal i Sinclair (1997). Autorzy ci podkreślili, że wysoka temperatura na początku maja i wilgotne oraz chłodniejsze warunki pod koniec maja i na początku czerwca sprzyjają wysokiemu porażeniu ziarniaków. Ponadto powszechnie wiadomo, że infekcja w czasie formowania ziarna prowadzi do jego wewnętrznego zakażenia, a silnie zainfekowane ziarno stanowi poważne zagrożenie i źródło infekcji dla przyszłych roślin (Stevenson, 1981; Khanzada i in., 2002).

Tabela 1

**Zdrowotność materiału siewnego jęczmienia jarego użytego do założenia doświadczenia polowego
(liczba kolonii/ 100 ziaren średnio dla badanych odmian)**
**Seed health of sowing material of barley used in the field experiment (number of colonies/ 100 seeds
mean for the examined cultivars)**

Gatunek grzyba Fungi species	Rok zbioru — Year of harvest		
	2005	2006	2007
<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	0,1	-	0,2
<i>Acremonium</i> spp.	0,7	0,1	1,3
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	68,2	13,7	48,6
<i>Arthrobotrys superba</i> Corda	0,3	-	0,8
<i>Ascochyta</i> sp.	0,1	-	-
<i>Aspergillus</i> spp.	3,3	6,2	0,3
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn.	3,9	1,8	0,9
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	2,0	1,5	14,4
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Fr.	0,1	0,1	0,3
<i>Chaetomium</i> sp.	0,1	0,7	0,2
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Fr.	1,4	0,8	0,8
<i>Drechslera dematioidea</i> (Bub. et Wr.) Subr.&Jain.	0,1	-	-
<i>Drechslera graminea</i> (Rabenh. ex Schl.) Shoem.	0,6	-	-
<i>Drechslera teres</i> (Sacc.) Shoem.	2,6	0,4	1,0
<i>Drechslera triseptata</i> (Drechs.) Subram et Jain.	-	-	0,1
<i>Epicoccum nigrum</i> Link.	5,3	0,4	3,8
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	0,4	-	0,8
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	0,7	-	0,8
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	0,5	-	1,0
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	1,2	0,1	0,2
<i>Fusarium oxysporum</i> Schl. emend. Snyder et Hans.	0,5	0,2	0,3
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	3,3	1,0	6,5
<i>Fusarium semitectum</i> Berk. et Rav.	0,2	-	-
<i>Fusarium solani</i> (Mart) Sacc. (G,B,J)	0,2	1,4	0,6
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	0,1	0,1	0,8
<i>Fusarium tricinctum</i> (Corda) Sacc.	1,2	0,1	3,2
Razem/Total <i>Fusarium</i> spp.	8,2	2,9	14,2
<i>Microdochium nivale</i> (Fr.) Sam. ex I.C. Hallett	0,1	-	-
<i>Mucor</i> spp.	-	-	0,1
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk et Br.) Petch	2,4	0,8	3,9
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	1,0	1,0	0,6
<i>Penicillium</i> spp.	1,2	2,0	3,5
<i>Phoma</i> sp.	0,4	0,1	0,1
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.	-	-	0,3
<i>Rhizopus</i> sp.	0,5	1,4	0,5
<i>Septonema chaetospora</i> (Grove) Hughes	-	-	0,1
<i>Septoria</i> sp.	0,1	-	-
<i>Sordaria fimicola</i> (Rob.) Ces. ex de Not.	0,6	0,1	0,3
<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.	2,7	0,2	0,1
<i>Stemphylium consortiale</i> (Thüm.) Gr. et Skol.	5,8	0,4	0,8
Grzybnia niezarodnikująca — Non sporulating colonies	0,6	0,6	0,9
Ogółem grzyby Total fungi	120,7	35,2	98,1

Oprócz wyżej wymienionych patogenów z materiału siewnego izolowano również gatunek *Drechslera teres*, sprawcę plamistości siatkowej jęczmienia (Kurowski i in., 2005; Koziara i in., 2006), zwłaszcza z ziarna zebranego w 2005, a użytego do założenia doświadczenia polowego w 2006 roku, co niewątpliwie miało wpływ na występowanie

choroby w polu (tab. 3). Powszechnie wiadomo bowiem, że patogeny przenoszone przez nasiona stanowią niebezpieczeństwo dla siewek i roślin, ponieważ są wprowadzane z nasionami do gleby, gdzie w sprzyjających warunkach rozwijają się i atakują roślinę, a także stanowią źródło infekcji dla innych roślin (Agarwal i Sinclair, 1997). Ponadto szkodliwość ich zależy m.in. od wzajemnego oddziaływania mikroorganizmów nasion i gleby oraz warunków środowiska, w których przebiega wegetacja roślin.

Tabela 2

Średnia temperatura i suma opadów w czasie wegetacji jęczmienia jarego w latach 2005–2008 na tle danych z wielolecia
Mean temperature and sum of precipitation during vegetation of spring barley in the years 2005–2008, in comparison to long-term averages

Miesiące Months	Średnia dobową temperatura (°C) Mean daily temperatures (°C)					Suma opadów (mm) Precipitation sum (mm)				
	2005	2006	2007	2008	wielolecie long-term 1976–2005	2005	2006	2007	2008	wielolecie long-term 1976–2005
Kwiecień — April	9,3	9,2	9,7	9,4	8,4	22,4	38,8	20,0	30,2	30,9
Maj — May	14,1	14,3	15,7	14,0	14,4	46,2	52,0	63,2	56,6	45,0
Czerwiec — June	16,5	18,3	19,1	19,0	17,1	18,2	29,0	72,2	15,0	59,9
Lipiec — July	20,7	23,4	19,1	19,5	18,9	44,6	4,6	94,8	62,5	74,4
Sierpień — August	18,0	18,1	19,3	18,8	18,4	41,8	189,8	58,2	51,4	51,3
Średnia temperatura i suma opadów Mean temperature and sum of precipitation	15,7	16,7	16,6	16,1	15,4	173,2	314,2	308,4	215,7	261,5

Tabela 3

Występowanie w doświadczeniu polowym chorób jęczmienia przenoszonych z materiałem siewnym
Barley diseases caused by seed borne pathogens occurred in the field experiment

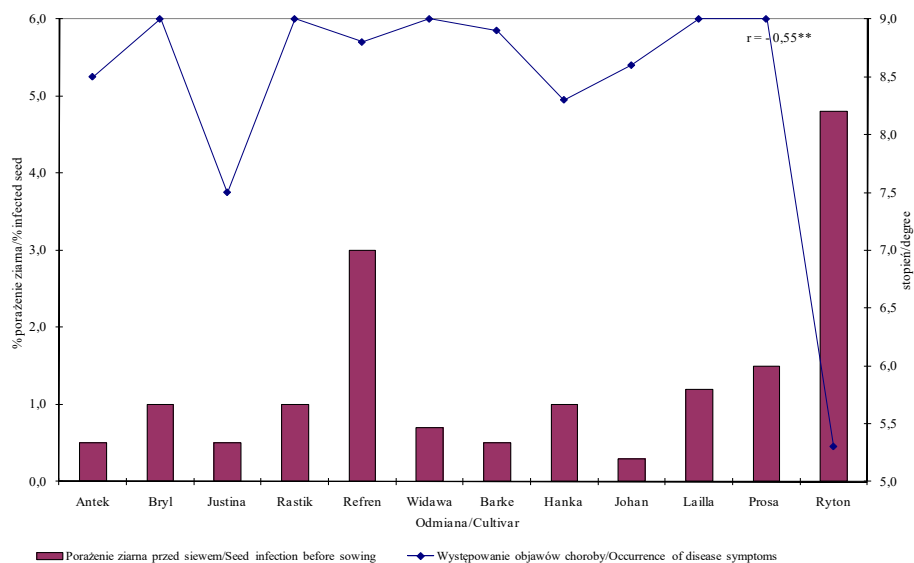
Odmiana Cultivar	Plamistość siatkowa Net blotch (<i>Drechslera teres</i>)			Fuzarioza Head blight (<i>Fusarium</i> spp.)			Plamistość liści Leaf spot (<i>Bipolaris sorokiniana</i>)		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Antek	8,0	9,0	8,5	8,0	9,0	7,5	8,5	8,5	8,0
Bryl	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	7,5	9,0	7,5	8,8
Justina	8,5	9,0	8,5	9,0	9,0	9,0	9,0	7,5	8,0
Rastik	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	9,0	9,0	8,5
Refren	9,0	8,5	9,0	8,5	9,0	9,0	8,5	7,5	8,5
Widawa	9,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	8,5	8,5
Barke	8,8	9,0	9,0	9,0	7,5	7,5	9,0	9,0	8,5
Hanka	7,5	9,0	8,5	9,0	9,0	8,0	8,5	8,0	8,0
Johan	9,0	8,5	8,2	9,0	8,5	7,5	8,5	8,5	8,0
Lailla	9,0	9,0	9,0	8,5	8,8	8,0	8,0	7,5	8,8
Prosa	9,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	9,0	7,5	8,0
Ryton	4,0	6,5	5,5	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,5
Średnio Mean	8,32	8,71	8,52	8,67	8,82	8,21	8,67	8,08	8,34
NIR — LSD _{dla odmian/for cultivars}	0,391			0,475			0,514		
NIR — LSD _{dla lat/for years}	0,439			0,234			0,250		

W czasie obserwacji polowych na roślinach odnotowano występowanie objawów trzech chorób, których sprawcami są patogeny przenoszone z materiałem siewnym: plamistość siatkowa (*Drechslera teres*), fuzarioza kłosów (grzyby rodzaju *Fusarium*) i plamistość liści (*Bipolaris sorokiniana*). Plamistość siatkowa w największym nasileniu wystąpiła na roślinach odmiany Ryton (średni stopień odporności od 4,0 w 2006 roku do 6,5 w 2007 roku, czyli choroba ta najczęściej występowała w doświadczeniu polowym w 2006 roku (tab. 3 i rys. 1).

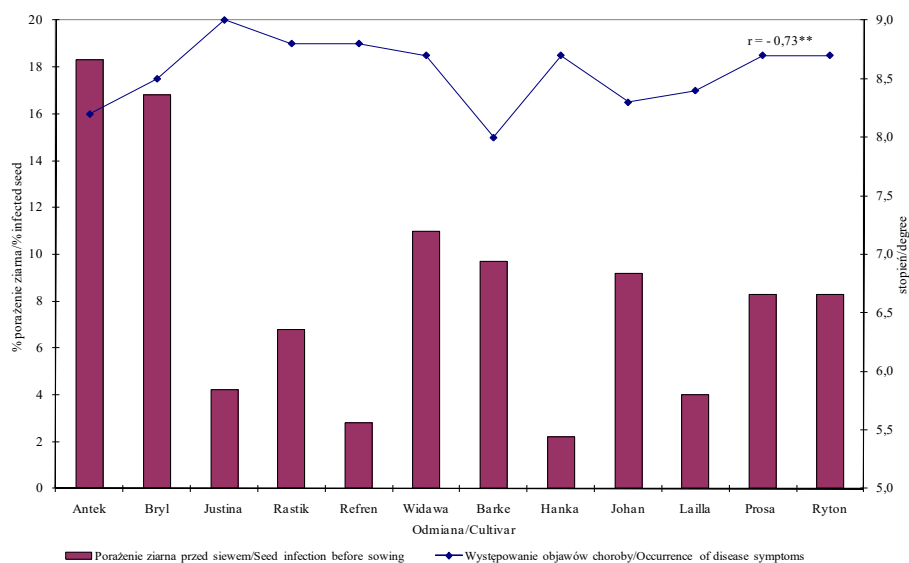


Rys. 1. Charakterystyczne objawy porażenia na liściach powodowane przez *Drechslera teres*
Fig. 1. Characteristic disease symptoms on leaves caused by *Drechslera teres*

Sugeruje to, że głównym źródłem infekcji był materiał siewny, gdyż wyniki oceny zdrowotności wskazują na najsilniejsze porażenie przez *D. teres* ziarna pochodzącego z 2005 roku, które zostało użyte do założenia doświadczenia polowego w 2006 roku. Podobnie przedstawiały się wyniki dotyczące fuzariozy kłosów. Choroba w największym nasileniu wystąpiła w 2008 roku, kiedy do założenia doświadczenia użyto najsilniej porażonego przez *Fusarium* spp. materiału siewnego, pochodzącego ze zbioru 2007. Analiza korelacji wykazała, że zarówno nasilenie występowania plamistości siatkowej, jak i fuzariozy, zależało od porażenia użytego materiału siewnego przez patogeny wywołujące te choroby. Współczynnik korelacji pomiędzy porażeniem przez *Drechslera teres* materiału siewnego użytego do założenia doświadczenia polowego, a nasileniem występowania plamistości siatkowej na roślinach był istotny i wyniósł $r = -0,55$ (rys. 2). Podobną zależność odnotowano w przypadku obecności *Fusarium* spp. na ziarniakach oraz objawami fuzariozy obserwowanej w doświadczeniu polowym, gdzie korelacja była silnie istotna ($r = -0,73$) (rys. 3).

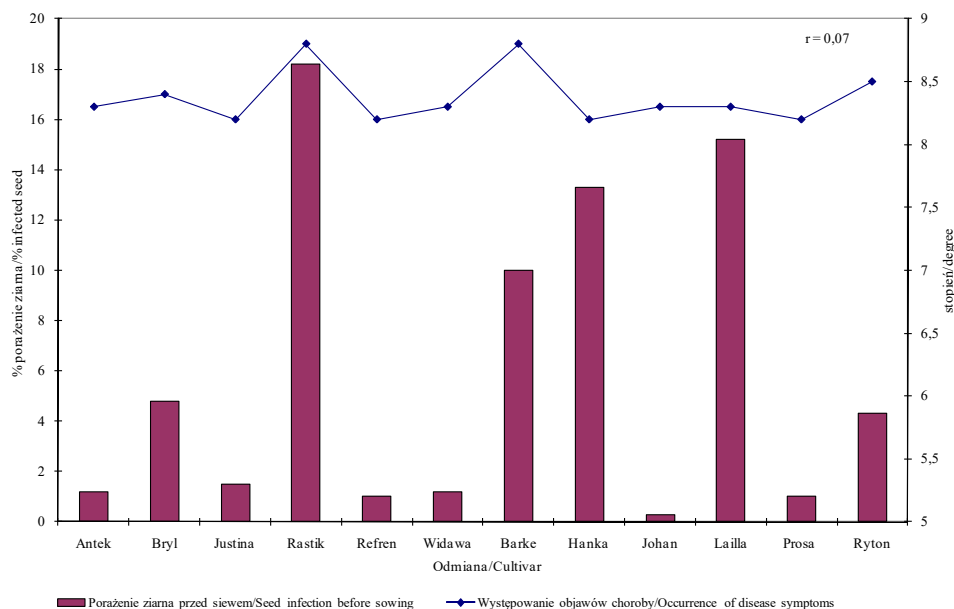


Rys. 2. Zależność pomiędzy porażeniem materiału siewnego przez *Drechslera teres* a występowaniem plamistości siatkowej na roślinach
Fig. 2. Relationship between infection of sowing material by *Drechslera teres* and occurrence of net blotch in the field experiment



Rys. 3. Zależność pomiędzy porażeniem materiału siewnego przez *Fusarium* spp. a występowaniem fuzariozy na roślinach
Fig. 3. Relationship between infection of sowing material by *Fusarium* spp. and occurrence of head blight on plants

Tylko w przypadku wpływu porażenia materiału siewnego przez *Bipolaris sorokiniana* na plamistości liści obserwowanej na roślinach w polu nie stwierdzono żadnej zależności ($r = 0,07$) (rys. 4). Jednak wiadomo, że kłosy podlegają również bezpośredniemu zakażeniu, któremu zwykle towarzyszy infekcja nasion. Powoduje to wzrastające z roku na rok straty plonu i obniżenie jakości ziarna, szczególnie jako materiału siewnego (Clark, 1980; Stevenson, 1981).



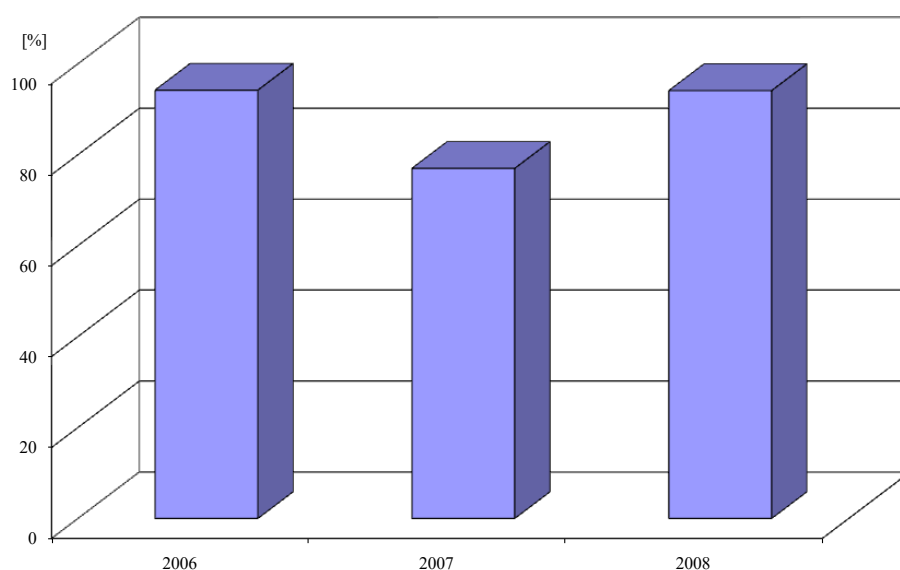
Rys. 4. Zależność pomiędzy porażeniem materiału siewnego przez *Bipolaris sorokiniana* a występowaniem plamistości liści na roślinach

Fig. 4. Relationship between infection of sowing material by *Bipolaris sorokiniana* and occurrence of leaf spot in the field experiment

Objawy plamistości liści powodowanej przez *B. sorokiniana* wystąpiły na poziomie od 8,08 w 2007 roku do 8,67° w 2006 roku. Obserwowano istotne zróżnicowanie w wystąpieniu choroby w zależności od roku wegetacji. Najmniej korzystne warunki dla rozwoju choroby panowały w 2006 roku, zaś w pozostałych latach prowadzenia doświadczeń choroba wystąpiła w większym nasileniu. Patogen jest szeroko rozpowszechniony na całym świecie, ale szczególnie agresywny jest w warunkach wysokiej wilgotności i temperatury powiązanej z zasobnością gleby (Duveiller i Garcia Altamirano, 2000). Jednocześnie stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych odmian w podatności na tego patogena. Najmniej podatne były odmiany Rastik i Barke, zaś najbardziej Justina, Prosa, Refren i Hanka (tab. 3). Podobne wyniki uzyskano dla fuzariozy i plamistości siatkowej. W obu przypadkach obserwowano istotne zróżnicowanie w obrębie badanych odmian. Najbardziej podatna na fuzariozę była odmiana Barke, a na plamistość siatkową

odmiana Ryton. Warunki wegetacji istotnie wpływały tylko na wystąpienie fuzariozy roślin (największe nasilenie w 2008 roku), zaś w przypadku plamistości siatkowej nie stwierdzono istotnych różnic w występowaniu choroby w poszczególnych latach badań (tab. 3).

Badania laboratoryjne wartości siewnej ziarniaków wykazały różnice w ich zdolności kiełkowania w kolejnych latach badań. Najniższe wartości tego parametru stwierdzono dla ziarna zebranego w 2007 roku (średnio 77,0%), wyższe zaś dla ziarniaków ze zbioru w 2006 i 2008 roku (odpowiednio 94,2 i 94,1%) (rys. 5).



Rys. 5. Zdolność kiełkowania ziarna jęczmienia zebranego w doświadczeniu polowym (średnio dla badanych lat)

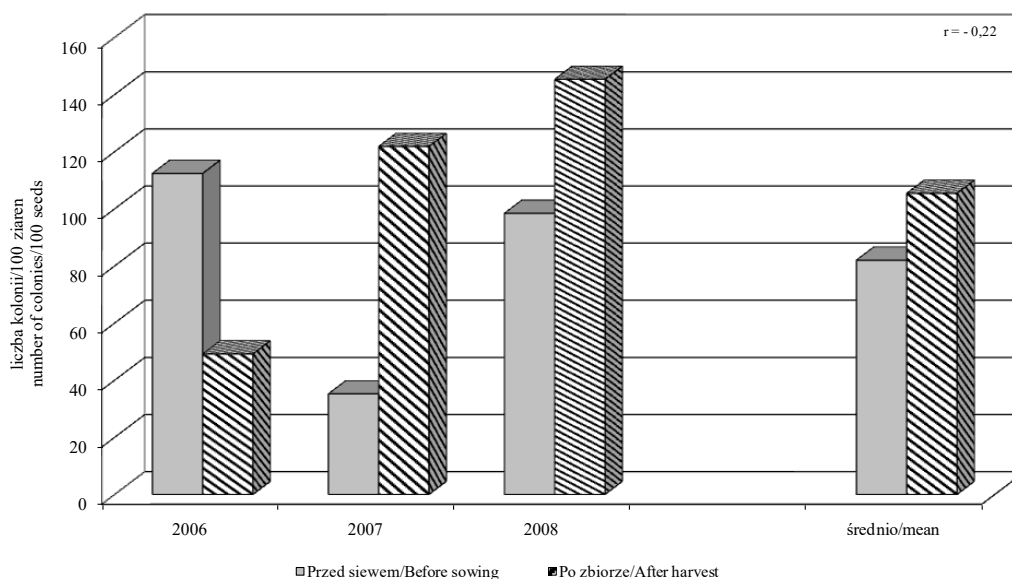
Fig. 5. Germination capacity of barley seeds harvested in the field experiments (means for the years)

Określono również wigor i stwierdzono, że najlepsze warunki dla uzyskania ziarniaków o dobrym wigorze panowały w czasie wegetacji jęczmienia w roku 2008. Siewki wyrosłe z tych ziarniaków miały najdłuższy pierwszy liść (średnio 131,6 mm), zgromadziły najwięcej suchej masy (0,417 g) i posiadały dosyć długie korzenie (średnio 181,3 mm). Statystyczna analiza wyników badanych cech potwierdziła istotne zróżnicowanie w latach badań. Stwierdzono również istotne zróżnicowanie wigoru wyrażonego długością pierwszego liścia i korzenia pomiędzy badanymi odmianami. Najwyższą wartość dla długości pierwszego liścia obserwowano u odmiany Ryton, zaś najdłuższy korzeń wytworzyła odmiana Justina. Tylko w przypadku cechy wigoru jaką jest sucha masa siewek nie obserwowano zróżnicowania w obrębie badanych odmian (tab. 4).

Tabela 4

Wigor ziarna zebranego w doświadczeniu polowym
Vigour of seeds harvested in the field experiment

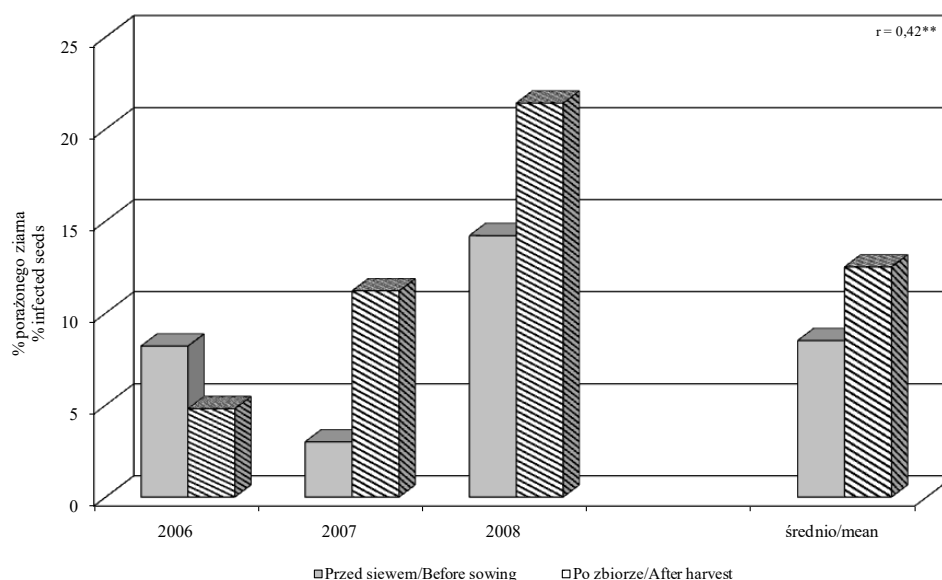
Odmiana Cultivar	Pierwszy liść (mm) First leaf (mm)			Długość korzenia (mm) Root length (mm)			Sucha masa (g) Dry weight (g)		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Antek	88,0	88,0	109,5	190,3	112,0	171,7	0,374	0,250	0,410
Barke	99,4	89,2	133,4	157,0	145,2	168,8	0,365	0,254	0,482
Bryl	88,6	86,2	108,6	190,4	155,4	171,4	0,364	0,275	0,377
Hanka	95,9	72,6	132,0	189,5	161,8	192,3	0,334	0,229	0,393
Johan	110,7	81,6	132,1	183,8	158,7	190,3	0,383	0,226	0,387
Justina	110,5	89,3	138,3	209,8	180,7	201,5	0,393	0,304	0,390
Lailla	110,0	72,9	132,2	195,9	155,9	184,1	0,412	0,187	0,437
Prosa	107,9	82,2	118,3	186,8	158,7	165,5	0,434	0,238	0,408
Rastik	112,0	97,2	151,8	141,3	118,8	176,7	0,286	0,214	0,445
Refren	115,6	94,1	145,3	179,3	157,0	187,2	0,346	0,241	0,432
Ryton	117,9	108,5	142,8	200,3	169,3	186,5	0,347	0,227	0,413
Widawa	113,9	90,4	134,7	191,8	179,2	179,3	0,352	0,248	0,429
Średnio Mean	105,9	87,7	131,6	184,7	154,4	181,3	0,367	0,241	0,417
NIR — LSD _{dla odmian/for cultivars}		19,62		18,63			0,082		
NIR — LSD _{dla lat/for years}		5,76		8,91			0,019		



Rys. 6. Zasiedlenie przez grzyby materiału siewnego jęczmienia użytego do założenia doświadczenia polowego oraz ziarna zebranego w tym doświadczeniu

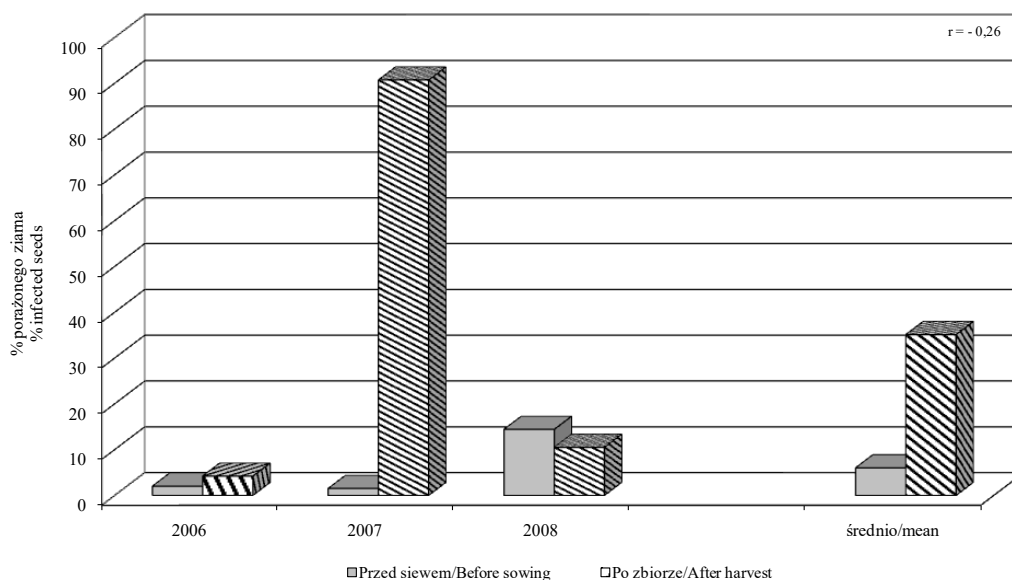
Fig. 6. Contamination by fungi of barley sowing material used in the field experiment and seeds harvested in this experiment

Oceniając zdrowotność ziarna zebranego w doświadczeniu polowym stwierdzono, że więcej grzybów zasiedlało ziarniaki po zbiorze (średnio 105,4 kolonii/100 ziaren) niż przed siewem (średnio 82,0 kolonie/100 ziaren). Tylko w 2006 roku ziarniaki użyte do doświadczenia polowego charakteryzowały się gorszą zdrowotnością (średnio 112,4 kolonii/100 ziaren) w porównaniu do zebranych z doświadczenia (średnio 49,2 kolonii/100 ziaren). Nie stwierdzono występowania istotnych korelacji pomiędzy zasiedleniem przez grzyby materiału siewnego, a liczebnością grzybów występujących na zebranych w doświadczeniu ziarnem ($r = -0,22$) (rys. 6). Podobne wyniki uzyskano dla grzybów z rodzaju *Fusarium*, które zwykle izolowano częściej z ziarniaków zebranych w doświadczeniu polowym (średnio 12,5 kolonii/100 ziaren) w porównaniu z ziarniakami, które użyto do jego założenia (średnio 8,5 kolonii/100 ziaren). Także w tym przypadku 2006 rok nie był korzystny dla rozwoju fuzariozy, gdyż ziarniaki przed siewem były silniej porażone (średnio 8,2 kolonii/100 ziaren) niż po zbiorze (średnio 4,8 kolonii/100 ziaren). Analiza statystyczna wyników występowania na ziarniakach *Fusarium* spp. wykazała, że istnieje dodatnia korelacja pomiędzy porażeniem przez te grzyby materiału siewnego użytego do założenia doświadczenia, a porażeniem zebranego z tego doświadczenia ziarna ($r = 0,42$) (rys. 7).



Rys. 7. Infekcja materiału siewnego jęczmienia użytego do założenia doświadczenia polowego oraz ziarna zebranego w tym doświadczeniu przez grzyby z rodzaju *Fusarium*
Fig. 7. Infection by *Fusarium* fungi of barley sowing material used in the field experiment and seeds harvested in this experiment

Jednakże powszechnie wiadomo, że oprócz znanych gatunków patogenicznych, w glebie i na ziarniakach występuje wiele saprotrofów, które w sprzyjających warunkach środowiska mogą wpływać na zmniejszenie występowania infekcyjnych czynników chorobotwórczych (Łacicowa i Pięta, 1996; Werner, 1996). Można więc przypuszczać, że przyczyną różnic w zasiedleniu przez grzyby, w tym *Fusarium* spp., ziarna wysianego oraz zebranego w doświadczeniu polowym, oprócz warunków pogodowych, było również wzajemne oddziaływanie pomiędzy mikroorganizmami glebowymi oraz zasiedlającymi ziarniaki. Także analiza wyników uzyskanych dla porażenia ziarna przez *Bipolaris sorokiniana* wskazuje, że tak jak w poprzednich przypadkach patogen ten występował liczniej na ziarnie zebranym w doświadczeniu polowym (średnio 35,1 kolonii/100 ziaren) niż na ziarniakach użytych do założenia tego doświadczenia (średnio 6,0 kolonii/100 ziaren). Jednak, jak w przypadku zasiedlenia przez grzyby, nie było istotnej korelacji pomiędzy tymi wynikami ($r = -0,26$) (rys. 8).



Rys. 8. Porażenie przez *Bipolaris sorokiniana* materiału siewnego jęczmienia użytego do założenia doświadczenia polowego oraz ziarna zebranego w tym doświadczeniu

Fig. 8. Infection by *Bipolaris sorokiniana* of barley sowing material used in the field experiment and seeds harvested in this experiment

Jednocześnie zauważyć należy, że ziarniaki w 2008 roku zarówno przed siewem, jak i po zbiorze charakteryzowały się dość dużą liczebnością grzybów rodzaju *Fusarium*, przy jednocześnie relatywnie niewielkiej liczbie wyosobnień *B. sorokiniana*. Wielu autorów zwraca uwagę na powszechne występowanie grzybów rodzaju *Fusarium* oraz ich szczególnie uzdolnienia konkurencyjne wynikające z tolerancji na produkty przemiany

materii innych mikroorganizmów i szybkiego wykorzystania źródeł pokarmowych (Burgiel, 1996; Łacicowa, 1987).

WNIOSKI

1. Materiał siewny jęczmienia jarego licznie zasiedlały grzyby, zwłaszcza patogeniczne *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana* i *Drechslera teres*, będące przyczyną groźnych chorób występujących na roślinach w okresie wegetacji.
2. Porażenie przez patogeny materiału siewnego użytego do założenia doświadczenia polowego oraz warunki pogodowe w czasie wegetacji miały istotny wpływ na występowanie chorób na roślinach.
3. Stwierdzono, że badane odmiany istotnie różniły się podatnością zarówno na plamistość siatkową oraz fuzariozę kłosów, jak i plamistość liści powodowaną przez *B. sorokiniana*.
4. Na wartość siewną zebranego ziarna, w tym na jego zdrowotność, wpływ miał zarówno stan sanitarny użytego w doświadczeniu materiału siewnego jak i nasilenie występowania chorób w okresie wegetacji.

LITERATURA

- Agarwal V. K., Sinclair J. B. 1997. Principles of seed pathology. Second edition CRC Press Inc., Lewis.
- Arseniuk E. 2000. Studies on seedborne inoculum of cereal pathogens – a review. International Seed Health Conference PTFiT, Seed Health as Quality Criterion; Radzików 9–11 October 2000: 17.
- Błaszowski J., Piech M. 2002. Comparison of seed-borne fungal communities of naked and husked oats and barley. *Phytopathologia Polonica* 24: 73 — 76.
- Burgiel Z. J. 1996. Wrażliwość wybranych odmian pszenicy ozimej na zgorzel podstawy źdźbła powodowaną przez *Fusarium* spp. Materiały z sympozjum „Nowe kierunki w fitopatologii”. Kraków 11–13 września 1996: 195 — 198.
- Carmona M., Barreto D., Moschini R., Reis E. 2008. Epidemiology and Control of Seed-borne *Drechslera teres* on Barley. *Cereal Research Communications* 36(4): 637 — 645.
- Clark R. V. 1980. Yield losses in barley cultivars caused by spot blotch. *Can. J. of Plant Pathol.* 1: 113 — 117.
- Clear R. M., Patrick S. K., Gaba D. 2000. Prevalence of fungi and fusariotoxins on barley seed from western Canada, 1995 to 1997. *Canadian Journal of Plant Science* 22 (1): 44 — 50.
- Dawson W.A.J.M., Bateman G.L. 2001. Fungal communities on roots of wheat and barley and effects of seed treatments containing fluquinconazole applied to control take-all. *Plant Pathology* 50: 5 — 82.
- Duveiller E., Garcia Altamirano I. 2000. Pathogenicity of *Bipolaris sorokiniana* isolates from wheat roots, leaves and grains in Mexico. *Plant Pathology* 49: 235 — 242.
- Fakhrunnisa, Hasami M. H., Ghaffar A. 2006. Seed-borne microflora of wheat, sorghum and barley. *Pak. J. Bot.* 38(1): 185 — 192.
- Harper S. H. T., Lynch J. M. 1981. Effects of fungi on barley seed germination. *Journal of General Microbiology* 122: 55 — 60.
- Hudec K. 2007. Pathogenicity of fungi associated with wheat and barley seedling emergence and fungicide efficacy of seed treatment. *Biologia, Bratislava* 62(3): 287 — 291.
- International Seed Testing Association. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. ISTA edited by J.G. Hampton and D.M. TeKrony. 3rd Edition, Zurich, Switzerland.
- International Rules for Seed Testing. Edition 2010. Published by The International Seed Testing Association (ISTA), P. O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland.

- Kaczyński L., Zych J., Behnke M., Lewandowska B., Szymczyk R. 1998. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny rolnicze. Zbożowe. Jęczmień, owies, pszenica zwyczajna, pszenżyto, żyto. COBORU. Wydanie 1, Słupia Wielka.
- Khanzada K. A., Rajput M. A., Shah G. S., Lodhi A. M., Mehboob F. 2002. Effect of Seed dressing fungicides for the control of Seed borne microflora of wheat. *Asian Journal of Plant Sciences* 1(4): 441 — 444.
- Koziara W., Sulewska H., Panasiewicz K. 2006. Efekty stosowania stymulatorów odporności w wybranych roślinach rolniczych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 51(2): 82 — 87.
- Kurowski T.P., Marks M., Kurowska A., Orzech K. 2005. Stan sanitarny i plonowanie jęczmienia jarego w zależności od sposobu uprawy roli. *Acta Agrobotanica* 58 (2): 335 — 346.
- Lipa J. J. 1999. Nowoczesna ochrona zbóż. Pamiętnik Puławski — Materiały Konferencji, 114: 241 — 259.
- Lipa J. J., Korbas M. 2002. Nowoczesna ochrona zbóż przed chorobami i szkodnikami. *Więś Jutra* 5 (46): 40 — 44.
- Łacicowa B. 1987. Choroby podsuszkowe pszenżyta powodowane przez *Fusarium* spp. i *Rhizoctonia solani* Kühn. *Ochr. Rośl.* 11: 3 — 6.
- Łacicowa B., Pięta D. 1996. Mikrobiologiczne zaprawianie *Trichoderma* spp. nasion soi (*Glycine max.* (L.) Merrill) przeciwko chorobotwórczym grzybom odglebowym. Materiały z sympozjum „Nowe kierunki w fitopatologii”. Kraków 11–13 września 1996: 275 — 277.
- SAS Institute Inc. 2004 a. SAS 9.1 Companion for Windows. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- SAS Institute Inc. 2004 b. SAS/STAT 9.1 user's guide. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- Stevenson I.L. 1981. Timing and nature of seed infection of barley by *Cochliobolus sativus*. *Can. J. of Plant Pathol.* 3: 75 — 85.
- Turkington T. K., Clear R. M., Burnett P. A., Patrick S. K., Orr D. D., Xi K. 2002. Fungal plant pathogens infecting barley and wheat seed from Alberta, 1995–1997. *Can. J. Plant Pathol.* 24: 302 — 308.
- Werner M. 1996. Skuteczność wybranych grzybów glebowych w ochronie gipsówki wiechowatej przed *Fusarium oxysporum* Schlecht. Materiały z sympozjum „Nowe kierunki w fitopatologii”. Kraków 11–13 września 1996: 365 — 368.
- Wicki L. 2008. Regionalne zróżnicowanie stosowania nasion kwalifikowanych w Polsce w latach 1995–2006. *Roczniki Naukowe t. IX*, 1: 537 — 541.

ELŻBIETA MALUSZYŃSKA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie

Skład botaniczny nasion roślin towarzyszących w materiale po zbiorze z ekologicznych plantacji nasiennych zbóż jarych*

The botanical composition of contaminant seeds in raw yield from organic seed crops of spring cereals

Badano materiał nasienny bezpośrednio po zbiorze kombajnowym z ekologicznych plantacji nasiennych zbóż jarych w latach 2004–2007. Stwierdzono występowanie nasion roślin uprawnych i chwastów, w tym chwastów zastrzeżonych, których liczba była wyższa niż przewidują standardy jakości dla materiału siewnego. Spektrum gatunków nasion roślin towarzyszących było zróżnicowane w latach. Występowanie nasion danego gatunku przedstawiono przy użyciu wskaźników częstości i obfitości. Do gatunków o najwyższej częstości w każdym roku należały: *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Persicaria lapathifolia* i *Vicia hirsuta*. Skład gatunkowy nasion innych roślin zmniejszył się podczas 4 lat badań między innymi z powodu usuwania chwastów zastrzeżonych na plantacji oraz unikania podczas zbioru zamieszania nasionami innych roślin uprawnych.

Słowa kluczowe: chwasty zastrzeżone, ekologiczna plantacja nasienna, materiał ze zbioru, nasiona chwastów, skład botaniczny nasion, zboża jare

The other seed contaminations of spring cereals from organic seed crops were examined in the years 2004–2007. The seed of restricted weeds and other crops were detected in higher number than allow the seed quality standards. Species spectrum of the contaminant seed differed in the years of study. The occurrence of seeds of other species was expressed by the factors of frequency and abundance. *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Persicaria lapathifolia* and *Vicia hirsuta* occurred with the highest frequency each year. Botanical composition of the contaminant seeds was reduced gradually during the years of investigation due to elimination of the restricted weeds from the fields and avoidance of admixtures of other crops seeds during harvest.

Key words: botanical composition of seeds, material from harvest, organic seed crop, restricted weeds, spring cereals, weed seeds

* Badania prowadzono w ramach projektu finansowanego przez MRiRW Nr HORre – 401-175

WSTĘP

W kraju w ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie rolnictwem ekologicznym. W latach 2004–2007 wzrosła liczba gospodarstw, które stosują ekologiczny system uprawy z 3760 do 11887, a powierzchnia użytków rolnych z 83 tys. do 286 tys. ha. (Kuś, 2008). W roku 2009 liczba certyfikowanych ekologicznych gospodarstw w kraju wynosiła 17091, natomiast powierzchnia ponad 367 tys. ha (www.ijhar-s.gov.pl). Tendencje w polskim, europejskim oraz światowym rolnictwie wskazują, że gospodarstw ekologicznych będzie corocznie przybywać (Skórnicki i in., 2007). W związku z obowiązkiem stosowania ekologicznego materiału siewnego w gospodarstwach ekologicznych, IHAR w roku 2004 jako pierwszy w kraju rozpoczął ekologiczną produkcję nasiennej zbóż jarych i ziemniaków (Dec. Min. Rol. HOR re-401-175).

U zbóż wraz z plonem są także zbierane nasiona roślin towarzyszących uprawie. Zanieczyszczeniem innymi nasionami interesowano się od dawna ze względu na szkodliwość oraz możliwość zachwaszczenia upraw w latach następnych (Broniewski, 1966; Lampeter, 1961). Literatura krajowa z tego zakresu dotyczy upraw konwencjonalnych, której przegląd dokonał Kulpa na początku lat 70. XX wieku (Kulpa, 1971). W latach 80. wiele badań dotyczących zanieczyszczeń zbieranego materiału przeprowadził zespół Akademii Rolniczej w Lublinie (Pawłowski i Wesołowski, 1984; Pawłowski, 1986). Natomiast zbyt mało jest prac z tego zakresu, dotyczących uprawy w warunkach ekologicznych.

Celem podjętych badań była ocena składu botanicznego nasion roślin towarzyszących w materiale bezpośrednio po zbiorze z ekologicznych plantacji nasiennych zbóż jarych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiły próby ziarna zbóż jarych bezpośrednio ze zbioru w latach 2004, 2005, 2006 i 2007. W roku 2004 badano 9 prób materiału nasiennego różnych gatunków zbóż jarych. Pszenica była reprezentowana przez następujące odmiany: Koksa, Korynta, Nawra i Torka. Badano 3 odmiany jęczmienia: Atol, Rataj i Rodos oraz 2 owsa: Chwat i Polar. W roku 2005 analizowano 11 prób wśród których były następujące odmiany pszenicy jarej: Koksa, Korynta i Torka. Jęczmień i owies były reprezentowane przez te same odmiany jak w roku poprzednim i ponadto przez odmiany Atol i Rataj oraz Szakal i Sławko. W roku 2006 badano próby pszenicy jarej następujących odmian: Nawra i Torka, a jęczmienia Rataj i Stratus. W sumie w tym roku przeanalizowano 7 prób, w tym 3 próby owsa tych samych odmian jak w latach poprzednich. W roku 2007 badano 8 prób w tym: 3 próby pszenicy jarej odmiana Torka, 4 próby owsa: Celer, Grajcar i Polar, 1 jęczmienia jarego Rataj.

Plantacje nasienne zostały założone zgodnie z wymaganiami określonymi w Ustawie o nasiennictwie (Dz.U. nr 137 z 2003 r. z późniejszymi zmianami) i Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Dz.U. nr 29, 2007) oraz zostały poddane kwalifikacji polowej przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Materiał użyty do założenia plantacji był w stopniu bazowym (B). Do produkcji nasiennej wybrano

gospodarstwa od dawna posiadające certyfikat gospodarstwa ekologicznego. Właściciele musieli wyrazić chęć prowadzenia produkcji nasiennej w warunkach ekologicznych. W latach 2004–2006 wielkość plantacji wynosiła 0,5 ha, czyli miała wielkość minimalną dla plantacji nasiennej zgodnie z przepisami. W roku 2007 wynosiła 2 ha, gdy wielkość minimalna plantacji uległa zmianie według znowelizowanej ustawy o nasiennictwie (Dz U. 137, 2003 z późn. zmianami). Zastosowano także prawidłowy przedplon, tj. plantacje roślin zbożowych zakładano na polu, na którym w ostatnim roku poprzedzającym założenie plantacji nie były uprawiane rośliny wykluczające możliwość produkcji materiału siewnego danego gatunku, szczególnie innej odmiany tego samego gatunku lub tej samej odmiany, lecz niższego stopnia kwalifikacji. Plantacje nasienne można zakładać na polu wolnym od roślin, które są samosiewami z poprzedniej uprawy. W prezentowanych badaniach w roku 2004 przedplonem były mieszanki zbożowo-strączkowe, koniczyna, truskawki lub trawy. W roku 2005 jako przedplon rolnicy zastosowali seradellę, grykę, groch, gorczycę i trawy. W latach 2006–2007 przedplonem były ziemniaki, motylkowe, seradela, mieszanka zbożowo-strączkowa lub dynia. Ponadto plantacje musiały spełniać wymogi dotyczące izolacji przestrzennej, czystości odmianowej, czystości gatunkowej, zachwaszczenia oraz występowania chorób i szkodników.

Bezpośrednio po zbiorze kombajnowym pobrano próby materiału nasiennego o masie 1 kg do analiz w laboratorium. Zgodnie z obowiązującymi Przepisami ISTA (ISTA, 2004, 2005, 2006, 2007) wykonano analizę czystości próby o masie 120 g. Czystość zebranego materiału oraz liczba nasion innych roślin między innymi w zależności od przedplonu i klasy jakości gleby były przedmiotem innego opracowania (Kolasińska, Małuszyńska, 2009). Ponadto w próbie o masie 0,5 kg oznaczono skład botaniczny nasion innych roślin, wykonano ocenę występowania nasion chwastów zastrzeżonych oraz przetrwalników grzybowych tj. sporyszu i śnieci. Identyfikację diaspor chwastów przeprowadzono w oparciu o klucze: Baxter i Copeland (2008), Kulpy (1988), Kulpy i Desowskiej (1983). Nazwy łacińskie gatunków podano zgodnie z Listą Nazw Ustalonych ISTA (Wiersema, 2007). W niektórych przypadkach identyfikacja nasion była możliwa tylko na poziomie rodzaju lub rodziny.

Sporządzono tabele florystyczne składu nasion roślin towarzyszących dla każdego roku zbioru w oparciu o wskaźniki częstości i obfitości wg skali Kulpy i Tabisz (1963) oraz jedną tabelę zbiorczą dla całego analizowanego materiału. Częstość oznacza procent prób zawierających nasiona danego gatunku w stosunku do liczby prób badanych w danym roku (skala 1 oznacza gatunek rzadki do 20% prób, skala 5 gatunek bardzo częsty, powyżej 80% prób). Obfitość oznacza przeciętną liczbę diaspor danego gatunku obliczoną tylko w próbach zawierających nasiona tego gatunku.

WYNIKI I DYSKUSJA

Występowanie nasion gatunków zastrzeżonych

Badany materiał, aby uzyskać status kwalifikowanego materiału siewnego w stopniu C1 musi spełniać następujące wymagania: minimalna czystość analityczna 98%, maksymalna liczba nasion innych gatunków roślin w 0,5 kg próbie 10 sztuk w tym ziarniaków

innych gatunków zbóż do 7 sztuk, innych gatunków niż zboża do 7 sztuk, zawartość nasion *Avena fatua*, *Avena sterilis*, *Avena ludoviciana* i *Lolium temulentum* 0 sztuk, a nasion *Raphanus raphanistrum* i *Agrostemma githago* łącznie do 3 sztuk (Dz. Ustaw nr 29, 2007). Szczególnie niepożądane są nasiona chwastów zastrzeżonych. Najwięcej nasion *Avena fatua* stwierdzono w roku 2004 to jest 30 sztuk w 0,5 próbie ziarna (tab. 1). Była to próba owsa odmiany Polar z plantacji założonej na polu po mieszance zbożowo-strączkowej. Natomiast tylko w jednej próbie był obecny w roku 2007. Prawdopodobnie coraz większa świadomość rolników, którzy ręcznie usuwali chwasty z plantacji spowodował, że w 2007 roku owies głuchy wystąpił tylko sporadycznie w badanym materiale.

Tabela 1

Występowanie nasion chwastów zastrzeżonych w próbach
The occurrence of restricted weed seeds in the samples

Rok year	<i>Avena fatua</i>		<i>Raphanus raphanistrum</i>		<i>Agrostemma githago</i>	
	częstość (%) frequency	max. liczba nasion (szt.) maximum number of seeds	częstość (%) frequency	max. liczba nasion (szt.) maximum number of seeds	częstość (%) frequency	max. liczba nasion (szt.) maximum number of seeds
2004	2	30	1	422	1	3
2005	1	21	3	1583	1	2
2006	4	5	3	55	0	0
2007	1	8	4	140	0	0

Najwyższą częstość występowania nasion *Raphanus raphanistrum* stwierdzono w materiale ze zbioru w roku 2007, a najniższą ze zbioru w roku 2004. Maksymalna liczba nasion tego gatunku wynosiła od 55 do 1583 w zależności od roku. Najwięcej nasion tego gatunku stwierdzono w roku 2005 w próbie jęczmienia odmiany Rataj uprawianego na polu po gorczycy. Z innych gatunków o nasionach zastrzeżonych *Agrostemma githago* wystąpił tylko w materiale ze zbioru w latach 2004 i 2005 w liczbie 2–3 sztuki. Od szeregu lat kąkol był uważany za gatunek ginący, ale teraz dzięki uprawom ekologicznym znów jest widoczny na polach. W prezentowanych badaniach nasiona kąkolu znajdowały się w próbie owsa i pszenicy, które pochodziły z plantacji zdyskwalifikowanych polowo.

Materiał siewny, aby został zakwalifikowany laboratoryjnie jako kwalifikowany C1 musi spełniać wymagania m.in. pod względem liczby nasion innych roślin i liczby ziarniaków innych zbóż. Każda badana próba materiału bezpośrednio po zbiorze kombajnowym zawierała zbyt dużo nasion innych roślin (tab. 2). Najmniejsza liczba wynosiła 30, a najwyższa ponad 25000 sztuk. Liczba gatunków nasion innych roślin w próbie także była bardzo zróżnicowana i wahała się od 2 do 58. W ciągu 4 lat badań stwierdzono zmniejszanie się spektrum nasion roślin towarzyszących, co oznacza, że rolnicy starali się eliminować zbyt duże zachwaszczenie na plantacji. W innych badaniach dotyczących reprodukcji pszenżyta ozimego stwierdzono, że zestaw gatunków nasion innych roślin powiększał się w kolejnych rozmnożeniach pszenżyta (Małuszyńska, 1997). W prezentowanych badaniach wśród nasion roślin towarzyszących były także ziarniaki innych zbóż. Tylko nieliczne próby zawierały 7 i mniej sztuk ziarniaków innych zbóż, czyli maksimum dopuszczalne w standardach jakości (Dz.U. 29, 2007). Bardzo często liczba

ziarniaków była wysoka z powodu zamieszania innymi zbożami podczas zbioru kombajnem. W ciągu 4 lat badań nastąpił spadek liczby prób o dużym zanieczyszczeniu ziarniakami innych zbóż (tab. 2). Oznacza to, że rolnicy nauczyli się unikać zamieszania innymi gatunkami uprawnymi. Problem nadmiernej liczby ziarniaków innych zbóż występował także w produkcji nasiennej pszenżyta ozimego (Małuszyńska, 1997). Powodem były także zamieszania mechaniczne podczas zbioru kombajnowego. Obserwacje plantacji ekologicznych w czasie wegetacji wykazały tylko sporadyczne występowanie innych roślin zbożowych, natomiast w zebranych materiale były obecne ziarniaki innych zbóż (Dostatny, Małuszyńska, 2007). Przyczyną występowania mogły być zamieszania mechaniczne podczas zbioru, pochodzące prawdopodobnie z nie wyczyszczonego kombajnu. Rolnicy z powodu małej powierzchni plantacji nasiennej nie odrzucali pierwszego zbioru kombajnu i dlatego w zebranej masie nasiennej znajdowały się ziarniaki zbóż z pola, na którym poprzednio pracował kombajn. Analiza domieszek materiału siewnego rozmnażanego w gospodarstwach indywidualnych w latach siedemdziesiątych także wykazała występowanie dużej liczby ziarniaków innych zbóż (Bydlińska i in., 1987).

Tabela 2

Liczba gatunków, liczba nasion innych roślin ogółem i liczba ziarniaków innych zbóż w próbie
Number of contaminant species, number of their seeds and number of other cereals kernels in the sample

Rok Year	Liczba gatunków nasion innych roślin w próbie (od – do) Number of species of other seeds in the sample (range)	Liczba nasion innych roślin (od – do) Number of seeds of other species (range)	Liczba ziarniaków innych zbóż (od – do) Number of kernels of other cereals (range)
2004	15–58	168–7568	5–279
2005	2–35	30–11072	3–1493
2006	7–42	53–83439	3–531
2007	15–30	1881–25365	1–275

Skład gatunkowy i ilościowy nasion roślin towarzyszących

W roku 2004 skład gatunkowy nasion innych roślin obejmował 74 taksony (poza gatunkami sporadycznymi, czyli 1 nasienie w 1 próbie) (tab. 3). Jako gatunki bardzo częste, czyli 5 stopień częstości stwierdzono: *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Persicaria lapathifolia* i *Vicia hirsuta*. Jako gatunki częste (4 stopień częstości) stwierdzono *Tripleurospermum inodorum* i *Elytrigia repens* oraz *Viola arvensis*, *Spergula arvensis*, *Rumex acetosella* i *Secale cereale*. Obfitość nasion w próbie tych gatunków była bardzo zróżnicowana od 18 do 140 szt. Ponad połowa badanych prób była zanieczyszczona nasionami *Hordeum vulgare*, *Apera spica-venti*, *Cirsium arvense*, *Polygonum aviculare*, *Rumex crispus* i *Vicia angustifolia*. W skali częstości 3 (gatunki dość częste) wystąpiły nasiona takich gatunków, jak: *Centaurea cyanus*, *Sinapis arvensis*, *Stellaria media*, *Myosotis arvensis*, *Avena sativa* i *Galium aparine*. W roku następnym 2005 w badanym materiale zidentyfikowano nasiona należące do 63 taksonów. Bardzo częstymi gatunkami były: *Chenopodium album* oraz *Secale cereale*.

Tabela 3

**Częstość i obfitość występowania nasion innych roślin w plonie z ekologicznych plantacji nasiennych
zbóż jarych**

Frequency and abundance of contaminant seeds in seed material from organic seed crops of spring cereals

L.p. No.	Gatunek Species	Rok zbioru — Year of harvest							
		2004		2005		2006		2007	
		częstość frequency	obfitość (szt/próba) abundance (number/ sample)	częstość frequency	obfitość (szt/próba) abundance (number/ sample)	częstość frequency	obfitość (szt/próba) abundance (number/ sample)	częstość frequency	obfitość (szt/próba) abundance (number/ sample)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Chenopodium album</i>	5	92	5	1164	5	8644	5	9212
2	<i>Fallopia convolvulus</i>	5	762	4	182	5	36	5	522
3	<i>Persicaria lapathifolia</i>	5	165	3	856	4	1145	5	1287
4	<i>Vicia hirsuta</i>	5	251	3	10	3	38	5	49
5	<i>Secale cereale</i>	4	18	5	26	4	59	2	316
6	<i>Elytrigia repens</i>	4	136	4	31	3	11	5	116
7	<i>Tripleurospermum perforatum</i>	4	52	2	196	2	60	3	10
8	<i>Viola arvensis</i>	4	28	1	9	1	3	4	6
9	<i>Spergula arvensis</i>	4	140	1	23	2	2	1	383
10	<i>Rumex acetosella</i>	4	20	3	212	3	132	2	57
11	<i>Persicaria maculosa</i>	3	18	1	12	1	10	5	59
12	<i>Centaurea cyanus</i>	3	5	3	22	4	42	4	170
13	<i>Galeopsis tetrahit</i>	3	8	2	21	3	15	5	55
14	<i>Hordeum vulgare</i>	3	50	3	13	3	22	4	7
15	<i>Apera spica-venti</i>	3	22	3	15	3	8	2	16
16	<i>Avena sativa</i>	3	61	3	89	3	63	4	53
17	<i>Cirsium arvense</i>	3	18	3	15	2	10	3	86
18	<i>Polygonum aviculare</i>	3	16	1	181	1	119	4	3
19	<i>Rumex crispus</i>	3	26	2	15	2	262	1	334
20	<i>Sinapis arvensis</i>	3	448	1	180	3	25	2	130
21	<i>Vicia angustifolia</i>	3	165	2	23	1	41	2	18
22	<i>Stellaria media</i>	3	11	-	-	1	155	1	8
23	<i>Myosotis arvensis</i>	3	63	1	15	2	25	4	4
24	<i>Galium aparine</i>	3	12	2	6	3	6	4	31
25	<i>Echinochloa crus-galli</i>	3	23	-	-	3	12	4	118
26	<i>Erodium cicutarium</i>	3	20	2	17	2	4	3	9
27	<i>Triticum aestivum</i>	3	5	2	15	3	10	2	68
28	<i>Ornithopus sativus</i>	3	28	3	37	1	51	2	253
29	<i>Anthemis arvensis</i>	3	11	2	17	3	33	2	13
30	<i>Vicia villosa</i>	3	3	1	4	-	-	-	-
31	<i>Avena fatua</i>	2	11	1	11	4	56	1	8
32	<i>Raphanus raphanistrum</i>	2	42	3	403	3	23	4	34
33	<i>Plantago major</i>	2	7	2	11	1	1362	2	223
34	<i>Trifolium pratense</i>	2	32	1	37	1	11522	-	-
35	<i>Medicago lupulina</i>	2	114	1	13	2	6	2	21
36	<i>Melilotus</i> spp.	2	840	-	-	-	-	-	-
37	<i>Vicia tetrasperma</i>	2	132	1	2	-	-	-	-
38	<i>Phleum pratense</i>	2	4	2	14	1	31	2	12
39	<i>Lolium</i> spp.	2	24	1	8	2	7	1	35
40	<i>Plantago lanceolata</i>	2	3	1	16	2	48	1	1
41	<i>Stachys</i> spp.	2	57	-	-	-	-	-	-
42	<i>Stellaria graminea</i>	2	5	1	1	1	5	-	-
43	<i>Achillea millefolium</i>	2	8	1	1	-	-	2	3
44	<i>Setaria viridis</i>	2	33	2	14	2	5	3	246

c.d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
45	<i>Vicia</i> spp.	2	3	1	10	-	-	2	3
46	<i>Triticosecale</i>	1	4	2	41	3	39	-	-
47	<i>Geranium pusillum</i>	1	3	-	-	-	-	-	-
48	<i>Cichorium intybus</i>	1	3	1	12	1	9	-	-
49	<i>Anchusa</i> spp.	1	10	1	5	1	6	1	84
50	<i>Sinapis alba</i>	1	7	1	6	-	-	1	3
51	<i>Fagopyrum esculentum</i>	1	3	1	530	1	35	-	-
52	<i>Ranunculus acer</i>	1	3	-	-	1	1	-	-
53	<i>Trifolium strepens</i>	1	3	-	-	-	-	-	-
54	<i>Lycopsis arvensis</i>	1	7	-	-	-	-	-	-
55	<i>Brassicaceae</i>	1	9	2	12	1	19	-	-
56	<i>Digitaria</i> spp.	1	1	1	130	-	-	4	23
57	<i>Convolvulus arvensis</i>	1	6	1	2	2	4	1	1
58	<i>Silene</i> spp.	1	56	1	5	1	19	1	6
59	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	6	1	1	1	6	-	-
60	<i>Thlaspi arvense</i>	1	1	1	1	1	1	-	-
61	<i>Vicia sativa</i>	1	36	1	10	2	4	-	-
62	<i>Agrostemma githago</i>	1	3	1	2	-	-	-	-
63	<i>Artemisia vulgaris</i>	1	897	-	-	-	-	1	9
64	<i>Centaurea jacea</i>	1	8	1	10	-	-	-	-
65	<i>Festuca</i> spp.	1	1	-	-	1	6	-	-
66	<i>Sonchus arvensis</i>	1	2	-	-	1	2	2	9
67	<i>Prunella vulgaris</i>	1	1	1	8	-	-	-	-
68	<i>Lithospermum arvense</i>	1	2	-	-	1	1	-	-
69	<i>Urtica</i> spp.	1	1	1	1	1	1	-	-
70	<i>Panicum miliaceum</i>	1	6	1	1	-	-	1	2
71	<i>Polygonum mite</i>	1	355	1	18	-	-	1	22
72	<i>Rumex</i> spp.	1	3	-	-	-	-	-	-
73	<i>Poa</i> spp.	1	4	-	-	1	10	1	1
74	<i>Setaria glauca</i>	1	1	1	61	2	7	4	89
75	<i>Avena strigosa</i>	-	-	1	2	2	4	1	1
76	<i>Fabaceae</i>	-	-	1	2	-	-	2	5
77	<i>Cirsium lanceolatum</i>	-	-	1	3	1	2	1	3

Ponadto w roku 2004 wystąpiły/ in 2004 occurred also: *Atiplex* spp., *Veronica spicata*, *Veronica arvensis*, *Erigeron canadensis*, *Anthemis tinctoria*, *Artemisia absinthium*, *Senecio vulgaris*, *Lolium temulentum*, *Salsola kali*, *Neslia paniculata*, *Daucus carota*, *Papaver* sp.

W roku 2005 wystąpiły/In the year 2005 occurred also: *Polygonum dumetorum*, *Centaurea scabiosa*, *Cirsium lanceolatum*, *Fagopyrum tataricum*, *Nigella* spp., *Anagallis arvensis*, *Polygonum hydropiper*, *Bromus mollis*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*, *Daucus carota*, *Saponaria officinalis*, *Consolida regalis*, *Digitaria sanguinalis*, *Polygonum minus*, *Raphanus sativus*, *Sisymbrium sophia*, *Amaranthus retroflexus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Galinsoga parviflora*, *Festuca ovina*, *Festuca pratensis*.

W roku 2006 roku wystąpiły/In the year 2006 occurred also: *Nigella arvensis*, *Anagallis arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Sonchus asper*, *Polygonum minus*, *Arenaria serpyllifolia*, *Centaurea scabiosa*, *Conosida regalis*, *Crepis* spp., *Deschampsia* spp., *Echium vulgare*, *Fagopyrum tataricum*, *Galium spurium*, *Hieracium pilosella*, *Lamium* spp., *Leontodon* spp., *Medicago sativa*, *Stellaria* spp., *Saponaria officinalis*.

W roku 2007 wystąpiły/ In the year 2007 occurred also: *Bidens* spp., *Galeopsis ladanum*, *Salvia pratensis*, *Holcus mollis*, *Vicia tetrasperma*, *Bromus secalinus*, *Hypochoeris* spp., *Rumex acetosa*, *Galinsoga parviflora*, *Taraxacum officinale*, *Linum* spp., *Trifolium repens*, *Lapsana communis*.

Niższy stopień częstości (4) uzyskały *Elytrigia repens* i *Fallopia convolvulus*. Powyżej połowy prób było zanieczyszczonych przez *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Raphanus raphanistrum*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Persicaria maculosa*, *Ornithopus sativus*, *Rumex acetosella* i *Vicia hirsuta*. Obfitość nasion tych gatunków była zróżnicowana i nie zależała od częstości występowania.

W roku 2006 skład botaniczny nasion innych roślin (z wyjątkiem gatunków sporadycznych) obejmował 63 taksony. W każdej próbie stwierdzono nasiona *Chenopodium album* i *Fallopia convolvulus*. Ponadto komosa występowała bardzo obficie — średnio powyżej 8000 szt. nasion w próbie. Jako gatunki częste (występujące w ponad 60% prób czyli 4 stopień częstości) odnotowano: *Centaurea cyanus*, *Avena fatua*, *Persicaria lapathifolia* i *Secale cereale*, a mniej często *Elytrigia repens* i *Hordeum vulgare*. Połowa prób zawierała nasiona *Apera spica-venti* i ziarniaki *Triticum aestivum*, która była obcym zbożem w próbach gatunków innych niż pszenica. W roku 2007 ogółem stwierdzono mniejszą liczbę taksonów — 53 (poza gatunkami sporadycznymi). Cztery gatunki wystąpiły we wszystkich badanych próbach tj. *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Persicaria lapathifolia* i *Persicaria maculosa*. Ten sam stopień częstości uzyskały gatunki, których nasiona zanieczyszczały powyżej 80% prób, czyli *Elytrigia repens*, *Galeopsis tetrahit* i *Vicia hirsuta*. Trzy czwarte wszystkich prób zawierało nasiona gatunków zaklasyfikowanych w 4 stopniu skali częstości: *Centaurea cyanus*, *Echinochloa crus-galli*, *Galium aparine*, *Hordeum vulgare*, *Viola arvensis* i *Myosotis arvensis*.

W kolejnych latach badań skład botaniczny nasion roślin towarzyszących zmniejszał się. W porównaniu ze składem nasion innych roślin, jaki stwierdzono w materiale nasiennym pszenicy ozimego, który wynosił 129 taksonów, spektrum gatunków w prezentowanych badaniach było mniejsze, chociaż materiał badawczy pochodził z ekologicznych plantacji (Małuszyńska, 1997). Badania porównawcze zachwaszczenia upraw konwencjonalnych i ekologicznych wykazały bogatszy skład gatunkowy chwastów na ekologicznych plantacjach nasiennych (Dostatny i Małuszyńska, 2007). Desowska i Świrska (1984) na podstawie badań materiału nasiennego różnych zbóż stwierdziły, że podstawowe chwasty są wspólne wszystkim gatunkom zbóż i tylko nieliczne rozwijają się wybiórczo w jednej uprawie zbożowej. W prezentowanych badaniach analizowane próby dotyczyły 3 gatunków zbóż, tj. pszenicy, jęczmienia oraz owsa i co roku skład botaniczny nasion innych roślin był dość podobny. Według Broniewskiego (1966) zanieczyszczenia nasionami mają poza szkodliwością wegetacyjną także szkodliwość czyszczalniczą i magazynową. Największą szkodliwość dla zbóż stanowią ziarniaki innych zbóż, gdyż są bardzo trudne do wyeliminowania podczas procesu czyszczenia.

Ogółem w ciągu 4 lat badań stwierdzono ponad 77 gatunków nasion roślin towarzyszących w badanym materiale (tab. 3). *Chenopodium album* był gatunkiem bardzo częstym w każdym roku badań. Jego obfitość była bardzo zróżnicowana od kilkudziesięciu do ponad 9000 sztuk nasion w próbie. Bardzo częstym gatunkiem (poza jednym rokiem) był *Fallopia convolvulus*, którego obfitość wahała się o od 36 do 762 sztuk nasion w próbie. Do gatunków bardzo częstych, w poszczególnych latach należały też *Persicaria lapathifolia* i *Vicia hirsuta*. Inne gatunki zostały uszeregowane według malejącej częstości w pierwszym roku badań. Były wśród nich zarówno chwasty zastrzeżone, inne gatunki zbóż niż gatunek badany jak i chwasty segetalne towarzyszące uprawom oraz chwasty ruderalne np. *Urtica* sp. Wskaźnik częstości występowania nasion danego gatunku był różny w zależności od roku zbioru np. dla *Persicaria maculosa* wahał się od 1 do 5. Prawdopodobnie przyczyną takich wahań był różny stan zachwaszczenia plantacji w poszczególnych latach badań. Gatunki, dla których wskaźnik częstości wynosił 4 w

pierwszym roku badań jak *Tripleurospermum inodorum*, *Viola arvensis*, *Spergula arvensis* czy *Rumex acetosella* w następnych latach miały niższą częstość. Przyczyną tak wysokiej częstości w pierwszym roku mogło być zbyt niskie położenie przyrządu zbierającego w kombajnie, dlatego nasiona chwastów dolnej warstwy łąnu przedostały się do plonu. Obfitość, czyli średnia liczba nasion w próbie była bardzo zróżnicowana. Wpływ na obfitość miał między innymi współczynnik rozmnażania. Najwyższą obfitością wyróżniała się *Chenopodium album*, której płodność może wynosić ponad 100 000 sztuk z jednej rośliny (Pawłowski i in., 1970). W każdym roku stwierdzono w badanych próbach występowanie ziarniaków innych zbóż, w tym najczęściej żyta, a mniej często jęczmienia i owsa. Prawdopodobnie ziarniaki przedostały się do badanej masy nasiennej drogą zamieszkań mechanicznych podczas zbioru kombajnowego. Spośród analizowanych gatunków roślin towarzyszących były zarówno jednoliścienne jak i dwuliścienne. Wśród jednoliściennych najwyższą częstość w każdym roku miał *Elytrigia repens*, co może wskazywać, że jest gatunkiem, który być może będzie stanowił problem na źle prowadzonych plantacjach ekologicznych.

Ponadto stwierdzono gatunki, które wystąpiły skąpo, czyli jeden raz w roku. W pierwszym roku do takich gatunków należała między innymi zastrzeżona *Lolium temulentum* oraz inne gatunki z dolnej warstwy jak: *Veronica* spp., czy *Senecio vulgaris*. W roku 2005 jeden raz stwierdzono występowanie m.in. *Centaurea scabiosa*, gatunku, który coraz rzadziej pojawia się w uprawach zbóż. Ponadto stwierdzono nasiona z rodzaju: *Consolida*, *Nigella* i *Sysimbrium*. W roku 2006 poza wymienionymi były także *Medicago sativa*, *Crepis* spp., a w ostatnim roku m.in. *Bidens* spp. *Bromus secalinus*, *Galinsoga parviflora*. Na występowanie szeregu gatunków chwastów wpływ mogła mieć konkurencyjność odmiany w stosunku do chwastów (Feledyn-Szewczyk i Duer, 2008). Badania przeprowadzone w IUNG uwzględniały inne odmiany, niż te, których próby ziarna stanowiły niniejszy materiał do badań. Zarówno w badaniach polowych Feledyn-Szewczyk (2008), jak i w prezentowanych liczebność chwastów, jak i liczba ich nasion różniła się w latach, co mogło wynikać z sezonowej zmienności warunków pogodowych oraz wykonanego odchwaszczenia przez rolników. Pojawienie się niektórych gatunków chwastów było związane z bankiem nasion w glebie. Jego rozmiar odzwierciedla przeszłe i obecne metody postępowania z chwastami na danym polu oraz zależy od gatunku rośliny uprawnej (Bochenek, 1998). W niniejszej pracy materiał badawczy pochodził z różnych pól zlokalizowanych głównie na Kurpiach na glebach klasy IVa, IVb i V. Rolnicy, u których znajdowały się plantacje, skąd pochodziły próby nasion do badań, dopiero uczyli się prowadzenia produkcji nasiennej w warunkach ekologicznych. Zmniejszenie się liczby nasion innych roślin w próbach oraz liczby ziarniaków innych zbóż podczas 4 lat badań oznacza, że ekologiczna produkcja nasienna była prowadzona coraz lepiej. Według opinii wielu specjalistów w tym także Tyburskiego i Żakowskiej-Biemans (2007) „...prowadzenie gospodarstwa ekologicznego wymaga agronomicznego kunsztu”, a prowadzenie produkcji nasiennej w takich warunkach jest trudniejsze, niż w warunkach konwencjonalnych.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania składu botanicznego materiału bezpośrednio po zbiorze na kwalifikowanych, ekologicznych plantacjach nasiennych zbóż jarych pozwalają stwierdzić, że zebrany materiał zawierał nasiona chwastów zastrzeżonych, których liczba była niejednokrotnie wyższa niż przewidują standardy jakości dla materiału siewnego. Wiele analizowanych prób zawierało ziarniaki innych zbóż, które są szkodliwym zanieczyszczeniem. Skład gatunkowy nasion roślin towarzyszących był zróżnicowany w latach, ale zmniejszył się podczas 4 lat badań. Do gatunków o najwyższej częstości w każdym roku należały: *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Persicaria lapathifolia* i *Vicia hirsuta*. Usuwanie chwastów zastrzeżonych na plantacji oraz unikanie zamieszania mechanicznego podczas zbioru nasionami innych roślin uprawnych, szczególnie innymi zbożami przyczyniło się do polepszenia czystości materiału ze zbioru na ekologicznych plantacjach nasiennych.

LITERATURA

- Baxter D., Copeland L.O. 2008. Seed purity and taxonomy. Michigan State University Press, East Lansing.
- Bochenek A. 1998. Ekofizjologiczne uwarunkowania dynamiki glebowego banku nasion chwastów. Post. Nauk Rol. 6/98: 83 — 100.
- Broniewski S. 1966. Szkodliwość zanieczyszczeń materiału siewnego. Biul. IHAR 70/71 (1–2): 153 — 157.
- Bydlińska A., Lipert B., Macewicz A. 1987. Analiza botaniczna domieszek materiału siewnego zbóż rozmnażanego w gospodarstwach indywidualnych w latach 1971–1975. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 240: 339 — 394.
- Desowska K., Świrski S. 1984. Czystość i skład botaniczny zanieczyszczeń po zbiorze kombajnowym. Biul. IHAR 163: 5 — 24.
- Dostatny D. F., Małuszyńska E. 2007. Skład gatunkowy chwastów podczas wegetacji i w materiale ze zbioru w uprawach ekologicznych i konwencjonalnych. Pam. Puł. 145: 43 — 59.
- Dziennik Ustaw nr 137, 2003 r. Ustawa o nasiennictwie z późniejszymi zmianami.
- Dziennik Ustaw nr 29, 2007 r. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału siewnego.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I. 2008. Konkurencyjność wybranych odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów testowana w warunkach rolnictwa ekologicznego. Biul. IHAR 247: 3 — 13.
- Feledyn-Szewczyk B. 2008. Zmiany bioróżnorodności flory segetalnej w systemie ekologicznym w latach 1996–2007. Journal of Research and Application in Agricultural Engineering 2008 vol. 53 (3): 63 — 68.
- Kolasińska K., Małuszyńska E. 2009. Czystość ziarna zbóż jarych w ekologicznej produkcji nasiennej. Biul. IHAR 254: 51 — 63.
- Kulpa W. 1971. Rozwój i osiągnięcia nasionoznawstwa w Polsce w latach 1868–1969. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 113: 9 — 27.
- Kulpa W. 1988. Nasionoznawstwo chwastów. PWRiL, Warszawa.
- Kulpa W., Desowska K. 1983. Nasiona kwarantannowe i zastrzeżone w międzynarodowym handlu nasiennym. Biul. IHAR 149: 102.
- Kulpa W., Tabisz H. 1963. Zanieczyszczenie nasion koniczyiny czerwonej w województwie lubelskim. Biul. IHAR 52 (1): 149 — 156.
- Kuś J. 2008. Ocena organizacyjno-produkcyjna gospodarstw ekologicznych w Polsce. Mat. Konf. Poszukiwania nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych., Poznań 2008: 21 — 37.
- Małuszyńska E. 1997. The purity and botanical composition of contaminations of winter tritcale (x *Triticosecale* Wittm.) seed material in reproduction regions of Poland. Part II. The botanical composition

- of diaspores contaminating winter triticale seed material. *Plant Breeding and Seed Science* Vol. 41 (1): 101 — 117.
- Pawłowski F. 1986. Zachwaszczenie ziarna żyta ozimego i owsa siewnego na lessach. *Annales UMCS, sectio E*, vol. XLI, 1: 1 — 6.
- Pawłowski F., Kapeluszny J., Kolasa A., Lecyk Zb. 1970. Płodność chwastów w różnych siedliskach. *Ann.UMCS, sectio E. vol.XXV (5)*: 61 — 74.
- Pawłowski F., Wesołowski M. 1984. Charakterystyka zachwaszczenia ziarna niektórych gatunków zbóż. *Acta Agrobot. vol. 37. z. 2*: 195 — 206.
- Przepisy ISTA wersja polska 2004, 2005, 2006, 2007. Opracowanie IHAR ZNiN, Radzików.
- Skórnicki H. (red.) 2007. Technologiczno-ekonomiczne aspekty wdrażania produkcji ekologicznej w wybranych gospodarstwach rolnych — raport za rok 2006. CDR w Brwinowie Oddział w Radomiu. Radom 2007.
- Tyburski J., Żakowska-Biemans S. 2007. Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Wiersema J. H. (red.), 2007. *ISTA List of Stabilized Plant Names — 5th Edition*. ISTA Bassersdorf, Switzerland.
- www.ijhar-s.gov.pl.

KRZYSZTOF KLIMONT**ZOFIA BULIŃSKA-RADOMSKA**

Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie

Sukcesja roślin na terenach poeksploatacyjnych kopalni siarki „Jeziórko”

Plant succession on post-mining area of the „Jeziórko” sulphur mine

Badano gatunki zdolne spełniać rolę pionierską w sukcesji naturalnej na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego, zastosowanego do rekultywacji technicznej terenów poeksploatacyjnych kopalni siarki pozyskiwanej metodą otworową. Oceniano też dynamikę zmian gatunków zachodzącą w kolejnych latach prowadzenia eksperymentu. Wyniki badań wskazują, że w łanie kostrzewy trzcinowej porastającej wapno poflotacyjne wkraczają w pierwszej kolejności trawy: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), trzcinnik piaszkowy (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.) i perz właściwy (*Agropyron repens* (L.) P.B.) oraz motylkowate wieloletnie: konieczyna biała (*Trifolium repens* L.), lucerna sierpowata (*Medicago falcata* L.), konieczyna łąkowa (*Trifolium pratense* L.). Na terenach zniszczonych przez pożar następuje proces sukcesji wtórnej, maleje udział trzcinnika piaskowego i perzu właściwego na korzyść kostrzewy trzcinowej (*Festuca arundinacea* Schreb.) i wieloletnich gatunków roślin dwuliściennych. Następuje również zwiększenie udziału roślinności drzewiastej kosztem roślinności zielnej. Wśród drzew dominują gatunki wierzb (*Salix* sp.) i topól (*Populus* sp.) a kilka innych gatunków występuje pojedynczo.

Słowa kluczowe: rekultywacja, rośliny do rekultywacji, sukcesja roślinna, wapno poflotacyjne

The ability of some plant species to perform as pioneers in natural succession was studied on soilless substratum of post-flotation lime, which was applied for reclamation of the sulphur mine area damaged after use of the borehole mining method. The dynamics of changes in species participation was determined for the period of 2006–2009. The stand fertilized with sewage sludge and planted primarily with tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) was settled by the grasses: orchard grass (*Dactylis glomerata* L.), wood small reed (*Calamagrostis epigeios* L.), couch grass (*Agropyron repens* L.) and perennial legumes: white clover (*Trifolium repens* L.), yellow alfalfa (*Medicago falcata* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.). Secondary succession was observed on the part of the area damaged by fire, with decreasing participation of wood small reed and couch grass, in advantage of tall fescue and some perennial dicots. The increase of participation of woody flora replacing the herbaceous species was noted. Among the trees dominated species of willow (*Salix* sp.) and poplar (*Populus* sp.).

Key words: reclamation, plants for reclamation, vegetal succession, post-flotation lime

WSTĘP

Naturalna sukcesja roślinności na terenach poeksploatacyjnych kopalni siarki wydobywanej metodą otworową przebiega dosyć wolno, bowiem wykształcenie się nawet najprostszych zbiorowisk roślinnych wymaga odpowiedniego czasu. Analiza wkraczającej roślinności daje pogląd na warunki siedliskowe panujące na rekultywowanym podłożu i może być przydatna w zagospodarowywaniu tych powierzchni. Właściwości fizyczne bezglebowego podłoża wapna poflotacyjnego sprawiają, że nie jest ono dobrym podłożem dla szybkiego wznowienia życia biologicznego i procesów glebotwórczych, ale wprowadzenie do niego osadów ścieków komunalnych dynamizuje te procesy (Siuta, Jońca, 1997; Klimont i in., 2002; Klimont, Bulińska-Radomska, 2008). Do roślin najwcześniej wkraczających na bezglebowe podłoże wapna poflotacyjnego należą trawy, a wśród nich dominuje trzcinnik piaskowy, o czym wspomina Podyma (1999, materiały niepublikowane), z kolei o roślinności drzewiastej przydatnej na te tereny mówi Warzybok (2000). Na terenach przemysłowych o tempie rozwoju sukcesji naturalnej decydują: rodzaj podłoża, warunki klimatyczne oraz gatunki roślin z obrzeża terenów rekultywowanych.

Celem pracy jest charakterystyka gatunków roślin spełniających pionierską rolę w sukcesji naturalnej na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego użytego do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych kopalni siarki wydobywanej metodą otworową, oraz określenie dynamiki zmian gatunkowych zachodzących w kolejnych latach badań.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na terenie poeksploatacyjnym Kopalni Siarki „Jezioro” koło Tarnobrzega, pokrytym wapnem poflotacyjnym będącym odpadem poprodukcyjnym z pobliskiej Kopalni Siarki „Machów” dostarczonemu przy użyciu hydrotransportu. Zdeponowane na powierzchni ok. 50 ha odpady miały miąższość średnio 1,5 m (od 1 do 6 m). Według literatury (Gołda, 2007) twory te (wapno poflotacyjne) można zaliczyć do glin średnich pylastych zawierających następujące ilości frakcji: piasek — 39%, pył — 27% i części spławialne — 34% w tym 7% ilu koloidalnego, a pH około 7,3.

Wiosną 1995 roku bezglebowe grunty wapna poflotacyjnego nawieziono powierzchnioowo osadami ścieków komunalnych w dawce $250\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i dokładnie z nim wymieszano oraz zastosowano nawożenie mineralne w ilości $70\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $75\text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $100\text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na tak przygotowanym podłożu założono dwa doświadczenia. Na pierwszym doświadczeniu (I) na powierzchni 0,25 ha wysiano nasiona kostrzewy trzcinowej. Corocznie zeschniętą run kostrzewy ścinano i rozdrabniano późną jesienią po zakończeniu wegetacji. W pracy przedstawiono wyniki 4-letnich obserwacji prowadzonych w latach 2006–2009, które obejmowały rejestrowanie roślin naczyniowych oraz ich skalę pokrycia i towarzyskości wg Braun-Blanqueta, jak również przypisanie im odpowiednich wartości fitosocjologicznych celem określenia trwałości w runi kostrzewy trzcinowej oraz dynamiki zmian w monokulturze tego gatunku. Na drugim doświadczeniu (II) nie wysiewano nasion i nie sadzono żadnych roślin i pozostawiono bez żadnych zabiegów agrotechnicznych. W

prezentowanej pracy przedstawiono również wyniki obserwacji za lata 2006–2009, dotyczące składu botanicznego roślinności zielnej, jak i drzewiastej ze szczególnym uwzględnieniem zmian gatunkowych i liczebności osobników, jakie nastąpiły po pożarze terenów badawczych jesienią 2006 roku. Sukcesję badano zarówno na powierzchni obsianej i kontrolnej, a także podlegającej sukcesji spontanicznej. Badania prowadzono w pełni sezonu letniego, czyli w okresie lipca i sierpnia. W obydwu doświadczeniach określono w podłożu: pH, zawartość przyswajalnych P, K i Mg oraz materii organicznej. Wariant kontrolny stanowiło podłoże wapna poflotacyjnego bez nawożenia osadami ściekowymi i nawozami mineralnymi.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przebieg pogody w latach badań był zróżnicowany (tab. 1) i wpływał na wzrost i rozwój ocenianych gatunków roślin. Pierwszy rok badań (2006) był wyjątkowo ubogi w opady i upalny, szczególnie w miesiącach letnich sprzyjając zasychaniu i zaskorupianiu podłoża, co utrudniało vegetację roślin. Rok drugi (2007) był korzystniejszy od pierwszego, ale również ubogi w opady, szczególnie w miesiącach wiosennych. Korzystne warunki dla vegetacji roślin wystąpiły w ciepłym i obfitym w opady 2008 roku, natomiast czwarty, ostatni rok badań (2009) był chłodny, szczególnie w czerwcu i miesiącach jesiennych, skąpy w opady w momencie ruszenia vegetacji roślin (kwiecień) i bardzo obfity w opady w drugiej połowie września, października i listopadzie, co pozwoliło na dostateczne uwilgotnienie podłoża.

Tabela 1

Suma opadów miesięcznych oraz średnia miesięczna temperatura powietrza w latach 2006-2009
Monthly rainfall and mean air temperature in the years 2006-2009

Miesiąc Month	Lata — Years							
	2006		2007		2008		2009	
	suma opadów sum of rainfall (mm)	temp. (°C)	suma opadów sum of rainfall (mm)	temp. (°C)	suma opadów sum of rainfall (mm)	temp. (°C)	suma opadów sum of rainfall (mm)	temp. (°C)
Styczeń — January	26,5	-7,8	48,0	2,7	29,4	0,4	18,9	-2,8
Luty — February	26,6	-3,5	22,1	-0,2	11,7	2,3	18,4	-0,8
Marzec — March	61,8	-0,4	26,5	6,8	45,8	3,8	66,4	2,2
Kwiecień — April	44,3	9,5	19,6	9,6	59,0	9,4	7,6	11,6
Maj — May	70,8	13,8	32,4	15,9	74,3	13,5	72,6	13,7
Czerwiec — June	62,1	17,5	53,4	19,0	29,4	18,2	89,2	16,4
Lipiec — July	15,1	22,3	103,8	19,4	99,4	18,8	71,7	20,0
Sierpień — August	10,2	17,9	58,3	19,2	31,0	18,9	57,8	18,7
Wrzesień — September	21,6	16,2	106,8	12,9	83,3	12,7	44,7	15,5
Październik — October	19,7	10,6	31,3	8,1	36,8	9,8	101,2	7,3
Listopad — November	41,3	5,3	20,6	1,0	19,2	5,0	48,7	5,4
Grudzień — December	18,4	2,6	10,1	-1,3	37,1	0,9	49,7	-1,1
RO	418,4	8,7	532,9	9,4	556,4	9,5	646,9	8,8

RO — Roczna suma opadów i średnia roczna temperatura powietrza; Annual amount of rainfall and average temperature

Tabela 2

Zdjęcia fitosocjologiczne wykonane w lipcu i sierpniu metodą Braun-Blanqueta na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego w latach 2006–2009

Phytosociological releve's made in July and August with the Braun-Blanquet method on soil-less substrate of post flotation lime (in the years 2006–2009)

Gatunek rośliny Plant species	Lata — Years							
	2006		2007		2008		2009	
	ilościowość; towarzyskość abundance; sociability		ilościowość; towarzyskość abundance; sociability		ilościowość; towarzyskość abundance; sociability		ilościowość; towarzyskość abundance; sociability	
	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	5.5	2.2	5.5	2.2	5.5	2.2	5.5	3.3
<i>Dactylis glomerata</i> L.	2.1	–	2.1	–	2.1	–	2.1	–
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	2.1	5.5	2.1	4.4	2.1	4.4	2.1	2.3
<i>Agropyron repens</i> (L.) P.B.	2.1	2.2	2.2	1.1	2.2	1.1	2.2	+1
<i>Sonchus arvensis</i> L.	2.1	+1	2.1	1.1	2.1	1.1	2.1	1.1
<i>Viola arvensis</i> Murr.	1.1	–	2.2	–	1.2	–	1.2	–
<i>Poa pratensis</i> L.	2.2	–	2.2	–	1.2	–	1.2	–
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Schulz-Bip.	2.1	–	1.1	–	1.1	–	1.1	–
<i>Bromus mollis</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+1	1.1	–
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	–	–	+1	2.1	+1	+1	+1	1.1
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Med.	–	–	–	–	+1	–	+1	–
<i>Erigeron canadensis</i> L.	–	–	–	–	+1	–	+1	–
<i>Linaria vulgaris</i> (L.) Mill.	–	–	–	–	+1	–	+1	–
<i>Lepidium ruderae</i> L.	–	–	–	–	+1	–	+1	–
<i>Tussilago farfara</i> L.	–	+1	–	1.1	+1	1.1	+1	2.1
<i>Trifolium repens</i> L.	–	+1	–	1.1	+1	+1	+1	2.1
<i>Poa annua</i> L.	–	–	–	–	–	–	+1	–
<i>Lotus corniculatus</i> L.	–	–	–	1.1	–	+1	+1	+1
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	–	–	–	–	–	–	+1	–
<i>Medicago falcata</i> L.	–	–	–	–	–	–	+1	–
<i>Plantago lanceolata</i> L.	–	–	–	–	–	–	+1	–
<i>Solidago virga-aurea</i> L.	–	–	–	–	–	–	–	+1
<i>Solidago canadensis</i> L.	–	–	–	–	–	–	–	+1
<i>Trifolium pratense</i> L.	–	–	–	–	–	+1	–	+1
<i>Trifolium arvense</i> L.	–	–	–	–	–	+1	–	+1
<i>Silene latifolia</i> Poir.ssp.alba (Mill.) Greuter&Burdet	–	–	–	–	–	+1	–	–
<i>Salix viminalis</i> L.	–	2.1	–	1.1	–	2.1	–	2.2
<i>Salix caprea</i> L.	–	2.1	–	1.1	–	1.1	–	2.1
<i>Salix pentandra</i> L.	–	2.1	–	1.1	–	1.1	–	2.1
<i>Salix purpurea</i> L.	–	2.1	–	1.1	–	2.1	–	2.2
<i>Populus alba</i> L.	–	1.1	–	2.2	–	2.2	–	2.2
<i>Populus nigra</i> L.	–	2.1	–	1.1	–	2.1	–	2.2
<i>Populus tremula</i> L.	–	2.1	–	2.2	–	2.2	–	2.2
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	–	1.1	–	1.1	–	1.1	–	2.1
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	–	+1	–	+1	–	+1	–	1.1
<i>Pinus sylvestris</i> L.	–	+1	–	–	–	+1	–	+1
<i>Quercus rubra</i> L.	–	–	–	–	–	+1	–	+1
<i>Quercus robur</i> L.	–	–	–	–	–	–	–	+1

I – Doświadczenie I; Experiment I

II – Doświadczenie II; Experiment II

Badania przeprowadzone w 2006 roku w łanie kostrzewy trzcinowej wykazały, że w miejscach, gdzie ustępuje ona z runi pojawiają się nowe gatunki traw jak i roślin dwuliściennych. Stwierdzono, że w pierwszym roku prowadzenia obserwacji występowało w runi 9 gatunków roślin, w tym 6 gatunków traw i 3 gatunki dwuliścienne, w tym 1 wieloletni (tab. 2). Dominującą rolę w jedenastym roku od zasiewu, a pierwszym roku badań miała nadal kostrzewa trzcinowa, ale w zwartej runi tego gatunku pojawiły się w znacznej ilości nowe gatunki traw, takie jak kupkówka pospolita, trzcinnik piaskowy, wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), perz właściwy, z dwuliściennych mlecz polny (*Sonchus arvensis* L.) i fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.) a w mniejszej ilości maruna bezwonna (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Schulz. Bip.) i stokłosa miękka (*Bromus mollis* L.). W następnym roku badań, tj. 2007 stwierdzono dodatkowo obecność mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale* Web.) a w 2008 sześć dalszych taksonów: tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.), przymiotno kanadyjskie (*Erigeron canadensis* L.), lnica pospolita (*Linaria vulgaris* (L.) Mill.), pieprzycza gruzowa (*Lepidium ruderalne* L.), podbiał pospolity (*Tussilago farfura* L.) i koniczyna biała. W czternastym roku od zasiewu, a czwartym prowadzenia obserwacji nad zmianami składu botanicznego zachodzącymi w łanie kostrzewy trzcinowej zastosowanej do rekultywacji biologicznej wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ściekowym stwierdzono, że zasiedla go 21 gatunków roślin, z czego 6 krótkotrwałych i 15 wieloletnich, w tym 7 gatunków traw i 4 gatunki wieloletnich roślin motylkowatych. W porównaniu z rokiem poprzednim skład botaniczny wzbogacił się o 5 taksonów, co świadczy o dużej dynamice zmian składu gatunkowego ładu kostrzewy trzcinowej, przybyły: wiechlina roczna (*Poa annua* L.), komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus* L.), przelot pospolity (*Anthyllis vulneraria* L.), lucerna sierpowata, babka lancetowata (*Plantago lanceolata* L.).

Kostrzewa trzcinowa ze względu na bardzo silny system korzeniowy i małe wymagania pokarmowe bardzo dobrze nadaje się do rekultywacji gruntów bezglebowych (Góral, Sybilska, 2000), ale nawet w przypadku tego gatunku występują ubytki i wypadnięcia ze zwartej runi. W to miejsce wkracza kupkówka pospolita ze względu na silny system korzeniowy, a także trzcinnik piaskowy — roślina pionierska w sukcesji naturalnej wytrzymująca ekstremalne warunki siedliska, jak również perz właściwy, który ze względu na długie rozłogi sięgające w głąb podłoża jest przydatny do rekultywacji stanowisk bezglebowych. Z motylkowatych wieloletnich taką rolę pełnią: koniczyna biała, komonica zwyczajna i lucerna sierpowata, co jest zgodne z doniesieniami Górala (2001).

Powierzchnia drugiego doświadczenia została porośnięta roślinnością zielną i drzewiastą, która wkroczyła na ten teren w procesie naturalnej sukcesji (tab. 2). Obserwacje przeprowadzone latem 2006 roku wykazały, że zasiedlało go 7 gatunków roślinności zielnej, wśród nich dominował trzcinnik piaskowy, mniejszy udział stanowiła kostrzewa trzcinowa i perz właściwy, a pojedynczo występowały rośliny stokłosa miękkiej. Z dwuliściennych stwierdzono występowanie koniczyny białej, podbiału pospolitego i mleczu polnego. Z roślinności drzewiastej spotkano tutaj głównie gatunki wierzb: wiciowa (*Salix viminalis* L.), iwa (*Salix caprea* L.), pięcioprzecikowa (*Salix pentandra* L.) i purpurowa (*Salix purpurea* L.) oraz topole: czarna (*Populus nigra* L.), biała (*Populus alba* L.) i osika (*Populus tremula* L.). Mniejszy udział stanowiła brzoza omszona (*Betula pubescens*

Ehrh.), odnotowano również pojedyncze osobniki sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.). Niektóre osobniki topoli i brzozy osiągały nawet ponad 5 m wysokości. Jesienią omawianego roku po długotrwałej letniej suszy tereny doświadczenia podlegające sukcesji spontanicznej objął pożar, w wyniku którego spłonęła cała zeschnięta roślinność zielna, a część drzew uległa uszkodzeniu lub całkowitemu spaleniu. Wiosną następnego roku (2007) pojawiły się intensywne odrosty trzcinnika piaskowego i kostrzewy trzcinowej, a następnie rozety mniszka pospolitego, podbiału pospolitego i mleczu polnego, a nieco później koniczyny białej i komonicy zwyczajnej. Następnie wyrosły młode pędy na zdrowych i częściowo opalonych drzewach wierzb i topól, a w maju i czerwcu po intensywnych opadach zaczęły kiełkować nasiona topoli białej i osiki, które bardzo gęsto pokryły podłoże, słabiej kiełkowały nasiona brzozy omszonej. Obserwacje z wiosny 2008 roku wykazały, istnienie nowych gatunków roślinności zielnej: koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) i koniczyny polnej (*Trifolium arvense* L.), a w miejscach nie ocienionych lepnicy białej (*Silene latifolia* Poir. ssp. *alba* (Mill.) Greuter & Burdet). Znalezione również pojedyncze osobniki sosny zwyczajnej i dębu czerwonego (*Quercus rubra* L.). W czwartym roku prowadzenia badań stwierdzono dalsze dynamiczne zmiany i sukcesję roślinności zielnej i drzewiastej, powoli ustępuje dominująca rola trzcinnika piaskowego i perzu właściwego na korzyść kostrzewy trzcinowej i dwuliściennych wieloletnich: mleczu polnego i podbiału pospolitego a w miejscach nasłonecznionych mniszka pospolitego, koniczyny białej i komonicy zwyczajnej, widoczne są również pojedyncze okazy nawłoci pospolitej (*Solidago virga-aurea* L.) i kanadyjskiej (*Solidago canadensis* L.). Wśród roślinności drzewiastej dominują tworząc skupiska wierzb i topole, nieco rzadziej występuje brzoza omszona i pojedyncze egzemplarze sosny zwyczajnej, dębu czerwonego i dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.). Tempo sukcesji roślinnej na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ściekowym było dość intensywne w ostatnim roku badań, a w czternastym roku od pozostawienia go bez żadnych zabiegów pratotechnicznych. Zaobserwowano tam 12 gatunków roślinności zielnej, zdecydowaną większość stanowiły rośliny wieloletnie, a wśród nich trawy, oraz 12 gatunków drzew. W okresie wczesnowiosennym i wiosennym w czasie czteroletnich badań na powierzchni obsianej kostrzewą trzcinową wystąpiły takie gatunki jak rogownica pospolita (*Cerastium vulgare* L.) i gęsiówka piaskowa (*Arabis arenosa* (L.) Scop.) a na podlegającej sukcesji naturalnej tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.) i tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.). Gatunki te nie pojawiły się już w lipcu i sierpniu. Porównując sukcesję na powierzchni obsianej kostrzewą trzcinową i podlegającej sukcesji spontanicznej obserwuje się wyraźne różnice w składzie gatunkowym i liczbie występujących gatunków roślin. Tereny podlegające sukcesji spontanicznej porastają 24 gatunki, przy czym połowę stanowi roślinność drzewiasta, a drugą część rośliny zielne. Z kolei powierzchnię obsianą zasiedla 21 gatunków roślinności zielnej, co wiąże się z corocznym koszeniem łąnu kostrzewy. O szybkim tempie sukcesji roślinnej, ale w przypadku odłogowanych gruntów ornych mówi Kostuch (2003) stwierdzając jednocześnie, że jest ona szybsza w górach niż na niżu. Naturalna sukcesja na terenach poeksploatacyjnych siarki wydobywanej metodą otworową jest bardzo ważnym etapem w ich rekultywacji metodami biologicznymi, ponieważ są bardziej zdewastowane i trudniejsze dla prac rekultywacyjnych niż tereny po kopalniach

odkrywkowych (Levyk, Brzezińska, 2007). Wyniki badań Podymy (1995, materiały nie publikowane) i Górala (2001) wskazują, że trzcinnik piaskowy odgrywa rolę pionierską na gruntach bezglebowych wapna poflotacyjnego i na gruntach silnie zanieczyszczonych siarką rodzimą o pH 3,2–4,8. Gatunek ten potrafił tworzyć zwarte łany na miejscach nieocienionych i podobnie jak w niniejszych badaniach dominował zdecydowanie w zespole roślinności spontanicznej, a wyraźnie ustępował kiedy na opanowany obszar wkraczały drzewa. Trzcinnik piaskowy należy uznać za najbardziej ekspansywny gatunek ze względu na bardzo szeroki zasięg ekologiczny i łatwość rozprzestrzeniania się przez nasiona, co czyni go wszędobylskim. Z innych gatunków traw, które wkroczyły na ten teren w procesie sukcesji naturalnej i charakteryzowały się największym udziałem były kostrzewa trzcinowa i perz właściwy a z drzew wierzby i topole. Obydwa gatunki traw wymieniane są jako pionierskie do rekultywacji terenów przemysłowych osadników szlamów posodowych (Boroń i in., 2000), osadników popiołów elektrownianych (Tymińska-Zawora i in., 2003), składowisk popiołów paleniskowych (Klimont, Bulińska-Radomska, 2009). Na powierzchni obsianej kostrzewą trzcinową w pierwszych latach po siewie pojawiły się takie gatunki jak: wiechlina roczna, stokłosa miękka i trzcinnik piaskowy, natomiast na powierzchni nie obsianej: przymiotno kanadyjskie, pieprzycza gruzowa a następnie trzcinnik piaskowy, perz właściwy i kostrzewa trzcinowa (Podyma, 1996, 1997, 1998, materiały nie publikowane).

Ważnym zadaniem w procesie rekultywacji biologicznej gruntów bezglebowych jest inicjacja życia biologicznego i procesów glebotwórczych. Wprowadzenie do podłoża osadów ściekowych inicjuje życie biologiczne i aktywizuje procesy glebotwórcze w bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego, które wraz z porastającą roślinnością tworzy poziom organiczno-próchniczny z kompleksem sorpcyjnym gromadzącym przyswajalne formy P, K i Mg (Klimont i in., 2002; Klimont, Bulińska-Radomska, 2008). Analiza gruntu bezglebowego wykazała, że zawiera on wystarczającą ilość składników pokarmowych do prawidłowego wzrostu i rozwoju, przy czym większą ich zawartość odnotowano w podłożu pobranym spod roślinności porastającej doświadczenie I (tab. 3). Nawiezenie wapna poflotacyjnego osadami ścieków komunalnych wraz z porastającą spontanicznie roślinnością wpłynęło na niewielkie ale wyraźne obniżenie pH podłoża, zarówno w poziomie organiczno-próchnicznym jak i skale macierzystej (tab. 3), co wiązało się ze zmianami flory w kolejnych latach badań (tab. 2).

W przypadku rekultywacji, szczególnie gruntów przemysłowych, określenie aktywności życiowej drobnoustrojów glebowych jest ważnym testem diagnostycznym pozwalającym na ocenę środowiska glebowego (Gliński, Stępniewski, 1985; Filip, 2002). Z kolei Levyk i Brzezińska (2007) donoszą, że badania procesów biologicznych zachodzących w glebach obszarów pokopalnianych mogą przyczynić się do poznania związków między stadium sukcesji pierwotnej szaty roślinnej a fizycznymi, fizyczno-chemicznymi i biologicznymi właściwościami gleb powstających na terenach pokopalnianych i okazać się pomocne w przypadku rekultywacji biologicznej terenów pogórnich Kopalni „Jeziorko”.

Tabela 3

Zawartość przyswajalnego P, K, Mg i materii organicznej w podłożu wapna poflotacyjnego (2006–2009)**Contents of assailable P, K, Mg and organic matter in the post-flotation lime (2006-2009)**

Doświad- czenie Experiment	Poziom glebowy Soil level	Cechy — Traits				
		pH w 1N KCl in 1N KCl	P ₂ O ₅ mg·kg ⁻¹ gleby of soil	K ₂ O mg·kg ⁻¹ gleby of soil	Mg mg·kg ⁻¹ gleby of soil	substancja organiczna organic matter g·kg ⁻¹
Kontrola Control	OA	7,25	22,0	19,5	14,5	11,0
	C	7,44	17,2	18,2	14,0	5,9
I	OA	7,13	95,2	106,2	24,7	33,6
	C	7,37	38,5	91,7	15,2	13,0
II	OA	7,09	61,5	76,5	17,0	18,5
	C	7,15	22,2	48,2	14,0	7,1

OA - Poziom organiczno-próchniczny; Organic humus level

C - Poziom skały macierzystej; Mother rock level

WNIOSKI

1. Wapno poflotacyjne z kopalni siarki nawiezione osadem ścieków komunalnych okazało się dobrym podłożem do vegetacji kostrzewy trzcinowej oraz innych gatunków roślinności zielnej i drzewiastej wkraczających na ten teren po wydobyciu siarki metodą otworową.
2. W zwarty łąn kostrzewy trzcinowej wysianej na podłożu wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ściekowym zaczynają wkraczać w pierwszej kolejności trawy z dużym udziałem kupkówki pospolitej, trzcinika piaskowego i perzu właściwego oraz dwuliścienne wieloletnie, w tym rośliny motylkowate.
3. Na podłożu wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ściekowym poddanemu sukcesji spontanicznej dominowały: trzcinik piaskowy, kostrzewa trzcinowa i perz właściwy, z dwuliściennych mlecz polny, fiołek polny i maruna bezwonna a z roślinności drzewiastej głównie gatunki wierzby, topoli oraz pojedyncze okazy brzozy omszonej i brodawkowatej oraz sosny zwyczajnej.
4. W wyniku sukcesji wtórnej mającej miejsce po pożarze z 2006 roku następuje zdecydowane zwiększenie udziału roślinności drzewiastej kosztem roślinności zielnej. Wśród drzew nadal dominują wierzby i topole, pojawiły się również dwa gatunki dębu (czerwony i szypułkowy) a z roślinności zielnej pięć gatunków, w tym dwa koniczyny, dwa nawłoci i lepnica biała.
5. Osady ściekowe oraz system korzeniowy porastającej roślinności zainicjowały proces tworzenia poziomu organiczno-próchniczego gromadzącego przyswajalne składniki pokarmowe i wodę.

LITERATURA

- Boroń K., Zając E., Klatka S. 2000. Rekultywacja terenu składowiska odpadów KZS „SOLVAY” w Krakowie. Inżynieria Ekologiczna 1, PTIE Baranów Sandomierski: 58 — 64.
- Filip Z. 2002. International approach to assessing soil quality by ecologically-related biological parameters. *Agricult. Ecosys. Environ.* 88: 169 — 174.
- Gliński I., Stępniewski W. 1985. *Soil Aeration and its Role for Plants*. CRS Press, Boca Raton, Floryda.
- Gołda T. 2007. Wykorzystanie szlamów poflotacyjnych rudy siarkowej do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych w górnictwie otworowym siarki. Inżynieria Ekologiczna 19, PTIE Warszawa: 79 — 88.
- Góral S., Sybilska A. 2000. Przydatność polskich odmian hodowlanych (*Festuca arundinacea* Schreb.) do rekultywacji gruntów zdewastowanych. *Łąkarstwo w Polsce* 3, Poznań: 199 — 204.
- Góral S. 2001. Roślinność zielna w ochronie i rekultywacji gruntów. Inżynieria Ekologiczna 3, PTIE Bydgoszcz: 161 — 178.
- Klimont K., Góral S., Jońca M. 2002. Rekultywacyjna efektywność osadów ściekowych na podłożu wapna poflotacyjnego. *Biul. IHAR* 223/224: 415 — 425.
- Klimont K., Bulińska-Radomska Z. 2008. Przydatność wybranych gatunków roślin do rekultywacji podłoża wapna poflotacyjnego w różnych warunkach agrotechnicznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 1 (59): 99 — 108.
- Klimont K., Bulińska-Radomska Z. 2009. Badanie rozwoju wybranych gatunków do umacniania składowisk popiołów paleniskowych z elektrociepłowni. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2/2009: 135 — 145.
- Kostuch R. 2003. Sukcesja roślinna na odłogowanych gruntach ornych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* t. 3 z. 2 (8): 57 — 78.
- Levyk V., Brzezińska M. 2007. Stan środowiska glebowego na terenie byłej Kopalni Siarki „Jaworów” (Ukraina) i „Machów” (Polska) w świetle aktualnych badań. *Acta Agrophisica* 10(1): 149 — 157.
- Siuta J., Jońca M. 1997. Rekultywacyjne działanie osadu ściekowego na wapnie poflotacyjnym w Kopalni Siarki „Jeziórko”. *Mat. konf. „Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych”*, IOS Puławy-Lublin-Jeziórko 26–28 V 1997: 39 — 48.
- Tymińska-Zawora K., Krzaklewski W., Kowalik S., Wójcik J. 2003. Sukcesja spontaniczna roślinności na osadnikach popiołowych Zakładów Azotowych w Tarnowie. Inżynieria Środowiska, AGH Kraków t.8 z.1: 15 — 27.
- Warzybok W. 2000. Rekultywacja terenów górniczych Kopalni Siarki „Jeziórko”. Inżynieria Ekologiczna 1, PTIE Baranów Sandomierski: 23 — 26.

MONIKA ŻUREK¹**PIOTR OCHODZKI**²**BARBARA WIEWIÓRA**³¹ Zakład Genetyki i Hodowli Roślin, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie² Zakład Fitopatologii, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie³ Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie

Ocena zawartości ergowaliny w trawach runi wybranych trwałych użytków zielonych na terenie województwa mazowieckiego

Evaluation of ergovaline content in swards of permanent grasslands in the Mazovia region

Celem badań była ocena zawartości ergowaliny w 71 próbach traw pochodzących z 24 użytków zielonych, w których wcześniej stwierdzono obecność grzybni endofitycznej. Były to ekotypy *Deschampsia caespitosa*, *Festuca arundinacea*, *F. pratensis*, *F. rubra* i *Lolium perenne*. Badanie zawartości ergowaliny w ekotypach zasiedlonych przez endofity (E+) przeprowadzono przy użyciu metody HPLC z detekcją fluorescencyjną. Zdolność grzybni endofitycznej do produkowania ergowaliny została stwierdzona w roślinach 4 z 5 badanych gatunków o stwierdzonym wcześniej zasiedleniu przez grzyby endofityczne. Nie produkowały jej jedynie endofity obecne w próbach *D. caespitosa*. Analizy wykazały, że produkcja ergowaliny jest cechą zmienną pod względem jakościowym oraz ilościowym nawet w obrębie jednego gatunku traw. Ponadto stwierdzono, że sposób użytkowania ma wpływ na produkcję ergowaliny przez grzyby endofityczne z rodzaju *Neotyphodium*.

Słowa kluczowe: endofity, ergowalina, kostrzewy, śmiałek darniowy, trawy, życica trwała

The aim of the studies was determination of the ergovaline content in 71 grass samples collected from 24 grasslands, in which hyphae of endophytic fungi were found. Ecotypes of *Deschampsia caespitosa*, *Festuca arundinacea*, *F. pratensis*, *F. rubra* and *Lolium perenne* were identified as the hosts. Determination of ergovaline content in biomass of the endophyte — containing (E+) ecotypes was done using the HPLC method with fluorescence detection. Ergovaline was found in 4 of 5 examined grass species earlier classified as the endophyte — infected. *D. caespitosa* was the only species in which the E+ ecotypes did not produce ergovaline. The ergovaline production showed high qualitative and quantitative variability even within one grass species. The intensity of pasture usage affected ergovaline production by endophytic fungi from the *Neotyphodium* genus.

Key words: endophyte, ergovaline, fescue, grasses, perennial ryegrass, tufted hairgrass

WSTĘP

Badania dotyczące zasiedlenia runi wybranych trwałych użytków zielonych województwa mazowieckiego grzybami z rodzaju *Neotyphodium* wykazały, że organizmy te bytują powszechnie na pospolitych na tym terenie gatunkach traw. Obecność grzybów endofitycznych potwierdzono w przypadku ekotypów następujących gatunków: życica trwała (*Lolium perenne* L.), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* Huds.), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea* Schreb.) oraz śmiełek darniowy (*Deschampsia caespitosa*) (Żurek i in., 2010). Grzyby z rodzaju *Neotyphodium* bytując w tkankach traw produkują alkaloidy, czyli zasadowe związki organiczne zawierające układy cykliczne z co najmniej jednym zasadowym atomem azotu w pierścieniu. Alkaloidy toksyczne dla kręgowców i bezkręgowców, chronią roślinę wraz z zasiedlającym ją endofitem przed organizmami roślinożernymi (Schardl i in., 2006). Główne grupy alkaloidów produkowane przez endofity to: indol — diterpeny (np. lolitrem B) — działają neurotoksycznie na ssaki, ergotalkaloidy (np. ergowalina) toksyczne dla kręgowców i niektórych owadów, oraz dwie grupy alkaloidów o działaniu insektobójczym (toksycznym w stosunku do owadów): pyrrolipirazyny (np. peramina), (Hahn i in., 2007), oraz loliny, (np. *N* — formylololina, *N* — acetylololina) (Leuchtmann i in., 2000). Z punktu widzenia obecności w runi pastwisk traw zainfekowanych przez grzyby endofityczne, najważniejsze jest monitorowanie występowania i ilości dwóch najbardziej szkodliwych dla zwierząt alkaloidów, a mianowicie lolitremu B oraz ergowaliny. Metabolity te, występując w paszy w wysokich stężeniach, wywołują znane jednostki chorobowe bydła, owiec, oraz koni:

- kołowaczna rajgrasowa — ryegrass staggers syndrome powodowana przez obecność lolitremu B w paszy. Choroba objawia się spadkiem produkcji mleka oraz zaburzeniami ze strony układu nerwowego (m.in.: porażenie tylnych kończyn, spazmy; Miyazaki i in., 2004). Dawka wywołująca objawy kliniczne wynosi 2 ppm (Bony i Delatour, 2000).
- fescue toxicosis — jednostka chorobowa wywoływana przez obecność ergowaliny w paszy, występująca u bydła i owiec. (Cross, 2000; Ball, 2007). Objawy toksyczności chronicznej (spadek masy ciała, zmniejszenie produkcji mleka, zmniejszenie przyrostów dobowych) występują przy dawce 0,2–0,4 ppm (mg ergowaliny/ kg s.m.), zaś objawy chorobowe występują przy dawkach 0,3–0,5 ppm (dla koni) i 0,4–0,7 ppm (dla bydła) (Bony i Delatour, 2000).

W wielu krajach, np. Nowej Zelandii czy Stanach Zjednoczonych, choroby zwierząt wywoływane przez endofity stanowią poważny problem (Zabalgoeazcoa i in., 2003). W Polsce badania nad endofitami dotychczas były prowadzone na niewielką skalę. Wynika z nich że mikroorganizmy te zasiedlają nasiona i rośliny powszechnie występujących gatunków traw (Pańka i Żurek, 2005; Wiewióra i in., 2008). Obecność endofitów stwierdzono także w odmianach traw o przeznaczeniu pastwiskowym (Wiewióra i in., 2006; 2008).

Zainteresowanie prowadzeniem badań nad endofitami w Europie jest stosunkowo niskie. Jest to związane z rzadkim, na naszym kontynencie występowaniem przypadków chorób bydła, wywoływanych przez alkaloidy produkowane przez grzyby endofityczne.

Jednakże, liczba gatunków traw zasiedlonych przez endofity w Europie, jest większa niż w przypadku innych kontynentów.

Celem pracy było określenie zawartości ergowaliny w próbach traw o potwierdzonej obecności grzybni endofitycznej pochodzących z trwałych użytków zielonych zlokalizowanych na terenie województwa mazowieckiego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano podczas ekspedycji terenowych zorganizowanych w roku 2008 na terenie województwa mazowieckiego. Spenetrowano 24 użytki zielone pobierając 71 prób traw, reprezentujących 40 ekotypów następujących gatunków traw: *Deschampsia caespitosa* (2 ekotypy), *Festuca arundinacea* (1 ekotyp), *F. pratensis* (19 ekotypów), *F. rubra* (8 ekotypów) oraz *Lolium perenne* (10 ekotypów). Na każdym z badanych użytków oszacowano ilościowy udział każdego z gatunków, wyrażając go jako % pokrycia powierzchni (Dzwonko, 2007). Obecność grzybni endofitycznej badano przy użyciu metody mikroskopowej (Saha i in., 1988). Wyniki dotyczące zasiedlenia badanych ekotypów traw przez grzyby endofityczne z rodzaju *Neotyphodium*, zostały szczegółowo przedstawione w pracy Żurek i wsp. (2010 b).

Części nadziemne prób roślin ścięto, wysuszone w temperaturze 40°C oraz zmielono w celu poddania ich analizie pod kątem obecności ergowaliny. Wysuszoną i zmieloną próbkę (0,2–1,0 g) naważono do szklanych fiolek. Roztwór wzorca wewnętrznego został przygotowany następująco: winian ergotaminy (prod. SIGMA ALDRICH) rozpuszczono w metanolu do stężenia 1 mg/ml (roztwór bazowy). Następnie roztwór ten, w celu uzyskania wzorca wewnętrznego, został rozcieńczony w chloroformie do stężenia 1 µg/ml. Do badanej próbki dodano 10 ml chloroformu, 1 ml wzorca wewnętrznego oraz 1 ml M NaOH. Tak przygotowaną próbkę łagodnie mieszano na mieszadle (24 godziny), a następnie odwirowano. Odwirowany ekstrakt poddano oczyszczaniu na kolumnkach SPE (1,0 g żelu krzemionkowego Ergosil, 0,5 g bezwodnego siarczanu sodu, oddzielone od siebie papierowym filtrem). Kolumnkę kondycjonowano 5 ml chloroformu, następnie naniesiono 5 ml supernatantu. Ekstrakt powoli przepuszczano przez kolumnkę, przemywając ją dwa razy 1 ml roztworu chloroformu z acetonem (75:25) oraz 1,5 ml metanolu. Następnie alkaloidy wymyło 2,5 ml metanolu, a uzyskany roztwór zebrano w szklanej fiole. W celu zagęszczenia badanego roztworu wysuszone go w strumieniu azotu, a następnie rozpuszczono w 500 µl metanolu. Analizę przeprowadzono na kolumnie Jordi RP (100 Å, 150 × 4,6 mm, 5 µm) z prekolumną BRP — 1 z wykorzystaniem detekcji fluorescencyjnej, przy długości fali wzbudzenia = 250 nm i długości fali emisji = 420 nm. Fazę mobilną stanowił roztwór acetonitrylu z 2,6 mM węglanem amonu (70:30 v:v). Prędkość przepływu fazy mobilnej wynosiła 1,0 ml/min. Zawartość ergowaliny w badanych próbach została odczytana z chromatogramów przy użyciu krzywej kalibracji podanej przez Craiga i wsp. (1994). Wyniki otrzymane z analizy poszczególnych prób roślin reprezentujących ekotyp danego gatunku potraktowano jako powtórzenia. Analiza pierwszych trzech prób wykonana w trzech powtórzeniach wykazała błąd analizy poniżej

5%. Wysoki jednostkowy koszt analizy spowodował, że oznaczenie przeprowadzono w jednym powtórzeniu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki uzyskane w pracy wskazują, że nie wszystkie endofity zasiedlające trawy wchodzące w skład runi użytków zielonych w województwie mazowieckim, wytwarzają ergowalinę. Zdolność grzybni endofitycznej do produkowania ergowaliny została stwierdzona w roślinach 4 z 5 badanych gatunków o stwierdzonym wcześniej zasiedleniu przez grzyby endofityczne. Nie stwierdzono jej jedynie w próbach *D. caespitosa*. Badania wykazały, że najczęściej grzyby endofityczne zasiedlały rośliny *F. pratensis* (frekwencja na poziomie 64,3%). Ponadto endofity zasiedlające ten gatunek najczęściej charakteryzowały się zdolnością produkowania ergowaliny — 41,4% (tab. 1). Średnio endofity zasiedlały 10,3% wszystkich badanych prób traw, a 6,9% było zdolnych do produkcji ergowaliny.

Tabela 1

Występowanie endofitów i zawartość ergowaliny w trawach zebranych na terenie województwa mazowieckiego

Endophyte presence and ergovaline contents in grasses collected in the Mazovia region

Gatunek Species	Liczba prób No. of samples	Częstotliwość (%) prób z: Frequency (%) of samples with:	
		endofitami — endophytes	ergowaliną — ergovaline
<i>Deschampsia cespitosa</i>	68	2,9	0,0
<i>Festuca arundinacea</i>	12	8,3	8,3
<i>F. pratensis</i>	70	64,3	41,4
<i>F. rubra</i>	102	7,8	5,9
<i>F. ovina</i>	16	0,0	0,0
<i>F. capillata</i>	4	0,0	0,0
<i>Lolium perenne</i>	76	19,7	13,2
<i>L. multiflorum</i>	12	0,0	0,0
<i>Poa pratensis</i>	3	0,0	0,0
<i>P. nemoralis</i>	2	0,0	0,0
Średnio dla wszystkich prób Mean for all samples		10,3	6,9

Najwyższą średnią zawartość ergowaliny obserwowano w przypadku *F. rubra* (0,196 ppm), zaś najwyższa zaobserwowana jednostkowa zawartość ergowaliny wynosiła 1,298 ppm i wystąpiła w jedynej analizowanej próbce *F. arundinacea*. Wśród wszystkich badanych prób zaobserwowano również 30 prób nie zawierających tego alkaloidu. Średnia zawartość ergowaliny w suchej masie badanych ekotypów traw została przedstawiona w tabeli 2, zaś przykładowy chromatogram będący wynikiem badania zawartości ergowaliny na rysunku 1.

Tabela 2

Zawartość ergowaliny w próbach roślin badanych gatunków traw
Ergovaline content in plant samples of the examined grass species

Miejscowość Locality	Zawartość ergowaliny (ppm) w suchej masie badanych ekotypów traw Ergovaline content (ppm) in dry matter of examined grass ecotypes										średnio dla miejscowości mean for locality
	<i>Deschampsia caespitosa</i>		<i>Festuca arundinacea</i>		<i>Festuca pratensis</i>		<i>Festuca rubra</i>		<i>Lolium perenne</i>		
	n=	zakres range	n=	zakres range	n=	zakres range	n=	zakres range	n=	zakres range	
Borkowo							1	0,026			0,026
Brzezinka	1	PD			4	0,0–0,091			1	PD	0,030
Brzoza									1	PD	PD
Całowanie					4	0,0–0,080					0,028
Gorzewnica					4	0,0–0,085					0,034
Góra Kalwaria					4	0,0–0,091	1	0,260	1	0,016	0,077
Granica			1	1,298	2	0,023–0,049					0,457
Gwizdały					2	PD					PD
Koliszewo					3	0,011–0,749					0,269
Luszewo					2	0,069–0,106	1	0,207			0,127
Łopacianka											PD
Mordy-Pieńki					2	0,0–0,218	1	PD	1	0,026	0,061
Nowy Gródek					3	0,0–0,064					0,021
Okunin									2	0,0–0,034	0,017
Oronne	1	PD					1	0,133	3	0,026–0,080	0,063
Ostoje					2	0,101–0,106					0,104
Pierzchały					1	PD			2	PD	PD
Piskornia					1	PD					PD
Radzimowice											
Starogrody					2	0,0–0,005			1	PD	0,002
Stara Wieś					3	0,046–0,160					0,100
Szarłat					1	PD	1	PD	2	0,012–0,021	0,008
Tęczki					2	0,021–0,052	1	0,545	1	0,041	0,165
Tyrzyn					2	0,0–0,106					0,053
Wilków Polski					1	0,016	1	0,394			0,205
Średnio Mean		0,0		1,298		0,059		0,196		0,022	0,082

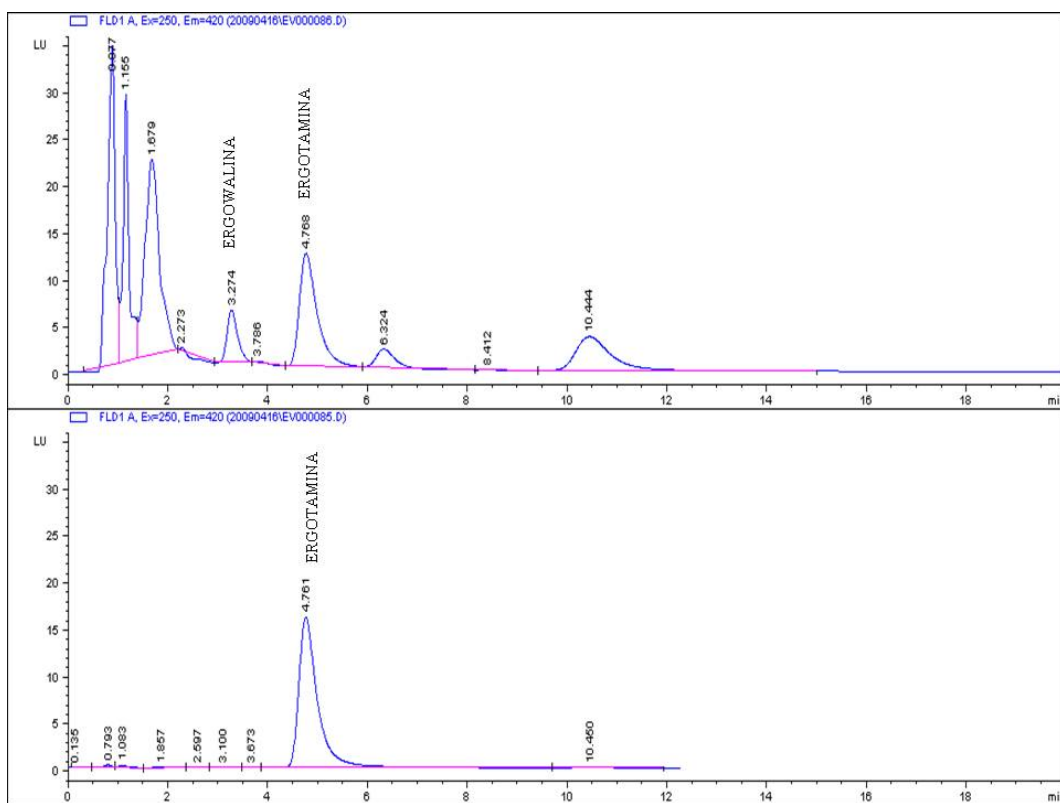
n= Liczba prób; Number of samples

PD — Poniżej poziomu detekcji; Below the detection level

Przedstawione w pracy wyniki dotyczące zawartości ergowaliny były częściowo prezentowane na konferencji (Żurek i in., 2010 a). Wyniki wykazały, że endofity występujące na *L. perenne*, *F. arundinacea*, *F. pratensis* oraz *F. rubra* w województwie mazowieckim posiadają zdolność do produkcji tego alkaloidu. Znalazło to potwierdzenie w europejskich badaniach m.in. Cagaša i wsp. (1999), Emile i wsp. (2000) oraz Leuchtmann i wsp. (2000). Obecności ergowaliny nie wykryto jedynie w przypadku prób *D. caespitosa*, może to jednak wynikać z faktu iż przebadano tylko dwa ekotypy tego gatunku.

W niniejszej pracy najwyższą zawartość ergowaliny (1,298 ppm) stwierdzono w przypadku ekotypu *F. arundinacea* pobranego z pastwiska w miejscowości Granica. Podobne zawartości tego alkaloidu w tym gatunku stwierdzono w badaniach Vazquez de Aldana i wsp. (2001), oraz Leuchtmann i wsp. (2000), prowadzonych odpowiednio w

Hiszpanii i w Szwajcarii. Badania przeprowadzone na użytkach zielonych województwa mazowieckiego, wykazały również wysokie zawartości ergowaliny w przypadku ekotypów *F. rubra*. Najwyższe zawartości tego alkaloidu stwierdzono w ekotypie pobranym w miejscowości Tęczki (0,545 ppm) oraz w ekotypie z miejscowości Wilków Polski (0,394 ppm). Wartości te były zbliżone do stwierdzonych przez Leuchtmann i wsp. (2000). Ponadto autorzy pracy najwięcej ekotypów zawierających ergowalinę obserwowali w przypadku *F. pratensis* (41,4%). Zawartości ergowaliny dla tego gatunku wynosiła od 0 do 0,749 ppm (tab. 2).



Rys. 1. Chromatogram przedstawiający zawartość ergowaliny w badanej próbie
Fig. 1. Chromatogram of HPLC analysis of ergovaline

Najwyższa zawartość została stwierdzona dla próby z miejscowości Koliszewo. Badania przeprowadzone nad tym gatunkiem w Czechach (Cagaš i in., 1999) pokazały podobną rozpiętość zawartości ergowaliny. W badaniach przeprowadzonych w niniejszej pracy, dla ekotypów *L. perenne* zawartość ergowaliny określono na poziomie od 0 do 0,08 ppm. Europejskie badania wykazały wyższe zawartości tego alkaloidu w tym gatunku (Oliveira i in., 1997; Durix i in., 1998 cyt. za Bony i Delatour, 2000; Cagaš i in., 1999). W tabeli 3 przedstawiono zestawienie wyników europejskich badań dotyczących zawartości

ergowaliny w *L. perenne*, *F. arundinacea*, *F. pratensis* oraz *F. rubra*. Wynika z nich, że zawartość tej toksyny w europejskich trawach występuje na wysokim poziomie, jednakże jest to cecha bardzo zmienna, uzależniona od fazy rozwojowej rośliny i warunków klimatycznych panujących na badanym terenie (Bony i Delatour, 2000).

Tabela 3

Wyniki europejskich badań dotyczących zawartości ergowaliny
Results of European research on ergovaline content

Gatunek Species	Kraj Country	Ergowalina (ppm) Ergovaline (ppm)	Autor Autor
<i>L. perenne</i>	Czechy	0–4,65	Cagas i wsp., 1999
<i>L. perenne</i>	Hiszpania	0–0,55	Oliveira i wsp., 1997
<i>L. perenne</i>	Francja	0–0,5	Durix i wsp., 1998*
<i>F. arundinacea</i>	Francja	0,97	Emile i wsp., 2000
<i>F. arundinacea</i>	Hiszpania	0,11–1,24	Vazquez de Aldana i wsp., 2001
<i>F. arundinacea</i>	Szwajcaria	0–1	Leuchtmann i wsp., 2000
<i>F. pratensis</i>	Czechy	0–0,6	Cagas i wsp., 1999
<i>F. rubra</i>	Szwajcaria	0,51–1,40	Leuchtmann i wsp., 2000

*-za Bony i Delatour (2000)

Tabela 4

Obecność ergowaliny w trawach w zależności od gatunku oraz typu użytkowania
Ergovaline incidence in relation to species and usage type

Typ użytkowania Type of usage	Rodzaj Species	Średni udział danego gatunku w runi (%) Average share of species in swards (%)	Średnia zawartość ergowaliny (ppm) Mean ergovaline content (ppm)	Średnia ważona zawartość ergowaliny (ppm) Weighted mean of ergovaline content (ppm)
Nieużytkowane (n= 4) Not used	<i>Lolium perenne</i>	2,5	0,034	0,001
	<i>Festuca pratensis</i>	8,8	0,080	0,007
	<i>Festuca rubra</i>	43,8	-	-
	<i>Festuca arundinacea</i>	0,0	-	-
	<i>Desch. caespitosa</i>	11,3	-	-
Łącznie dla typu użytkowania Together for usage type		66,4		0,008
Koszenie (n= 8) Cutting	<i>Lolium perenne</i>	5,9	0,033	0,002
	<i>Festuca pratensis</i>	5,8	0,073	0,004
	<i>Festuca rubra</i>	29,5	0,403	0,119
	<i>Festuca arundinacea</i>	3,1	1,298	0,040
	<i>Desch. caespitosa</i>	20,0	-	-
Łącznie dla typu użytkowania Together for usage type		64,3		0,165
Spasanie (n= 12) Grazing	<i>Lolium perenne</i>	19,3	0,038	0,007
	<i>Festuca pratensis</i>	4,6	0,118	0,005
	<i>Festuca rubra</i>	14,3	0,190	0,027
	<i>Festuca arundinacea</i>	0,0	-	-
	<i>Desch. caespitosa</i>	15,0	-	-
Łącznie dla typu użytkowania Together for usage type		53,2		0,039

Analizując otrzymane wyniki zawartości ergowaliny w badanych próbach traw, zauważyć należy, że tylko w 3 przypadkach (Granica, Koliszewo i Wilków Polski) średnia zawartość tego alkaloidu przekroczyła 0,2 ppm. Z danych literaturowych wiadomo zaś, że taka zawartość ergowaliny może już spowodować wystąpienie toksyczności chronicznej, a co za tym idzie objawów chorobowych *fescue toxicosis* (Bony i Delatour, 2000).

Analizy danych uzyskanych w niniejszej pracy wykazały, że wytwarzanie ergowaliny jest związane z charakterem użytkowania badanych stanowisk (tab. 4). Podobne wnioski otrzymano analizując częstotliwość występowania endofitów w zależności od presji użytkowej (koszenie, spasanie) występującej na badanym siedlisku (Żurek i in., 2010).

Grzyby endofityczne zdolne do produkcji ergowaliny najczęściej występowały na stanowiskach koszonych i tam też obserwowano najwyższą, średnią ważoną zawartość ergowaliny (0,165 ppm), podczas gdy na spasanych była ona znacznie niższa (0,039 ppm). Najniższe wartości średniej ważonej zawartości ergowaliny stwierdzono dla prób pochodzących ze stanowisk nieużytkowanych — 0,008 ppm. Ponadto stwierdzić należy, że kostrzewa czerwona była gatunkiem, który w związku z dużym jego udziałem w runi produkował relatywnie najwięcej ergowaliny spośród wszystkich badanych gatunków: odpowiednio średnia ważona wyniosła 0,119 ppm na stanowiskach koszonych i 0,027 ppm na spasanych (tab. 4). Badania przeprowadzone przez Bazely i wsp. (1997) również wykazały zależność pomiędzy intensywnością wypasania zwierząt a zawartością ergowaliny w roślinach.

WNIOSKI

1. Obecność grzybni endofitycznej nie jest równoznaczna z wytwarzaniem przez nią ergowaliny. Jedynie niektóre z endofitów zasiedlających badane ekotypy traw posiadały zdolność do jej produkowania.
2. Zawartość ergowaliny w trawie zależy od gatunku trawy. W obrębie danego gatunku są próby zawierające ten alkaloid lub wolne od niego.
3. Sposób użytkowania danego użytku zielonego ma wpływ na produkcję ergowaliny przez grzyby endofityczne z rodzaju *Neotyphodium*.

LITERATURA

- Ball D. 2007. Forage management and grazing strategies to minimize fescue toxicosis. <http://www.4cattlemen.com/ncba2007/newsroom/RM104BallText.pdf>.
- Bazely D. R., Vicari M., Emmerich S., Filip L., Lin D., Inman A. 1997. Interactions between herbivores and endophyte-infected *Festuca rubra* from the Scottish island of St. Kilda, Benebecula and Rum. *J. Appl. Ecol.* 34: 847 — 860.
- Bony S., Delatour P. 2000. Relevance and impact of grass endophyte toxins in Europe. *Proceedings of the 4th International Neotyphodium/Grass Interaction Symposium.* 207 — 218.
- Cagaš B., Flieger M., Olsovska J. 1999. Concentration of ergot alkaloids in Czech ecotypes of *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*. *Grass and Forage Science* 54: 365 — 370.
- Craig A. M., Bilich D., Hovermale J. T., Welty R. E. 1994. Improved extraction and HPLC methods for ergovaline from plant material and rumen fluid. *J. Vet. Diagn. Invest.* 6: 348 — 352.
- Cross D. L. 2000. Toxic effects of *Neotyphodium coenophialum* in cattle and horses. *Proceedings of the 4th International Neotyphodium/Grass Interaction Symposium.* 219 — 235.

- Dzwonko Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Vademecum Geobotanicum, Sorus Sc, IB UJ, Poznań — Kraków, ss.306.
- Emile J. C., Surault F., Bony S., Ravel C., Guesquiere M. 2000. Effects of ergovaline in forage grasses on feeding value and animal performance. Proceedings of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interaction Symposium. 521 — 523.
- Hahn H., McManus M. T., Warnstorff K., Monahan B. J., Young C. A., Davies E., Tapper B. A., Scott B. 2007. *Neotyphodium* fungal endophytes confer physiological protection to perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) subjected to water deficit. Environmental and Experimental Botany, 63: 183 — 199.
- Leuchtmann A., Schmidt D., Bush P. L. 2000. Different levels of protective alkaloids in grasses with stroma — forming and seed — transmitted *Epichloë/Neotyphodium endophytes*. Journal of Chemical Ecology, vol. 26, No. 4:1025 — 1035.
- Miyazaki S., Ishizaki I., Ishizaka M., Kanbara T., Ishiguro — Takeda Y. 2004. *Lolium* B residue in fat tissues of cattle consuming endophyte — infected perennial ryegrass straw. J. Vet. Diagn. Invest 16:340 — 342.
- Oliveira J. A., Rottinghaus G. E., Collar J., Castro P. 1997. Perennial ryegrass endophytes in Galicia, Northwest Spain. J. Agric. Sci. 129: 173 — 177.
- Pańka D., Żurek G. 2005. Występowanie grzybów endofitycznych na trawach gazonowych a ich podatność na stres suszy. Łąkarstwo w Polsce, 8:1 — 7.
- Saha D. C., Jackson M. A., Johnson- Cicalese J. M. 1988. A rapid staining method for detection of endophyte fungi in turf and forage grasses. The American Phytopathological Society, No. 2, Vol. 78: 237 — 239
- Schardl Ch. J., Blankenship J. D., Machado C., Spiering M. J. 2006. Alkaloid — making fungal symbiosis. <http://4e.plantphys.net/article.php?ch=&id=37>.
- Vazquez de Aldana B. R., Garcia Ciudad A., Zabalgoeazcoa I., Garcia Criado B. 2001. Ergovaline levels in cultivars of *Festuca arundinacea*. Animal Feed Science and Technology 93: 169 — 176.
- Wiewióra B., Prończuk M., Ostrowska A. 2006. Infekcja nasion traw przez endofity w kolejnych latach użytkowania plantacji. Biul. IHAR 242: 285 — 293.
- Wiewióra B., Prończuk M., Ostrowska A., Żurek G. 2008. Endophyte occurrence in breeding strains of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) cv. 'PASJA'. Phytopatologia Polonica 46: 5 — 11.
- Zabalgoeazcoa I., Vazquez de Aldana B. R., Ciudad G., Criado G. 2003. Fungal endophytes in grasses from semi — arid permanent grasslands of western Spain. Grass and Forage Science 58: 94 — 97.
- Żurek G., Wiewióra B., Ochodzki P., Żurek M. 2010a. Ergovaline contents in grasses from semi — natural grasslands in Poland. Proc. of the 7th International Herbage and Seed Conference, Dallas, Texas, USA: 232 — 237.
- Żurek M., Wiewióra B., Żurek G. 2010 b. Występowanie grzybów endofitycznych na trwałych użytkach zielonych województwa mazowieckiego. Biul. IHAR 256: 171 — 181.

TERESA PASTUSZEWSKA ¹GRZEGORZ GRYŃ ¹MAŁGORZATA LISOWSKA ²AGNIESZKA WĘGIEREK ²¹ Pracownia Chorób i Szkodników Kwarantannowych Ziemniaka, Zakład Technologii Produkcji Roślin Okopowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Bydgoszczy

² Pracownia Organizmów Kwarantannowych, Zakład Fitopatologii

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

Patogeniczność izolatów *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* względem bakłażana (*Solanum melongena*) i ziemniaka (*Solanum tuberosum*)

Pathogenicity of the *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* isolates to eggplant (*Solanum melongena*) and potato (*Solanum tuberosum*)

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie patogeniczności 10 izolatów *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (*Cms*), sprawcy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka, uzyskanych z ekstraktów bulw ziemniaka porażonych latentnie chorobą. Wyosobniono 10 izolatów *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* i badano ich chorobotwórczość w stosunku do bakłażana (*Solanum melongena*) i ziemniaka (*Solanum tuberosum*). Wykazano, że badane izolaty są patogeniczne w różnym stopniu względem ziemniaka i bakłażana.

Słowa kluczowe: *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, ziemniak, bakłażan, patogeniczność

The aim of the study was testing of pathogenicity of 10 isolates of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (*Cms*) — causal agent of potato bacterial ring rot. The isolates were collected from tissue extracts of tubers with latent form of the disease and were tested for pathogenicity to eggplant (*Solanum melongena*) and potato (*Solanum tuberosum*). Differences related to the eggplant or potato tester species were observed in the pathogenicity of the isolates.

Key words: *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, eggplant, pathogenicity, potato

WSTĘP

Bakterioza pierścieniowa ziemniaka powodowana przez *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (*Cms*) jest chorobą, która stanowi poważne zagrożenie dla upraw

ziemniaka. W krajach członkowskich UE sprawca choroby ma status organizmu objętego kwarantanną i jest zwalczany z urzędu.

Głównym źródłem rozprzestrzeniania *Cms* są porażone sadzeniaki, w których po wysadzeniu bakterie rozmnażają się i przemieszczają systemem wiązek przewodzących do łodyg i ogonków liściowych, stąd do korzeni i bulw potomnych. Patogen może zakazić i zasiedlać tkankę naczyniową łodyg i bulw ziemniaka nie wywołując objawów i nie być wykrytym na podstawie obserwacji w ciągu kilku rozmnożeń wegetatywnych bulw (Sletten, 1985; De Boer i Mc Cann, 1990; Kawchuk i in., 1998; Pastuszewska i Junosza Kisielewski, 2002, 2004; Pastuszewska, 2008).

Wystąpienie objawów choroby zależy od odmiany ziemniaka, wielkości populacji patogena w wiązkach przewodzących i jego wirulencji oraz warunków środowiska, przy czym objawy te rozwijają się szybciej przy temperaturze 18–25°C, a optimum temperatury dla odmian różni się. Na częściach nadziemnych roślin ziemniaka objawy chorobowe ujawniają się zwykle po kwitnieniu lub nawet wtedy, gdy rośliny kończą wegetację. Z tego powodu choroba może być trudna do wykrycia lub mylona z innymi chorobami infekcyjnymi, skutkami suszy, objawami starzenia się rośliny i uszkodzeniami mechanicznymi. We wczesnych stadiach choroby na łodygach ziemniaka może pojawić się więdnienie brzegów listków, a w późniejszym okresie pomiędzy nerwami rozwijają się plamy chlorotyczne, potem nekrozy i następuje usychanie liści (De Boer i Slack, 1984). Mogą być zaatakowane liście z jednej strony łodygi lub listki z jednej strony liścia. Więdnięcie całych pędów występuje wyjątkowo przy silnym porażeniu. Wczesne objawy choroby bulw mogą być obserwowane po ich przekrojeniu w części przystolonowej. Tkanka przewodząca począwszy od stolonu staje się szklista i ciemniejsza, później objawy te rozszerzają się stopniowo na cały pierścień. Po ściśnięciu bulwy z wiązek przewodzących wydziela się serowaty, kremowo-biały wyciek bakteryjny. W zaawansowanym stadium porażenia na powierzchni bulw można obserwować spęknięcia.

Celem badań było porównanie 10 izolatów *Cms* uzyskanych z bulw ziemniaka, pochodzących z różnych regionów kraju, pod względem patogeniczności w stosunku do bakłażana i ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2008–2009 w IHAR — PIB, Oddział w Bydgoszczy i w Radzikowie. W 2008 roku nawiązano współpracę z Państwową Inspekcją Ochrony Roślin i Nasiennictwa, dzięki której uzyskano z kilku laboratoriów WIORiN ekstrakty z tkanki bulw różnych odmian ziemniaka, porażonych latentnie przez sprawcę bakteriozy pierścieniowej. Ekstrakty stanowiły materiał do wyosobnienia czystych kultur bakterii, które przeprowadzono przez bezpośredni posiew ekstraktów i ich rozcieńczeń na pożywki półselektywne MNTA oraz NCP 88, bądź pośrednio przez inokulację siewek bakłażana pozyskanym ekstraktem *Cms*, w celu rozmnożenia populacji patogena. Następnie przeprowadzono identyfikację bakterii *Cms* w izolowanych kulturach bakteryjnych w oparciu o metodę serologiczną (test IF z zastosowaniem przeciwciał poliklonalnych i monoklonalnych) i metodę molekularną (reakcja PCR). Kultury bakteryjne, dla których we

wszystkich przeprowadzonych testach uzyskano wynik pozytywny zostały uznane za izolaty *Cms*.

Uzyskano w ten sposób 10 izolatów *Cms* (o numerach: I/ Białystok 2408, II/ Białystok 2389, III/ Białystok 2440, IV/ Kraków 4398, V/ Kraków 4711, VI/ Warszawa 70, VII/ Warszawa 11, VIII/ Wrocław 2470, IX/ Wrocław 2409, X/ Wrocław 2313). Izolaty użyto do badań w 2009 roku, oceniono ich patogeniczność w stosunku do bakłażana w cieście laboratoryjnym oraz do ziemniaka w doświadczeniu polowym. Jako wzorzec zastosowano szczep *Cms* BPR IOR 527.

Test patogeniczności względem bakłażana przeprowadzono inokulując rośliny wysadzone w skrzynkach w pokoju wegetacyjnym. Siewki bakłażana (odmiana Black Beauty) w stadium trzeciego liścia inokulowano w łodygę zawieszinami pięciodniowych kultur izolatów o poziomie 10^8 jtk/ml. Badania przeprowadzono na pięciu roślinach dla każdego izolatu. Zakażone siewki inkubowano w temperaturze 21°C , przy 14 godzinnym oświetleniu, przez 25–40 dni. Od 5 dnia po inokulacji prowadzono obserwacje roślin. Objawy choroby oceniono według skali zaproponowanej przez Stead i Janse (<http://www.fera.defra.gov.uk>) i zamieszczono w tabeli 1.

Do testów na ziemniaku użyto trzech odmian Annabelle, Benek i Felka, które we wcześniejszych doświadczeniach przeprowadzonych w IHAR — PIB, Oddział w Bydgoszczy charakteryzowały się zróżnicowaną podatnością na porażenie przez *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. W dniu 28 kwietnia 2009 roku bulwy inokulowano zawieszinami badanych izolatów i szczepu BPR IOR 527 o koncentracji 10^8 jtk/ml i wysadzono do gruntu, na polu doświadczalnym w Bydgoszczy. Badania wykonano w 10 powtórzeniach dla każdego izolatu i każdej odmiany. Zbiór bulw przeprowadzono 23 września. Liczbę uzyskanych bulw potomnych, a następnie obserwowanych pod względem objawów makroskopowych przedstawiono w tabeli 2. Ze zbiorczych prób bulw spod jednego krzaka (bez bulw z objawami) wykonano testy serologiczne metodą immunofluorescencji pośredniej (test IF). Na podstawie wyników testu IF określono porażenie bulw według skali 8-stopniowej: 8 — średnio powyżej 500 komórek *Cms* w polu widzenia preparatu; 1 — średnio od 1–20 komórek *Cms* w preparacie, a następnie wykorzystując wzór podany przez Townsenda i Heubergera (Golenia, 1972), obliczono ogólny stopień porażenia bulw wyrażający się procentowym stosunkiem porażonych bulw, w których stwierdzono obecność komórek *Cms* do ogólnej liczby bulw mogących być maksymalnie porażonymi (tab. 2).

WYNIKI I DYSKUSJA

Diagnostyka bakteriozy pierścieniowej ziemniaka ze względu na zasiedlenie przez sprawcę wewnętrznych części rośliny, jest trudna. Szczegółowe metody wykrywania i identyfikacji sprawcy choroby, stosowane rutynowo przez laboratoria Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa, są zamieszczone w Dyrektywie Komisji 2006/56/WE z dnia 12 czerwca 2006 roku. Polegają one na laboratoryjnej analizie próby 200 bulw reprezentującej partię 25-tonową. Próbę ocenia się wizualnie, następnie przeprowadza się ekstrakcję bakterii z tkanki bulwy, pobranej z okolicy przystolonej

i wykrywa komórki *Cms* za pomocą testów identyfikacyjnych, wykorzystujących różne cechy biologiczne bakterii (IF, FISH, PCR). Pozytywne wyniki testów potwierdza się w teście biologicznym na bakłażanie oraz przez izolację na selektywne podłoża mikrobiologiczne.

Test na bakłażanie, do wykrywania *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* — sprawcy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka, opisali Olsson (1976) oraz Lelliott i Sellar (1976). Autorzy ci w teście na bakłażanie wykrywali jedną porażoną latentnie bulwę, zmieszaną z 99 zdrowymi bulwami. Podali objawy choroby wywołanej przez *Cms* w postaci więdnienia, które może rozpoczynać się od brzegów liści lub przestrzeni między nerwami. W fazie początkowej zwiędnięte fragmenty tkanki mogą być ciemniejsze niż tkanka otaczająca oraz są lekko błyszczące i nasączone wodą. Więdnięcie początkowo może ograniczać się do centralnej części blaszki liściowej, później rozprzestrzenia się na cały liść. Następnie mogą wystąpić plamy nekrotyczne. Objawy choroby na bakłażanie opisali również inni autorzy. Janse i Vaerenbergh (1987) podają jako pierwsze objawy więdnięcie brzegów liści z jednej lub dwóch stron liścia i srebrzyste do ciemnozielonych plamy na powierzchni lub na czubku liścia. W późniejszych stadiach czubki liści wydają się pomarszczone i żółkną. Przy użyciu inokulum o wyższej koncentracji (10^5 jtk/ml - 10^8 jtk/ml) więdnięcie objęło wszystkie liście infekowanej rośliny, podczas gdy przy niższej tylko pojedyncze liście. Autorzy zanotowali różnice w czasie pojawienia się objawów w różnych temperaturach, w temp. 21°C pomiędzy 6 do 8 dnia, podczas gdy w temp. 28°C pomiędzy 6 a 23 dniem testu. Pastuszewska i Brzozowski (2006) obserwowali objawy bakteriozy pierścieniowej na roślinach bakłażana inokulowanych zawiesinami o zróżnicowanej liczebności komórek *Cms*. Najwcześniejsze objawy, w postaci lekkiego więdnięcia tkanki blaszek liściowych, przy czym zwiędłe tkanki były ciemnozielone i wyglądały na natłuszczone i nawodnione, zaobserwowano po upływie 7 dni od zakażenia na 4 z 10 roślin zakażonych inokulum o koncentracji $9,1 \times 10^6$ jtk/ml. Na roślinach zakażonych zawiesinami $9,1 \times 10^3$ - $9,1 \times 10^5$ jtk/ml objawy zanotowano po odpowiednio 11 i 14 dniach. Żadnych objawów nie obserwowano na roślinach inokulowanych zawiesiną *Cms* poniżej 10^3 jtk/ml. Bishop i Slack (1987) jako pierwsze objawy po infekcji obserwowali więdnięcie brzegów lub sektorowe, pierwszego lub drugiego liścia właściwego. Stead i Janse (<http://www.fera.defra.gov.uk>) oraz Dyrektywa Komisji 2006/56/WE mówią o więdnięciu liści oberżyny, które może rozpoczynać się od brzegów lub przestrzeni między nerwami. Zwiędnięte tkanki mogą być początkowo ciemnozielone lub plamiste, jaśniejsze przed znekrotyzowaniem. Więdnące tkanki między nerwami wyglądają na oleiste i nasączone wodą.

W tabeli 1 przedstawiono wyniki testu patogeniczności izolatów *Cms* na roślinach bakłażana. Wyniki wskazują, że badane izolaty z wyjątkiem *Cms* VI/ Warszawa 70 są patogeniczne i to w różnym stopniu, w stosunku do siewek bakłażana, wywołując więdnięcie liści i plamistości.

Tabela 1

Objawy choroby na liściach bakłazana (*Solanum melongena* odmiana Black Beauty) w teście patogeniczności izolatów *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*
Symptoms of disease on eggplant leaves (*Solanum melongena* cv. Black Beauty) in pathogenicity test with *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* isolates

Nr izolatu Isolate No.	Plamy, nekrozy — Patches, necrosis		Wiednięcie — Wilting	
	liczba roślin z objawami/liczba roślin badanych number of plants showing symptoms/ number of tested plants	ostrość objawów w skali 1–5 symptoms severity in scale 1–5	liczba roślin z objawami/liczba roślin badanych number of plants showing symptoms/ number of tested plants	wiednięcie w skali 1–5 wilting in scale 1–5
I/ Białystok 2408	1/5	1	2/5	1
	2/5	2	1/5	2
	2/5	4	2/5	3
II/ Białystok 2389	2/5	2	1/5	1
	3/5	4	3/5	2
			1/5	3
III/ Białystok 2440	1/5	1	1/5	1
	3/5	2	3/5	2
	1/5	4	1/5	1
IV/ Kraków 4398	1/5	2	2/5	2
	4/5	3	3/5	3
V/ Kraków 4711	3/5	3	3/5	2
	2/5	4	2/5	3
VI/ Warszawa 70	5/5	1	5/5	1
	4/5	3	5/5	3
VII/ Warszawa 11	1/5	4		
VIII/ Wrocław 2470	5/5	4	2/5	2
			3/5	3
IX/ Wrocław 2409	1/5	2	1/5	2
	4/5	4	1/5	3
			3/5	4
X/ Wrocław 2313	1/5	2	5/5	2
	4/5	4		
Kontrola Control	1/5	3	2/5	1
	4/5	4	1/5	2
Cms BPR IOR 527			1/5	3
			1/5	4

Nasilenie objawów; Symptoms severity:

1. Brak objawów; No symptoms
2. Lekkie, oleiste plamy; Light patches
3. Wyraźne, oleiste plamy; Pronounced oily patches
4. Chlorozy; Chlorosis,
5. Nekrozy; Tissue death/necrosis

Skala wiednięcia liści; Wilting:

1. Brak; None
2. Lekkie wiednięcie brzegów blaszki; Small marginal wilting
3. Częściowe wiednięcie liści; Sectoral wilting
4. Wyraźne, rozszerzające się wiednięcie, kurczenie liści; Pronounced extender wilting and collapse of leaf
5. Cały liść zwiędnięty; Whole leaf wilted

Notowano lekkie oleiste, ciemne plamy (2 w skali), poprzez wyraźne oleiste plamy (3) do chloroz (4) obserwowanych na roślinach infekowanych izolatami nr I, II, III, V, VII, VIII, IX i X. W przypadku dwóch izolatów nr I i III plamistości wystąpiły na 4 z 5 testowanych

roślin, a pozostałe izolaty wywoływały objawy na 5 z 5 badanych roślin. Zaobserwowano lekkie więdnienie liści od brzegów blaszki (2 w skali więdnienia), poprzez częściowe (3) do rozszerzającego się na całą blaszkę (4). Sześć izolatów nr IV, V, VII, VIII., IX i X wywołało więdnienie liści na wszystkich pięciu testowanych roślinach, izolat II na czterech, zaś izolaty I i III na trzech roślinach.

Z badanych 10 izolatów *Cms*, jeden (VI/Warszawa 70) nie wywoływał objawów na bakłazanie, co można tłumaczyć obniżoną patogenicznością spowodowaną być może dłuższą hodowlą na sztucznym podłożu.

Odmiany ziemniaka różnią się podatnością na porażenie przez sprawcę bakteriozy pierścieniowej ziemniaka (Sletten, 1985; De Boer i Mc Cann, 1990, De Boer i in., 1992; Nelson i in., 1992; Pastuszewska i Junosza Kisielewski, 2002, 2004). Kawchuk i wsp. (1998) w wieloletnich obserwacjach, zauważyli małą korelację pomiędzy objawami choroby na części nadziemnej i bulwach. Pojawienie się objawów na roślinach na plantacji jest zmienne i nie zawsze widoczne, często może być maskowane przez objawy starzenia się roślin, a także obecność innych patogenów (Slack, 1987).

W tabeli 2 zamieszczono porażenie bulw potomnych różnych odmian ziemniaka, wyrosłych z sadzeniaków infekowanych badanymi izolatami *Cms*. Wyniki wskazują, że odmiana ziemniaka miała wpływ na porażenie bulw potomnych przez *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Spośród badanych odmian ziemniaka wysoką podatność w przypadku inokulum sporządzonego z większości izolatów, wykazały odmiany Felka i Benek, a niską odmiana Annabelle. W potomstwie wszystkich odmian stwierdzono bulwy z objawami bakteriozy pierścieniowej. W przypadku odmiany Annabelle podczas obserwacji wykonanych po zbiorze stwierdzono 1 bulwę w potomstwie bulw inokulowanych izolatami: II, VII, VIII i IX. W odmianie Benek odpowiednio po zbiorze — 3 bulwy, po jednej w potomstwie bulw infekowanych izolatami: I, V i X, a po przechowaniu 36 bulw: 1 w potomstwie bulw infekowanych izolatami II i VI, 2 bulwy — izolatami I, 3 bulwy — izolatami V, 4 bulwy izolatami VIII, po 6 bulw izolatami III, IX i X oraz 7 — izolatami IV. Natomiast w odmianie Felka po zbiorze zanotowano 2 bulwy z objawami, w przypadku inokulum sporządzonego z izolatu VI, po zbiorze — 20 bulw, w tym 1 bulwę w potomstwie bulw infekowanych izolatami III, po 2 bulwy izolatami IV, V i VIII; 4 bulwy — izolatami I oraz 9 bulw w przypadku zakażenia izolatami VI. Stopień porażonych latentnie bulw był zróżnicowany dla wszystkich odmian w zależności od zastosowanego izolatu, dla odmiany Felka wahał się w granicach od 1,45%–89,55% (dla 8 izolatów wyniósł powyżej 50%), dla odmiany Benek od 24,12%–87,50% (dla 7 izolatów wyniósł powyżej 50%). Znacznie niższy stopień zanotowano dla odmiany Annabelle. Porażenie latentne kształtowało się od 0%–43,81%, przy czym dla 6 izolatów wyniosło poniżej 10%.

Tabela 2

Liczba zebranych bulw potomnych i ich porażenie w doświadczeniu infekcyjnym z izolatami *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* na odmianach ziemniaka Annabelle, Felka, Benek
Number of progeny tubers and their infection in pathogenicity test with *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* isolates on potato cultivars Annabelle, Felka, Benek

Nr izolatu Cms Isolate No.	Odmiany — Cultivars											
	Annabelle				Felka				Benek			
	liczba bulw potomnych ogółem no. of progeny tubers	liczba bulw z objawami number of tubers with symptoms		stopień porażonych bulw latentnie (test if) latent form disease index by if test (%)	liczba bulw potomnych ogółem no. of progeny tubers	liczba bulw z objawami number of tubers with symptoms		stopień porażonych bulw latentnie (test if) latent form disease index by if test (%)	liczba bulw potomnych ogółem no. of progeny tubers	liczba bulw z objawami number of tubers with symptoms		stopień porażonych bulw latentnie (test if) latent form disease index by IF test (%)
		po zbiorze after harvest	po przechowaniu after storage			po zbiorze after harvest	po przechowaniu after storage			po zbiorze after harvest	po przechowaniu after storage	
I/ Białystok 2408	144	0	0	17,53	113	0	4	50,44	73	1	2	49,14
II/ Białystok 2389	107	0	1	43,81	19	0	0	21,05	39	0	1	52,56
III/ Białystok 2440	109	0	0	0,00	177	0	1	87,71	88	0	6	67,9
IV/ Kraków 4398	110	0	0	7,16	110	0	2	89,55	66	0	7	75,95
V/ Kraków 4711	115	0	0	0,00	93	0	2	67,74	73	1	3	66,44
VI/ Warszawa 70	132	0	0	2,65	109	2	9	77,18	52	0	1	41,35
VII/ Warszawa 11	111	0	1	7,32	30	0	0	1,25	71	0	0	24,12
VIII/ Wrocław 2470	107	0	1	17,52	83	0	2	85,09	69	0	4	79,35
IX/ Wrocław 2409	98	0	1	8,42	43	0	0	1,45	84	0	6	56,85
X/ Wrocław 2313	106	1	0	22,05	30	0	0	84,58	60	1	6	87,50
Kontrola Control Cms BPR IOR 527	126	0	0	18,35	114	4	3	61,07	46	0	0	31,76

WNIOSKI

1. Badane izolaty *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (z wyjątkiem izolatu VI/Warszawa 70) okazały się patogeniczne względem bakłażana, wywołując więdnienie i plamistości między nerwami liści.

2. Wykazano, że wszystkie badane izolaty *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* były patogeniczne w stosunku do ziemniaka, o czym świadczy wysoki procent bulw potomnych porażonych latentnie oraz odnotowane bulwy z objawami, których liczba była jednak mała, mimo sztucznego zakażenia bulw matecznych.

LITERATURA

- Bishop A. L., Slack S. A. 1987. Effect of inoculum dose and preparation, strain variation, and plant growth conditions on the eggplant assay for bacterial ring rot. *Am. Potato J.* 64: 227 — 234.
- De Boer S. H., Slack S.A. 1984. Current status and prospects for detecting and controlling bacterial ring rot of potatoes in North America. *Plant Disease* 68: 841 — 844.
- De Boer S. H., Mc Cann M. 1990. Detection of *Corynebacterium sepedonicum* in potato cultivars with different propensities to express ring rot symptoms. *Am. Potato J.* 67: 685 — 694.
- De Boer S. H., Van Vaerenbergh J., Stead J. D., McKenzie A. R. 1992. A comparative study in five laboratories on detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in potato stems and tubers. *Potato Research* 35: 217 — 226.
- Dyrektywa Komisji 2006/56/WE z dnia 12 czerwca 2006 r. Zał. 1. Schemat badania diagnostycznego wykrywania i identyfikacji bakteriozy pierścieniowej ziemniaka, *Clavibacter michiganensis* (Smith) Davis et al. ssp. *sepedonicus* (Spieckermann et Kotthoff) Davis et al. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 2006. L. 182.: 43.
- Golenia A. 1972. Analiza matematyczna epidemii chorób roślin. *Postępy Nauk Rolniczych* 5: 109 — 122.
- Janse J. D., Van Vaerenbergh J. 1987. Interpretation of the EC method for the detection of latent *Corynebacterium sepedonicum* infections in potato. *OEPP/EPPO Bulletin* 17: 1 — 10.
- Kawchuk L. M., Lynch D. R., Kozub G. C., Nelson G. A., F. Kulcsar, Fujimoto D. K. 1998. Multi - year evaluation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* disease symptoms in cultivated potato genotypes. *Am. J. of Potato Res.* 75: 235 — 243.
- Lelliot R. A., Sellar P. W. 1976. The detection of latent ring rot (*Corynebacterium sepedonicum* [Spiek. et Kotth.] Skapt. et Burkh.). *OEPP/EPPO Bulletin* 6 (2): 101 — 106.
- Nelson G. A., Lynch D. R., Kozub G. C. 1992 Ring rot symptom development on potato cultivars and lines in southern Alberta. *Pot. Research* 25: 133 — 142.
- Olsson K. 1976. Experience of ring rot caused by *Corynebacterium sepedonicum* in Sweden, particularly detection of the disease in its latent form. *OEPP/EPPO Bulletin* 6: 209 — 219.
- Pastuszewska T. 2008. Tempo rozwoju bakteriozy pierścieniowej ziemniaka z formy bezobjawowej w objawową w potomstwie bulw ziemniaka. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 531: 161 — 168.
- Pastuszewska T., Junosza-Kisiełewska I. 2002. Podatność wybranych odmian ziemniaka na bakteriozę pierścieniową (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*). *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 42 (2): 920 — 923.
- Pastuszewska T., Junosza Kisielski I. 2004. Reakcja wybranych odmian ziemniaka na inokulację bakterią *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 4, (2): 1014 — 1016.
- Pastuszewska T., Brzozowski S. 2006. Diagnostyka latentnej formy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* [Spieckermann & Kotthoff] Davies et al.). Test patogeniczności na bakłazanie (*Solanum melongena*). *Biul. IHAR* 242: 205 — 215.
- Slack S. A. 1987. Biology and ecology of *Corynebacterium sepedonicum*. *Am. Potato J.* 64: 665 — 670.
- Sletten A. 1985. The effect of *Corynebacterium sepedonicum* on symptoms and yield of four potato cultivars. *Potato Research* 28: 27 — 33.
- Stead D., Janse J. D. Protocol for the diagnosis of quarantine organism *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. [dostęp: 22.09.2010]: <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/protocols/clavibacter.pdf>.

LESZEK DOMAŃSKI**BOGDAN FLIS****HENRYKA JAKUCZUN****EWA ZIMNOCH-GUZOWSKA**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Młochów

Zmienność cech technologicznych i morfologicznych bulw ziemniaka w potomstwie uzyskanym z krzyżowań interploidalnych $4x-2x$

Variation of processing quality and tuber morphology traits in potato progenies derived from interploid matings $4x-2x$

Trzy diploidalne rasy ziemniaka wyselekcjonowane pod kątem zdolności do tworzenia męskich gamet $2n$ oraz wysokiej jakości kulinarnej (DG 03-131, DG 03-170) i zdolności do produkowania chipsów o jasnej barwie po długotrwałym przechowywaniu bulw w niskiej temperaturze 4°C (DG 03-277) zostały wykorzystane jako formy ojcowskie w czterech krzyżowaniach $4x-2x$ z zaawansowanymi rodami tetraploidalnymi. Celem badań była: (1) ocena przydatności diploidalnych rodziców do tworzenia wartościowego tetraploidalnego materiału hodowlanego, (2) oszacowanie odziedziczalności w szerszym sensie (H) w nowo utworzonych potomstwach z krzyżowań $4x-2x$ dla trzech cech jakości przetwórczej i siedmiu cech morfologicznych bulw. W polu, w 2008 i 2009 r. wysadzono po cztery potomstwa z krzyżowań $4x-2x$ i $4x-4x$, ich rodzice oraz cztery odmiany wzorcowe. Każda rodzina była reprezentowana przez 20 rodów, rosnących na 3-krzakowych poletkach w trzech powtórzeniach. Wszystkie osiem rodzin zostało ocenione w układzie losowanych bloków. Potomstwa uzyskane z krzyżowań $4x-2x$ wykazywały wysoką fenotypową wariancję pod względem plonu bulw, zawartości skrobi, barwy chipsów, cech morfologicznych bulw oraz średnie do średnio wysokich współczynniki odziedziczalności (H) tych cech. Rasy DG 03-131 i DG 03-170 wytwarzały potomstwa, które miały wyższe średnie dla plonu bulw, zawartości skrobi i plonu skrobi niż średnia dla odmian wzorcowych. Ród DG 03-277 wytworzył potomstwo, którego średnia nota dla barwy chipsów była na poziomie średniej oceny dla odmiany Snowden, wiodącej dla typu „cold chipping”. Fakt ten wskazuje, że ród DG 03-277 może być wykorzystany jako forma rodzicielska do przeniesienia cechy „cold chipping” do tetraploidalnych potomstw w dalszych pracach hodowlanych.

Słowa kluczowe: diploidalny ziemniak, gamety $2n$, potomstwa $4x-2x$, fenotypowa zmienność, odziedziczalność, selekcja

Three diploid potato genotypes, selected for their ability to produce $2n$ male gametes culinary quality (DG 03-131, DG 03-170) and cold chipping ability (DG 03-277), were used as paternal forms in four $4x-2x$ crosses with advanced tetraploid selections. The research objectives were following: to

(1) determine ability of the diploid parents to generate valuable tetraploid breeding material, and (2) to estimate broad-sense heritability (H) based on clonal means in the newly developed progenies from $4x-2x$ crosses, for three traits of processing quality and seven traits of tuber morphology. The four $4x-2x$ and four $4x-4x$ families, their parents, and four control cultivars (cvs) were planted in the field in 2008–2009. Each family was represented by 20 clones, each one planted as 3-hills plot in three replicates. All eight progenies, their parents and control cvs were evaluated in randomized complete block design. Progenies derived from the $4x-2x$ matings indicated high phenotypic variance for tuber yield, starch content, chips colour and tuber morphology traits, and from medium to medium-high level of broad-sense heritability for these traits. The DG 03-131 and DG 03-170 produced progenies, which had better mean values for tuber yield, starch content, and starch yield than the control cvs. The progeny of DG 03-277 produced chips, which mean colour scores were on the level of cold chipping cv Snowden. It means that the genotype can be used for transmission of cold chipping to tetraploid progenies in further breeding.

Key words: diploid potato, gametes $2n$, progenies $4x-2x$, phenotypic variation, heritability, selection

WSTĘP

Prace hodowlane prowadzone nad ziemniakiem diploidalnym w IHAR Młochów od 1970 roku doprowadziły do uzyskania złożonych mieszańców międzygatunkowych, które są kompleksowym źródłem cech jakościowych i odpornościowych (Zimnoch-Guzowska, 2003; Jakuczun i Wasilewicz-Flis, 2006). Ta diploidalna germplazma *Solanum* wzbogaca zmienność tetraploidalnych materiałów wyjściowych (MW) w trzech wiodących kierunkach użytkowania ziemniaka: wysokie walory kulinarne, przydatność do przetwórstwa (chipsy, susze), wysoka zawartość skrobi. Wygodnym i bardzo efektywnym narzędziem do przeniesienia genetycznego potencjału diploidalnych komponentów rodzicielskich, tworzących funkcjonalne gamety $2n$, na potomstwo tetraploidalne jest krzyżowanie interploidalne $4x-2x$ (Thill i Peloquin, 1995; Hayes i Thill, 2002; Zimnoch-Guzowska, 2003; Jakuczun i Wasilewicz-Flis, 2006). Tą drogą, pula genowa tetraploidalnych MW w Młochowie została wzbogacona o odporność na wirus M ziemniaka i liściozwoju (Dziewońska i Waś, 1994), odporność na zarazę ziemniaka oraz mokrą zgniliznę bulw (Lebecka i in., 2004), wysoką zawartość skrobi oraz niską akumulację cukrów redukujących w bulwach (Domański i in., 2004, 2006).

W innych ośrodkach hodowlano-badawczych w wyniku krzyżowań $4x-2x$ nastąpił udany transfer alleli warunkujących odporność na mątwiki (Delleart i in., 1988), niską akumulację cukrów redukujących po przechowaniu bulw w niskich temperaturach (Ehlenfeldt i in., 1990; Thill i Peloquin, 1995; Hayes i Thill, 2002), wysoki ciężar właściwy (Haynes i in., 1995; Sterret i in., 2003), odporność na parcha zwykłego (Murphy i in., 1995), tolerancję na stres wysokiej temperatury (Veilleux i in., 1997; Sterret i in., 2003), odporność na alternariozę (Christ i in., 2002) oraz odporność na verticiliozę (Frost i in., 2006).

Celem podjętych badań była: (1) ocena przydatności kolejnych trzech diploidalnych form ojcowskich do tworzenia wartościowych tetraploidalnych materiałów hodowlanych, (2) ocena odziedziczalności w szerszym sensie dla plonu oraz wybranych cech jakości technologicznej (zawartość skrobi, ciemnienie enzymatyczne, barwa chipsów z bulw przechowywanych w 4°C) i morfologii bulw w nowo-uzyskanych potomstwach z krzyżo-

wań $4x-2x$, (3) wstępna identyfikacja w ich potomstwie rodów o akceptowalnym (wysokim) poziomie plenności, cech technologicznych i jakości zewnętrznej bulw do przyszłych hodowlanych prac.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy obejmował 80 klonów, pochodzących z 4 kombinacji rodzicielskich typu $4x-2x$: M-62819 $\times$ DG 03-131 (A), M-62819 $\times$ DG 03-170 (B), M-62840 $\times$ DG 03-170 (C), M-62840 $\times$ DG 03-277 (D) oraz 80 klonów, pochodzących z 4 kombinacji typu $4x-4x$: Syrena $\times$ Z-981905 (E), PS-03-IX-234 $\times$ Z-980530 (F), M-62819 $\times$ M-62849 (G), M-62819 $\times$ Tokaj (H). Diploidalne formy rodzicielskie były złożonymi mieszancami 10 gatunków ziemniaka: *Solanum tuberosum*, *S. acaule*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. gourlayi*, *S. goniocalyx*, *S. microdontum*, *S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. stoloniferum*, *S. verrucosum*, *S. yungasense*. Rody DG 03-131 i DG 03-170 są formami typu jadalnego, o bardzo małej skłonności bulw do ciemnienia enzymatycznego i po ugotowaniu, dobrej smakowitości, regularnym kształcie bulw i płytkim ułożeniu oczek. Oba są odporne na wirus X ziemniaka, a ród DG 03-170 także na wirusy Y i liściorwoju ziemniaka oraz na raka ziemniaka. Ród DG 03-277 jest odporny na wirusy X i Y ziemniaka, charakteryzuje się wysoką zawartością skrobi, a ponadto jest formą typu "cold chipping", łączącą cechę niskiego poziomu cukrów redukujących po długotrwałym przechowaniu bulw w niskiej temperaturze (4°C) i posiadającą zdolność do produkowania chipsów o jasnej barwie. Wśród tetraploidalnych form matecznych, ród M-62819 wykazywał pozytywne efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej pod względem barwy chipsów (Domański i in., 2009), rody M-62840 i M-62849 charakteryzowały się podwyższoną zawartością skrobi i niską akumulacją cukrów redukujących po przechowaniu bulw w niskiej temperaturze (4°C), natomiast rody Z-981905 i Z-980530 były formami rodzicielskimi, które wykorzystywano przy tworzeniu materiałów hodowlanych przydatnych do przetwórstwa na frytki.

Podczas sprzętu siewek polowych w 2007 roku, z każdej z ośmiu rodzin pobrano indywidualnie plony 20 pierwszych pojedynków (klonów). W 2008 i 2009 roku materiały te wysadzono w polu doświadczalnym IHAR Oddział Młochów w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na 3-krzakowych poletkach. Dodatkowo do poszczególnych rodzin dołączone były formy rodzicielskie i cztery odmiany wzorcowe, reprezentujące kierunek użytkowania jadalnego (Syrena, Tokaj) i przetwórczego na chipsy (Lady Claire i Snowden). Zastosowano typowy dla plantacji ziemniaka jadalnego program nawożenia i ochrony, natomiast nie stosowano deszczowania.

Plony bulw zbierano po osiągnięciu przez rośliny pełnej dojrzałości technologicznej, przy temperaturze powietrza i gleby powyżej 10°C. Oceniono 12 następujących cech: plon bulw, zawartość skrobi, plon skrobi, średni ciężar bulwy, ciemnienie enzymatyczne, barwę chipsów, wydłużenie bulw, spłaszczenie bulw, głębokość oczek, wygląd skórki, frekwencję bulw spiczastych, frekwencję bulw z objawami wtórnego wzrostu. Zawartość skrobi oznaczano metodą hydrostatyczną z całego plonu poletka. Cechy morfologiczne bulw, takie jak: wydłużenie bulw, głębokość oczek, wygląd skórki oceniano w skali 1–9

(Domański, 2001). Spłaszczenie bulw oceniano w skali 1–9, gdzie stopień 9 odpowiadał bulwom okrągłym na poprzecznym przekroju, a stopień 1 bulwom bardzo spłaszczonym, u których na przekroju poprzecznym stosunek osi dłuższej do osi krótszej wyniósł $>2,5$. Procentowy udział bulw spiczastych oraz bulw z objawami wtórnego wzrostu oznaczano w całkowitym plonie z poletka. Ciemnienie enzymatyczne oceniano wizualnie w skali 1–9 na przekroju podłużnym po 4 h ekspozycji w temperaturze 20°C, gdzie 9 oznacza brak ciemnienia. Test smażenia prowadzono bezpośrednio z bulw przechowywanych w temperaturze 4°C przez trzy miesiące. Chipsy produkowano laboratoryjnie, wycinając ze środkowej części każdej z dwóch bulw po dwa plastry, zgodnie z metodą zastosowaną w pracy Domańskiego i in. (2009).

Tabela 1

Wartości progowe dla 11 cech, zastosowane podczas selekcji potomstw 4x-2x i 4x-4x
The target values for 11 traits, applied at the selection of 4x-2x and 4x-4x progenies

Cecha Trait	Kierunek hodowli — Breeding specialization			
	jadalny table	przetwórczy processing	skrobiowy starch	baby potatoes
Plon bulw Tuber yield	$\geq$ wzorzec $\geq$ control cvs	$\geq$ wzorzec $\geq$ control cvs	$\geq$ wzorzec $\geq$ control cvs	$\geq$ wzorzec $\geq$ control cvs
Plon skrobi Starch yield			$\geq$ wzorzec + NIR _{0,05} $\geq$ control cvs + LSD _{0,05}	
Zawartość skrobi (%) Starch content	12 – 17	16 – 20 ^{1/} 15 – 19 ^{2/}	$\geq$ 18	12 – 17
Ciemnienie enzymatyczne (sk. 1-9) Enzymatic browning (1-9)	7 + NIR _{0,05} 7 + LSD _{0,05}	$\geq$ 6,5	$\geq$ 6,5	7 + NIR _{0,05} 7 + LSD _{0,05}
Barwa chipsów po przechowaniu bulw w 4°C (1–9) Chips colour after storage of tubers at 4°C (1–9)		6,5 ^{1/}		
Kształt bulw (sk. 1-9) Tuber shape (sc. 1-9)	2 – 7	2 – 5	2 – 7	2 – 9
Spłaszczenie bulw (1-9) Tuber flatness (1-9)	6,5 – 9	7 – 9	6,5 – 9	7 – 9
Regularność kształtu bulw (sk. 1-9) Regularity of tuber shape (1-9)	$\geq$ 7 – NIR _{0,05} $\geq$ 7 – LSD _{0,05}	$\geq$ 6,5 – NIR _{0,05} $\geq$ 6,5 – LSD _{0,05}	$\geq$ 6	$\geq$ 7 – NIR _{0,05} $\geq$ 7 – LSD _{0,05}
Głębokość oczek (sk. 1-9) Depth of eyes (1-9)	$\geq$ 7 – NIR _{0,05} $\geq$ 7 – LSD _{0,05}	$\geq$ 7 – NIR _{0,05} $\geq$ 7 – LSD _{0,05}	$\geq$ 6	$\geq$ 7 – NIR _{0,05} $\geq$ 7 – LSD _{0,05}
Wygląd skórki (sk. 1-9) Skin appearance (1-9)	$\geq$ wzorzec $\geq$ control cvs	$\geq$ 6	$\geq$ 6	$\geq$ wzorzec $\geq$ control cvs
Frekwencja bulw z wtórnym wzrostem (%) Frequency of tubers with the symptoms of secondary growth (%)	$\leq$ 2,5	$\leq$ 2,5	$\leq$ 5	$\leq$ 2,5

1/ Dla kierunku przetwórczego na chipsy; For chip processing

2/ Dla kierunku przetwórczego na susze; For dried processing

Charakterystykę fenotypowej zmienności poszczególnych cech zarówno na poziomie rodzin, jak wewnątrz rodzin przeprowadzono za pomocą klasycznych dwukierunkowych analiz wariancji według modelu mieszanego. Efekty środowiskowe i interakcyjne potraktowano jako losowe, natomiast efekty rodzin, względnie rodów jako stałe. Wyodrębnienie rodów wykazujących heterozję względem lepszego rodzica przeprowadzono za pomocą testu Dunnetta. Odziedziczalność w szerszym sensie (H) obliczano na bazie średnich klonowych wewnątrz rodzin (Nyquist, 1991) jako: $H = \sigma^2C / (\sigma^2C + \sigma^2CY / y + \sigma^2e / ry)$,

gdzie: σ^2C = wariancja klonów, σ^2CY = wariancja klony $\times$ lata, σ^2e = wariancja błędu, r = liczba powtórzeń, y = liczba lat.

Uzyskane oceny potomstwa z rodzin $4x-2x$ i $4x-4x$ były podstawą do przeprowadzenia selekcji metodą niezależnych poziomów brakowania. Wartości progowe cech zastosowane podczas selekcji na trzy główne kierunki hodowlane ziemniaka: ziemniaka jadalnego, ziemniaka dla przetwórstwa spożywczego, ziemniaka skrobiowego, a także ziemniaka bardzo młodego, o drobnych, kształtnych i wyrównanych pod względem pod względem wielkości bulwach, tzw. „baby potatoes” (Carlson i Kirby, 2005), zestawiono w tabeli 1. Baby potatoes przeznaczone są do niszowej produkcji dla restauratorów i sieci hoteli. Wpływ typów krzyżowań na frekwencję rodów zachowanych do dalszych prac hodowlanych analizowano za pomocą testu χ – kwadrat.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki dwukierunkowej analizy wariancji dla 12 cech na poziomie rodzin, opartej na modelu mieszanym przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Tabela 2

Analiza wariancji dla plonu i trzech cech technologicznej wartości bulw ziemniaka wśród rodzin $4x-2x$ i $4x-4x$
Analysis of variance for tuber yield and the three technological traits of potato tubers among families $4x-2x$ and $4x-4x$

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody DF	Średni kwadrat — Mean squares					
		plon bulw tuber yield	plon skrobi yield of starch	zawartość skrobi starch content	barwa chipsów chip colour	ciemnienie enzymatyczne enzymatic browning	średni ciężar bulwy mean tuber weight
Lata — Years (Y)	1	149,64	1,57	0,27*	1,64**	9,01**	577,55**
Bloki w latach Reps (years)	4 (2)#	50,27	23,74	0,01	0,04	0,02	23,48
Rodziny — Families	7	556,96*	422,50*	15,56**	6,11**	0,61*	784,91**
Rodziny $4x-2x$ Families $4x-2x$	3	1090,19*	510,49*	6,33**	10,74**	1,15**	444,99*
Rodziny $4x-4x$ Families $4x-4x$	3	184,77	356,47*	26,82**	0,73	0,26	1112,29**
Rodziny $4x-2x$ a $4x-4x$ Families $4x-2x$ vs $4x-4x$	1	73,83	356,65	9,49**	9,19**	0,07	822,54*
Rodziny $\times$ Lata Families $\times$ Years	7	139,61**	75,85**	0,32**	0,18	0,07**	91,14**
Błąd — Error	28	27,93	9,55	0,05	0,18	0,01	25,07
Średnia dla rodzin $4x-2x$ Mean for families $4x-2x$		3,53	61,45	17,4	5,4	7,5	73,8
Średnia dla rodzin $4x-4x$ Mean for families $4x-4x$		3,34	54,77	16,3	6,3	7,4	81,7
Odziedziczalność (H) (średnio dla $4x-2x$) Broad-sense heritability (mean for $4x-2x$)		0,69	0,68	0,77	0,76	0,50	0,65

*, ** Istotne odpowiednio przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$ # W nawiasie podano DF dla plonu skrobi i zawartości skrobi

*, ** Significant at $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$, respectively # In the brackets DF for yield of starch and starch content are given

Tabela 3

Analiza wariancji dla cech morfologicznych bulw ziemniaka wśród rodzin 4x-2x i 4x-4x
Analysis of variance for traits of tuber morphology among families 4x-2x and 4x-4x

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody DF	Średni kwadrat — Mean squares					
		wydłużenie bulw tuber elongation	spłaszczenie bulw tuber flatness	głębokość oczek depth of eyes	wygląd skórki skin appearance	frekwencja bulw ^a frequency of tubers with	z objawami wtórnego wzrostu symptoms of second growth
Lata Years	1	0,05	0,05	0,10	0,01	42,34**	292,05**
Bloki w latach Rep(years)	4	0,17	0,05	0,02	0,01	0,78	3,14
Rodziny Families	7	4,13**	0,19**	0,53**	0,22**	41,08	108,37**
Rodziny 4x-2x Families 4x-2x	3	0,44*	0,15**	0,96**	0,37**	13,10	4,00
Rodziny 4x-4x Families 4x-4x	3	3,79**	0,30**	0,23**	0,13*	57,43*	230,14**
Rodziny 4x-2x a 4x-4x Families 4x-2x vs 4x-4x	1	16,22**	0,02	0,16*	0,08	76,00*	56,20
Rodziny × Lata Families × Years	7	0,08	0,02	0,02*	0,02	12,58**	13,91*
Błąd Error	28	0,08	0,02	0,01	0,01	0,75	4,11
Średnia dla rodzin 4x-2x Mean for families 4x-2x		3,93	6,90	6,58	6,43	0,60	2,75
Średnia dla rodzin 4x-4x Mean for families 4x-4x		5,20	6,83	6,68	6,50	1,58	4,43
Odziedziczalność (H) (średnio dla 4x-2x) Broad-sense heritability (H) (mean for 4x-2x)		0,88	0,78	0,74	0,54	0,42	0,49

*, ** Istotne odpowiednio przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$; Significant at $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$, respectively

^a Transformacja Bliss; ^a Bliss' transformation

Stwierdzono istotną zmienność między rodzinami dla każdej z rozpatrywanych cech, z wyjątkiem frekwencji bulw spiczastych. Po podziale sumy kwadratów z tego źródła zmienności stwierdzono, że zróżnicowanie rodzin 4x-2x było istotne w przypadku wszystkich cech, z wyjątkiem frekwencji bulw spiczastych i bulw z objawami wtórnego wzrostu. Rodziny 4x-4x nie wykazywały istotnego zróżnicowania pod względem trzech ważnych cech użytkowych, tj. plonu bulw, barwy chipsów i ciemnienia enzymatycznego, niemniej jednak średnie wartości tych cech były na wysokim poziomie w każdej z tych rodzin (tab. 4 i 5). Kontrast porównujący rodziny 4x-2x z rodzinami 4x-4x był istotny w przypadku takich cech jak: średnia masa bulwy, zawartość skrobi, barwa chipsów, wydłużenie bulw, głębokość oczek i frekwencja bulw spiczastych (tab. 2 i 3). Średnie wartości dla potomstwa z wszystkich rodzin 4x-2x nie różniły się istotnie od średnich potomstwa z rodzin 4x-4x w odniesieniu do: plonu bulw i skrobi, ciemnienia enzymatycznego, spłaszczenia bulw, wyglądu skórki i frekwencji bulw z objawami wtórnego wzrostu. Potomstwa z rodzin 4x-2x w porównaniu do potomstw z rodzin 4x-4x

charakteryzowały się natomiast wyższą zawartością skrobi, niższym ciężarem bulwy, mniejszym wydłużeniem bulw, nieco głębszymi oczkami i ciemniejszą barwą chipsów oraz mniejszą skłonnością do formowania bulw spiczastych.

Tabela 4

Zmienność potomstwa wewnątrz rodzin 4x-2x i 4x-4x oraz jego przegląd pod kątem obecności rodów wykazujących heterozję względem lepszego rodzica (LR) dla plonu bulw, skrobi i średniego ciężaru bulwy

Variation within families 4x-2x and 4x-4x, and their review for the presence of clones with heterosis in respect to the better parent (LR) for yield and mean tuber weight

Cecha Trait	Rodzina Family	Średnia Mean	Min	Max	Wariancja Variance		Liczba rodów z ocenami > LR No of clones with stores > LR	Średnie rodzin wyrażone w % Family mean expressed as % of		
					rody clones	rody x lata clones x years		LR	WZ	
Plon bulw (kg/krzaki) Tuber yield (kg/ 3-hills)	4x – 2x	A	4,10	2,30	5,41	4,87**	2,38**	0	90,3	112,9
		B	3,50	2,29	4,53	2,00	0,95**	0	77,1	96,4
		C	3,93	2,68	5,10	3,29*	1,18	0	97,5	108,3
		D	2,59	0,57	4,51	7,87**	1,15**	0	64,3	71,3
	4x – 4x	E	3,63	1,20	4,92	3,89*	1,73**	0	81,4	100,0
		F	3,05	1,65	4,65	1,92	1,17**	0	78,4	84,0
		G	3,16	1,79	4,30	2,51	1,48**	0	69,6	87,1
		H	3,52	1,71	4,49	3,00*	1,08**	0	77,5	97,0
Plon skrobi (dag/poletko) Yield of starch (dag/ plot)	4x – 2x	A	75,33	36,69	104,50	1633,59**	463,79**	0	80,4	137,8
		B	59,62	35,08	77,16	570,57*	217,39**	0	63,6	108,7
		C	62,99	33,59	87,98	775,58	401,14**	0	79,4	114,8
		D	47,86	10,05	88,23	2228,26**	288,05**	0	60,3	87,2
	4x – 4x	E	53,31	14,85	80,42	1022,68*	469,48**	0	78,2	97,2
		F	42,01	22,55	62,59	416,26	302,26**	0	66,8	76,6
		G	62,94	33,49	83,20	781,58	446,09**	0	67,2	114,7
		H	60,81	25,71	94,98	1029,01**	256,50**	0	64,9	110,8
Średni ciężar bulwy (g) Mean tuber weight (g)	4x – 2x	A	64,80	39,10	93,30	1056,86**	170,22	1	82,9	65,5
		B	68,00	44,10	94,80	1218,79**	314,09**	0	87,0	68,7
		C	82,60	67,20	104,20	647,99	522,87**	0	58,9	83,4
		D	79,70	38,80	112,10	2385,19**	453,46**	0	56,8	80,5
	4x – 4x	E	86,80	25,80	138,70	2552,28**	259,38	0	71,0	87,7
		F	98,10	58,20	135,60	1583,83	823,17*	1	113,5	99,1
		G	74,90	43,10	108,80	1992,73	937,47**	1	81,9	75,7
		H	67,00	44,10	103,70	1192,13*	545,59**	0	71,4	67,7

*, ** Istotne odpowiednio przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$; Significant at $\alpha = 0,05$ and $\alpha = 0,01$, respectively

WZ — Wzorzec zbiorowy: Syrena, Snowden, Tokaj; Control cvs: Syrena, Snowden, Tokaj

Oszacowane w obrębie rodzin 4x-2x współczynniki odziedziczalności w szerszym sensie wskazywały na dość wysoki stopień genetycznego uwarunkowania dla: zawartości skrobi, ($H = 0,77$), barwy chipsów ($H = 0,76$), średniego ciężaru bulwy ($H = 0,65$), wydłużenia bulw ($H = 0,88$), spłaszczenia bulw ($H = 0,78$ i głębokości oczek ($H = 0,74$). Wynik ten jest zgodny z oszacowaniami uzyskanymi przez innych badaczy (Gopal i in., 1992; Pereira i in., 1995; Love i in., 1997).

Tabela 5

Zmienność potomstwa wewnątrz rodzin 4x-2x i 4x-4x oraz jego przegląd pod kątem obecności rodów wykazujących heterozję względem lepszego rodzica (LR) dla cech technologicznych
Variation within families 4x-2x and 4x-4x, and their review for the presence of clones with heterosis in respect to the better parent (LR) for the technological traits

Cecha Trait	Rodzina Family	Średnia Mean	Min	Max	Wariancja Variance		Liczba rodów z ocenami > LR No of clones with scores > LR	Średnie rodzin wyrażone w % Family mean expressed as % of		
					rody clones	rody × lata clones × years		LR	WZ	
Zawartość skrobi (%) Starch content (%)	4x – 2x	A	17,9	15,6	19,7	5,71**	0,97	0	87,7	116,2
		B	16,9	14,8	19,0	4,91**	1,27**	0	82,8	109,7
		C	16,4	13,6	19,7	11,04**	2,07**	0	82,0	106,5
		D	18,5	15,1	21,4	8,56*	2,62**	0	92,5	120,1
	4x – 4x	E	14,5	11,6	16,4	9,83*	3,79**	0	98,0	94,2
		F	13,7	11,6	14,9	4,17	2,74**	0	87,8	89,0
		G	19,5	14,6	22,8	16,12**	4,78**	0	95,6	126,6
		H	17,6	12,4	21,7	16,59**	3,24**	0	86,3	114,3
Barwa chipsów (sk. 1-9, 9 = jasna) Chip colour (sc. 1-9, 9 = light)	4x – 2x	A	5,0	2,7	6,9	9,56**	1,10**	0	71,4	70,4
		B	5,0	3,4	6,3	3,15*	1,19**	0	71,4	70,4
		C	4,1	2,9	5,9	4,72**	1,40**	0	61,2	57,7
		D	7,3	5,9	8,1	3,01**	0,50**	0	90,1	102,8
	4x – 4x	E	5,9	4,3	7,0	2,95*	1,05**	0	90,8	83,1
		F	6,4	5,3	7,6	2,11*	0,88**	0	98,5	90,1
		G	6,6	5,1	8,2	3,45**	0,69**	1	94,3	93,0
		H	6,1	5,0	7,1	1,97	1,10**	0	87,1	85,9
CE (sk. 1-9, 9 = nieciemniejące) Enzymatic browning sc. 1-9, 9-no browning	4x – 2x	A	7,8	7,3	8,3	0,47	0,26**	0	101,3	105,4
		B	7,8	6,5	8,2	0,89*	0,30**	0	98,7	105,4
		C	7,6	7,0	8,1	0,45	0,27**	0	96,2	102,7
		D	6,9	6,0	7,4	0,91*	0,39**	0	94,5	93,2
	4x – 4x	E	7,5	6,9	8,0	0,31	0,18**	0	100,0	101,4
		F	7,1	6,3	7,9	0,66*	0,28**	0	95,9	95,9
		G	7,6	7,0	8,1	0,44	0,23**	0	98,7	102,7
		H	7,5	6,7	8,3	0,81**	0,22**	0	94,9	101,4

*, ** Istotne odpowiednio przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$; Significant at $\alpha = 0,05$ and $\alpha = 0,01$, respectively

CE — Ciemnienie enzymatyczne; Enzymatic browning

WZ — Wzorzec zbiorowy: Syrena, Snowden, Tokaj (dla wszystkich cech z wyjątkiem barwy chipsów) Lady Claire, Snowden, Tokaj (dla barwy chipsów); Control cvs: Syrena, Snowden, Tokaj (for all traits with exception of chip colour) Lady Claire, Snowden, Tokaj (for chip colour)

Fenotypową zmienność wewnątrz każdej z rodzin 4x-2x dla 12 rozpatrywanych cech ilustrują tabele 4, 5 i 6. Na 48 przeprowadzonych łącznych analiz wariancji dla czterech rodzin pochodzących z krzyżowań 4x-2x, istotne zróżnicowanie rodów stwierdzono w 37 przypadkach. Występowało ono w następujących rodzinach: A, C, D dla plonu bulw; A, B, D dla plonu skrobi i średniego ciężaru bulwy; A, B, C, D dla wydłużenia i spłaszczenia bulw, oraz głębokości oczek; B i D dla wyglądu skórki; A i C dla frekwencji bulw spiczastych, C i D dla frekwencji bulw z wtórnym wzrostem.

Tabela 6

Zmienność potomstwa wewnątrz rodzin 4x-2x i 4x-4x oraz jego przegląd pod kątem obecności rodów wykazujących heterozję względem lepszego rodzica (LR) dla cech morfologicznych bulw
Variation of progenies within families 4x-2x and 4x-4x, and their review for the presence of clones with heterosis in respect to the better parent (LR) for traits of tuber morphology

Cecha Trait	Rodzina Family		Średnia Mean	Min	Max	Wariancja Variance		Liczba rodów z ocenami > LR No of clones with scores >LR	Średnie rodzin wyrażone w % Family mean expressed as % of	
						rody clones	rody × lata clones × years		LR	WZ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Wydłużenie bulw (sk. 1-9, 9 = podłużne) Tuber elongation (sc. 1-9, 9 = long)	4x-2x	A	3,9	2,6	4,8	1,555**	0,327	1	97,5	83,0
		B	3,7	1,9	6,2	7,157**	0,313	2	92,5	78,7
		C	4,3	1,8	6,7	9,840**	1,036	3	91,5	91,5
		D	3,8	2,3	6,8	5,353**	0,388	1	80,9	80,9
	4x-4x	E	6,1	2,5	9,0	9,692**	1,704**	0	82,4	129,8
		F	5,8	4,5	8,6	3,501*	1,464**	1	82,9	123,4
		G	4,8	2,0	7,1	11,394**	1,827**	2	90,6	102,1
		H	4,1	2,2	7,0	6,506**	0,526	0	87,2	87,2
Spłaszczenie bulw (sk. 1-9, 9 = okrągłe na poprzecznym przekroju) Tuber flatness (sc. 1 = 9, 9 = round at transversal section)	4x-2x	A	6,8	6,5	7,3	0,312**	0,050	2	98,6	98,6
		B	6,7	6,1	7,3	0,520**	0,109*	0	97,1	97,1
		C	7,1	6,7	7,5	0,387*	0,144**	0	100,0	102,9
		D	7,0	6,6	7,6	0,576**	0,090	2	98,6	101,4
	4x-4x	E	7,0	6,0	7,8	0,761**	0,212	0	88,6	101,4
		F	6,9	6,3	7,4	0,509	0,479*	0	97,2	100,0
		G	6,7	6,2	7,3	0,567**	0,131**	0	97,1	97,1
		H	6,7	5,8	7,4	0,540**	0,076	0	97,1	97,1
Głębokość oczek (sk. 1-9, 9 = b. płytkie) Depth of eye (sc. 1 - 9, 9 = very shallow)	4x-2x	A	6,7	6,2	7,2	0,552**	0,191**	0	95,7	106,3
		B	6,9	6,4	7,3	0,337**	0,067	0	93,2	109,5
		C	6,7	6,1	7,3	0,527**	0,142**	0	90,5	106,3
		D	6,0	5,5	6,8	0,800**	0,190**	0	92,3	95,2
	4x-4x	E	6,8	5,9	7,4	0,438**	0,131**	0	98,6	107,9
		F	6,6	6,0	7,3	0,439**	0,064	0	90,4	104,8
		G	6,8	6,1	7,4	0,723**	0,146**	0	97,1	107,9
		H	6,5	5,8	7,2	0,727**	0,260**	0	92,9	103,2
Wygląd skórki (sk. 1-9 = cienka, błyszcząca) Skin appearance (sc. 1-9, 9 = very thin and shine)	4x-2x	A	6,5	6,2	7,0	0,286	0,169**	0	95,6	104,8
		B	6,7	6,3	7,1	0,343**	0,091**	0	98,5	108,1
		C	6,4	6,1	6,7	0,184	0,095*	0	95,5	103,2
		D	6,1	5,8	6,4	0,135*	0,062*	0	92,4	98,4
	4x-4x	E	6,7	6,1	7,2	0,230	0,153	0	101,5	108,1
		F	6,3	5,7	6,8	0,348*	0,150**	0	92,6	101,6
		G	6,5	6,1	7,0	0,353*	0,130**	0	95,6	104,8
		H	6,5	6,0	6,8	0,288*	0,129*	0	95,6	104,8
Frekwencja bulw spiczastych w plonie (%) Frequency of tubers with pointed ends in total yield (%)	4x-2x	A	0,8	0,0	5,0	75,093*	27,612	0	100,7	99,7
		B	0,6	0,0	3,3	43,904	82,341**	0	101,9	100,0
		C	0,9	0,0	5,1	130,341**	28,284	0	99,7	99,7
		D	0,1	0,0	1,8	35,983	39,121	0	99,9	100,5
	4x-4x	E	2,8	0,0	17,6	234,478**	61,632**	0	97,2	97,8
		F	1,6	0,0	11,6	148,348*	60,471*	0	98,4	99,0
		G	1,7	0,0	10,7	173,302**	56,744*	0	100,8	98,9
		H	0,2	0,0	1,9	27,371	24,371	0	100,9	100,4

c. d. Tabela 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Frekwencja bulw z objawami wtórnego wzrostu (%)	4x-2x	A	2,4	0,4	12,1	125,365	60,455*	0	99,7	101,2
		B	2,8	0,2	10,4	86,909	119,118**	0	98,9	100,4
		C	2,4	0,7	28,4	334,697**	85,131*	0	100,1	100,8
		D	3,4	0,0	21,0	251,536**	81,786**	0	97,3	99,8
Frequency of tubers with symptoms of second growth (%)	4x-4x	E	4,5	0,0	21,6	203,543	125,917**	0	101,8	98,7
		F	10,0	1,9	32,2	244,828	136,799	0	80,6	82,6
		G	0,6	0,0	6,6	119,625**	21,514	0	99,9	102,7
		H	2,6	0,0	38,9	107,966	136,966	0	99,1	100,6

*, **Istotne odpowiednio przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$; Significant at $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$, respectively

W rodzinach 4x-4x, stanowiących tło do porównań z rodzinami 4x-2x, istotne różnicowanie stwierdzono w 32 przypadkach na 48 przeprowadzonych łącznych analiz wariancji. Istotne różnicowanie rodów wśród rodzin 4x-4x występowało rzadziej w przypadku: plonu bulw i skrobi oraz średniej masy bulwy (tab. 4); barwy chipsów (tab. 5); natomiast częściej w przypadku frekwencji bulw spiczastych w plonie (tab. 6). Występowanie interakcji rody $\times$ lata było powszechne zarówno w rodzinach 4x-2x, jak i w rodzinach 4x-4x dla: plonu bulw i skrobi oraz średniej masy bulwy i cech technologicznych, a także głębokości oczek i wyglądu skórki. Nie stwierdzono interakcji rody $\times$ lata w rodzinach 4x-2x dla wydłużenia bulw oraz frekwencji bulw spiczastych, podczas gdy występowała ona w rodzinach 4x-4x. W przypadku cechy spłaszczenia bulw interakcję rody $\times$ lata stwierdzono w dwóch rodzinach 4x-2x i 4x-4x, a więc była ona umiarkowana.

Oszacowywanie efektów interakcji genotypy $\times$ lata ($G \times L$) z serii doświadczeń było wielokrotnie przedmiotem zainteresowania w pracach hodowlanych nad ziemniakiem (Pereira i in., 1995; Haynes i in., 1995; Bradshaw, 1997; Love i in., 1997; Haynes, 2008), jak również nad innymi gatunkami roślin (Fox i in., 1997; Adamska i in., 2000; Bujak i in., 2003; Mądry i in., 2006). Wariancja ($G \times L$) jest wykorzystywana do przewidywania powtarzalności różnicowania średnich genotypowych w latach uprawy i do wyznaczania wymaganej liczby lat w serii doświadczeń (Mądry i in., 2006).

Średnie badanych rodzin 4x-2x i 4x-4x nie przekraczały średnich lepszego rodzica w żadnej z rozpatrywanych cech. Jedyny wyjątek dotyczył średniego ciężaru bulwy rodziny F, gdzie odnotowano przewagę średniej rodziny względem lepszego rodzica o 13,5%. Test Dunnetta potwierdził obecność wśród rodzin 4x-2x siedmiu rodów, które wykazywały efekt heterozji w odniesieniu do wydłużenia bulw i czterech rodów w odniesieniu do spłaszczenia bulw.

Średnie z rodzin A, C przekraczały poziom odmian wzorcowych pod względem plonu bulw, a rodziny A, B, C pod względem plonu skrobi, ciemnienia enzymatycznego, głębokości oczek i wyglądu skórki. Średnia ocena barwy chipsów potomstwa rodziny D przekraczała średnią odmian wzorcowych, z których odmiany Lady Claire i Snowden są szeroko wykorzystywane do produkcji chipsów przez przemysł przetwórczy (Love i in., 1988; Zgórska, 2005).

Trzy diploidalne rody, analizowane w tej pracy tworzyły w swoim potomstwie wartościowe rody 4x zarówno w typie użytkowym jadalnym, przetwórczym, jak i skrobiowym (tab. 7). Przy zastosowanych kryteriach selekcji, uwzględniających plon i

jakość bulw, wyselekcjonowano w dwóch typach użytkowania, skrobiowym i „baby potatoes” wartościowe rody ze znacznie wyższą częstością z krzyżowań $4x-2x$ niż z krzyżowań $4x-4x$. W wytworzeniu 60 wartościowych rodów, pochodzących po $2x$ rodzicach, udział form DG 03-131, DG 03-170 i DG 03-277 wyniósł odpowiednio: 25%, 53%, 22%. Udział formy DG 03-170 był dominujący w wytworzeniu rodów jadalnych i rodów przydatnych do przetwórstwa na susze, natomiast rody przydatne do przetwórstwa na chipsy i skrobię pochodziły głównie od formy rodzicielskiej DG 03-277. W potomstwie uzyskanym z krzyżowania diploidalnej formy ojcowskiej DG 03-131 z tetraploidalną formą mateczną M-62819, o wysokiej zawartości skrobi i pozytywnych efektach GCA dla barwy chipsów, występowały głównie rody skrobiowe i rody przydatne do przetwórstwa. Grupa poprzednio zidentyfikowanych w IHAR Oddział Młochów wartościowych diploidalnych form rodzicielskich (Domański i in., 2000; Domański i in., 2006a, Domański i in., 2006b) została więc wzbogacona o dalsze trzy genotypy.

Tabela 7

Przebieg selekcji potomstwa uzyskanego z krzyżowań $4x-2x$ i $4x-4x$ prowadzonej metodą niezależnych poziomów brakowania (drugie wegetatywne rozmnożenie)
The results of selection of progenies $4x-2x$ and $4x-4x$ with the method of independent culling levels (the second clonal generation)

Rodzaj materiału Type of material	Ogólna liczba rodów / % Total number of clones / %	Liczba rodów spełniających kryteria selekcyjne na kierunek hodowli Number of clones meeting target values for breeding specialization				
		jadalny table	przetwórczy processing	skrobiowy starch	baby potatoes	razem total
Potomstwa $4x-2x$	80	14	21	15	10	60
Progenies $4x-2x$	%	17,5	26,3	18,8	12,5	75,0
Potomstwa $4x-4x$	80	16	17	7	2	42
Progenies $4x-4x$	%	20,0	21,3	8,8	2,5	52,5
Wartość chi-kwadrat Chi-square value		0,04	0,31	2,58	4,41*	7,82**

*, **Istotne odpowiednio przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$; Significant at $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$, respectively

WNIOSKI

1. Diploidalne formy rodzicielskie DG 03-131, DG 03-170 i DG 03-277 w krzyżowaniach z tetraploidalnymi formami matecznymi wykazały dobrą przydatność do tworzenia wartościowego potomstwa, odpowiedniego do dalszych prac hodowlanych w kierunkach przetwórstwa spożywczego, skrobiowym i jadalnym. Przydatność ta wyrażała się:
 - wysoką fenotypową wariancją w odniesieniu do plonu, zawartości skrobi, barwy chipsów i cech morfologicznych bulw,
 - dość wysoką odziedziczalnością dla: zawartości skrobi ($H = 0,77$), barwy chipsów ($H = 0,76$), wydłużenia bulw ($H = 0,88$), głębokości oczek ($H = 0,74$).
2. Z krzyżowań $4x-2x$, z udziałem rodów DG 03-131 i DG 03-170 uzyskano potomstwa charakteryzujące się plonem bulw, zawartością skrobi i plonem skrobi przekraczającym poziom odmian wzorcowych.

3. Diploidalny ród DG 03-277 w kombinacji rodzicielskiej z tetraploidalną formą mateczną M-62840 przekazywał na potomstwo cechę jasnej barwy chipsów, uzyskanych z bulw przechowywanych przez trzy miesiące w niskiej temperaturze 4°C.

LITERATURA

- Adamska E., Cegielska-Taras T., Kaczmarek Z. 2000. Analiza plonu wybranych linii DH rzepaku ozimego na podstawie dwuletniej serii doświadczeń wielokrotnych. Biul. IHAR 216/2: 469 — 476.
- Bradshaw J.E. 1994. Quantitative genetics theory for tetrasomic inheritance. In: Bradshaw J. E., Mackay G. R. (Eds). Potato genetics, CAB International, Wallingford, UK: 71 — 99.
- Bujak H., Kaczmarek J., Chrzanowska-Drózd B., Liszewski M. 2003. Interakcja genotypowo-środowiskowa plonowania jęczmienia ozimego na Dolnym Śląsku. Biul. IHAR 226/227: 233 — 242.
- Carlson H. L., Kirby D. 2005. Development of cultural techniques for production of baby potatoes. <http://groups.ucanr.org/intermountain/files/38418.pdf>.
- Christ B. J., Haynes K. G., Vinyard B. T. 2002. Inheritance of early resistance from open-pollinated 4x-2x potato hybrids. Amer. J of Potato Res 79: 403 — 410.
- Delleart L. M. W., Vineke H., Meyer K. 1988. The inheritance of resistance to the potato cyst nematode *G. pallida* Pa 3 in wild *Solanum* species with broad spectrum resistance. Euphytica Suppl.: 105 — 116.
- Domański L., Domańska M., Jakuczun H. 2000. Ocena potomstw i klonów ziemniaka uzyskanych z krzyżowań interploidalnych (4x-2x). Biul. IHAR 216: 497 — 503.
- Domański L. 2001. Assessment of morphological characters of potato tuber. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR 10 a: 92 — 95.
- Domański L., Zimnoch-Guzowska E., Domańska M., Jakuczun H., Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2004. The development of cold chip ping potato parental lines for breeding cultivars suitable for processing. Plant Breed. Seed Sci. 49: 91 — 100.
- Domański L., Zimnoch-Guzowska E., Domańska M., Jakuczun H. 2006a. Efekt heterozji diploidalnego rodu ziemniaka DG.97-943 typu „cold-chipping” tworzącego gamety 2n. Biul. IHAR 240/241:307 — 313.
- Domański L., Jakuczun H., Zimnoch-Guzowska E., Flis B. 2006b. Przydatność dwóch diploidalnych form rodzicielskich ziemniaka do tworzenia tetraploidalnego potomstwa typu „cold chipping”. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 511:115 — 121.
- Domański L., Flis B., Jakuczun H., Zimnoch-Guzowska E. 2009. Ocena postępu hodowlanego pod względem wartości przetwórczej materiałów wyjściowych ziemniaka wytworzonych w latach 1999–2007. Biul. IHAR 252: 275 — 283.
- Dziewońska M. A., Waś M. 1994. Diploid genotype DW.84-1457 highly resistant to potato leafroll virus (PLRV). Potato Res. 37: 217 — 224.
- Ehlenfeldt M. K., Lopez-Portilla D. F., Boe A. A., Johanssen R. H. 1990. Reducing sugar accumulation in progeny families of cold chipping potato clones. Am. Potato J. 67: 83 — 91.
- Fox P. N., Crossa J., Romagosa I. 1997. Multi-environment testing and genotype × environment interaction. In: Kempton R.A., Fox P.N. (Eds). Statistical methods for plant variety evaluation. Chapman and Hall, London: 117 — 137.
- Frost K. E., Jansky S.H., Rouse D.I. 2006. Transmission of *Verticillium* wilt resistance to tetraploid potato via unilateral sexual polyploidization. Euphytica 149:281 — 287.
- Gopal J., Gaur P. C., Rana M.S. 1992. Early generation selection for agronomic characters in a potato breeding programme. Theor. Appl. Genet. 84:709 — 713.
- Hayes R. J., Thill C.A. 2002. Introgression of cold (4 C) chipping from 2x (2 Endosperm Balance Number) potato species into 4x(4EBN) cultivated potato using sexual polyploidization. Amer. J. Potato Res. 79: 421 — 431.
- Haynes K.G., Wilson D.R., Kang M. S. 1995. Genotype × environment interactions for specific gravity in diploid potatoes. Crop Sci. 35: 977 — 981.
- Haynes K.G. 2008. Heritability of chip color and specific in a long-day adapted *Solanum phureja* – *S. stenotomum* population. Am. J. Pot. Res. 85: 361 — 366.

- Jakuczun H., Wasilewicz-Flis I. 2006. Przenoszenie zmienności genetycznej wybranych cech z Ziemniaka diploidalnego na poziom tetraploidalny w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w latach 1996–2005. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 511: 131 — 140.
- Lebecka R., Zimnoch-Guzowska E., Kaczmarek Z. 2004. Resistance to soft rot (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) in tetraploid potato families obtained from 4x-4x crosses. Am. J. Pot. Res. 82: 107 — 114.
- Love S. L., Werner B. K., Pavek J. J. 1997. Selection for individual traits in the early generations of potato breeding program dedicated to producing cultivars with tubers having long shape and russet skin. Am. Potato J. 74: 199 — 213.
- Love S. L., Pavek J. J., Thompson-Johns A., Nohl W. 1998. Breeding progress for potato chip quality in North American cultivars. Am. J. of Potato Res. 75: 27 — 36.
- Mądry W., Talbot M., Ukalski K., Drzazga T., Iwańska M. 2006. Podstawy teoretyczne znaczenia efektów genotyp[owych i interakcyjnych w hodowli roślin na przykładzie pszenicy ozimej. Biul. IHAR 240/241: 13 — 32.
- Nyquist W. E. 1991. Estimation of heritability and of selection response In plant breeding populations. Critical Reviews in Plant Sciences 10: 235 — 322.
- Pereira A. S., Tai G. C. C., Yada R. Y., Coffin R. H., Souza-Machado V. 1995. Genetic advance for chip colour in potatoes. Euphytica 84: 133 — 138.
- Sterret S. B., Henniger M. R., Yencho G. C., Lu W., Vinyard B. T., Haynes K. G. 2003. Stability of internal heat necrosis and specific gravity in tetraploid × diploid potatoes. Crop Sci. 43:790 — 796.
- Thill C. A., Peloquin S. J. 1995. Tetraploid potato clones with 25% wild species germplasm that produces cold (4°C) chipping progenies. Am. Potato J. 72: 659.
- Veileux R. E., Paz M. M., Levy D. 1997. Potato germplasm development for warm climates; genetic enhancement of tolerance to heat stress. Euphytica 98: 83 — 92.
- Zgórska K. 2005. Odmiany ziemniaka wykorzystywane do przetwórstwa spożywczego w Polsce i UE. Wieś Jutra 2 (79): 34 — 35.
- Zimnoch-Guzowska E. 2003. Wykorzystanie form diploidalnych ziemniaka w pracach hodowlanych i genetycznych. Post. Nauk Rol. 1: 47 — 66.

JACEK CHOTKOWSKIInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

Możliwości zmniejszenia kosztów produkcji nasiennej ziemniaka

Potential for reducing seed potato production costs

Treścią pracy jest szacowanie kosztów produkcji nasiennej ziemniaka oraz analiza czynników kształtujących ich poziom. Opłacalność produkcji nasiennej jako bariera o charakterze podaźowym według badań wymieniana jest na czwartym-piątym miejscu wśród elementów strategii rozwoju i odbudowy rynku nasiennego. Oprócz możliwie wysokich plonów materiału nasiennego (frakcji sadzeniaków), czynnikami redukcji kosztów jednostkowych kwalifikowanych sadzeniaków jest wdrożenie zagonowej technologii oraz innych elementów innowacji technologicznych. Ze względu na konieczność spełnienia urzędowych wymagań fitosanitarnych (zmniejszenie ryzyka dyskwalifikacji) uzasadnione jest wczesne niszczenie naci, stosowanie zaprawy nasiennej, a także oleju mineralnego.

Słowa kluczowe: czynniki redukcji kosztów, ekonomika, nasiennictwo, ziemniak

The objective of the work was estimation of the cost of seed-potato production and analysis of factors influencing its level. According to the earlier studies, the profitability of seed production is mentioned as a supply-side barrier at the fourth-fifth place among the elements of the strategy for development and reconstruction of the seed market. In addition to the possible highest yielding seed material (fraction of seed-potatoes), the factors reducing the unit cost of certified seed-potatoes include the implementation of bed technology and other elements of technological innovation. Because of the need to meet the official phytosanitary requirements (reducing the risk of disqualification), the early destruction of haulm, the use of seed dressing and mineral oil is justified.

Key words: economics, factors of cost reduction, potato, seed production

WSTĘP

Najważniejszą barierą utrudniającą rozwój produkcji nasiennej ziemniaka jest niewątpliwie zbyt niski popyt na sadzeniaki kwalifikowane, wynikający z kilkakrotnie niższej częstotliwości wymiany sadzeniaków w Polsce w porównaniu z wysoko-rozwiniętymi krajami UE (Chotkowski, 2009). Specyfika produkcji nasiennej powoduje, że istotnym utrudnieniem są bariery o charakterze podaźowym. Wśród tych ostatnich czynników, oprócz wymagań fitosanitarnych, w tym zwłaszcza uciążliwości związanych z systemem kontroli występowania choroby kwarantannowej bakteriozy pierścieniowej ziemniaka (Cms), należy wymienić poziom opłacalności produkcji nasiennej. Opłacalność

uwarunkowana jest głównie poziomem cen zbytu w danym roku gospodarczym oraz poziomem kosztów w przeliczeniu na jednostkę produkcji (tonę sadzeniaków).

Konieczność zapewnienia wymaganych obowiązującymi przepisami parametrów jakościowych i dotyczących zdrowotności wytworzonego materiału nasiennego wymaga stosowania określonego reżimu technologicznego. W tym segmencie rynku ziemniaków nie może więc być rozważana możliwość zmniejszenia kosztów poprzez stosowanie technologii ekstensywnych o niższym poziomie nakładów, np. środków ochrony roślin. Produkcji kwalifikowanych sadzeniaków dotyczy natomiast, związany z rosnącą konkurencyjnością gospodarki, trend wdrażania nowych technik i technologii mających na celu usprawnienie i przyspieszenie procesów hodowli i nasiennictwa ziemniaka oraz polepszenie jakości otrzymywanych odmian i materiałów kwalifikowanych. Najważniejszym kryterium oceny celowości zmian w zakresie wdrażania określonych innowacji technologicznych jest kryterium ekonomiczne. Koszty są bowiem kluczowym czynnikiem decydującym o konkurencyjności produktu w gospodarce rynkowej poddanej procesom globalizacji. Dodatkowym czynnikiem wymuszającym zmniejszenie kosztów hodowli i reprodukcji nasiennej jest likwidacja budżetowych dotacji dla jednostek hodowli roślin. Firmy hodowlano-nasienne muszą w tej sytuacji zrekompensować w pełni ponoszone koszty hodowli twórczej i zachowawczej poprzez wzrost cen oraz poprawę efektywności, w tym zmniejszenie kosztów jednostkowych produkcji i marketingu.

Celem niniejszego opracowania jest wyszacowanie kosztów technologii produkcji nasiennej ziemniaka oraz kosztów i efektów ważniejszych elementów mających charakter innowacji technologicznych. Analizę ekonomiczną prowadzono z punktu widzenia określenia możliwości zmniejszenia kosztów jednostkowych produkcji kwalifikowanego materiału nasiennego.

MATERIAŁ I METODY

W prowadzonej analizie wykorzystano wyniki wieloletnich badań IHAR-PIB Bonin w kilkudziesięciu gospodarstwach nasiennych i przedsiębiorstwach hodowlano-nasiennych. Wyniki te posłużyły do opracowania kart technologicznych produkcji nasiennej kategorii materiał kwalifikowany i oddzielnie kategorii materiał elitarny. Koszty szacowane według tej metodyki mają właściwości kosztów normatywnych i nie podlegają wahaniom wynikającym ze zmienności warunków wegetacji w poszczególnych sezonach produkcyjnych. Jako materiał źródłowy wykorzystano także wyniki własnych badań ankietowych przeprowadzonych w 2004 i 2008 roku w odpowiednio 32 i 36 przedsiębiorstwach nasiennych (Chotkowski, 2009).

W kalkulacjach kosztów i opłacalności produkcji kwalifikowanych sadzeniaków wykorzystano zmodyfikowaną metodykę szacowania całkowitych kosztów stosowaną przez IERiGŻ-PIB w ramach Systemu Zbierania Danych o Produktach Rolniczych AGROKOSZTY (Skarżyńska i in., 2009). Modyfikacja polegała m. in. na zaliczeniu do kosztów bezpośrednich pełnych kosztów pracy mechanicznej wyszacowanych na podstawie wskaźników kosztów eksploatacji maszyn obliczonych przez IBMER (Muzalewski, 2009). W kosztach uwzględniono ponadto wartość nakładów pracy ludzkiej

(8 zł na godzinę), natomiast bezpośrednie koszty produkcji powiększono o 10% narzut kosztów pośrednich (ogólnych). Koszty całkowite pomniejszone o wartość plonu ubocznego (wycenionego na poziomie 10 zł/dt jako ziemniaki kierowane do gorzelni) podzielono przez założone poziomy plonu handlowego (65% plonu ogólnego) (Nowacki, 2006). Ceny poszczególnych elementów nakładów przyjęto na poziomie przeciętnych cen rynkowych obowiązujących w roku 2009.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

A) Rola kosztów i cen w strategiach rozwoju nasiennictwa

W celu osiągnięcia zakładanych celów rozwojowych badane przedsiębiorstwa nasienne planują poprawić jakość oferowanych na rynek kwalifikowanych sadzeńiaków oraz zwiększyć powiązania (umowne i bezumowne) z nabywcami materiału nasiennego (tab. 1).

Tabela 1

Preferowane elementy strategii rynkowych prowadzących do zwiększenia sprzedaży sadzeńiaków i wzmocnienia firmy na rynku w opiniach badanych firm nasiennych, w latach badań
Preferred elements of market strategies leading to increased sales of seed-potatoes and strengthening of a seed company in the market in opinions of the surveyed companies, in the years:

Lp. No.	Nazwa elementu strategii rynkowej Names of elements of market strategy	2008		2004 struktura, structure, %
		liczba wskazań number of indications	struktura, structure,%	
1	2	3	4	5
1.	Doskonalenie jakości sadzeńiaków Improving the quality of seed-potatoes	29	80,6	84,4
2.	Ścisłe powiązania z odbiorcami sadzeńiaków Close links with the recipients of seed-potatoes	19	52,8	46,9
3.	Koncentracja na określonych segmentach rynku Focusing on specific market segments	9	25,0	18,8
4.	Intensywna promocja, w tym reklama Intensive promotion, including advertising	9	25,0	12,5
5.	Obniżanie kosztów produkcji nasiennej i cen zbytu Lowering the cost of seed production and selling prices	8	22,2	21,9
6.	Koncentracja na reprodukcji ograniczonej liczby odmian Focusing on the reproduction of a limited number of varieties	6	16,7	21,9
7.	Ścisłe powiązania z firmami hodowlanymi Close links with breeding companies	6	16,7	15,6
8.	Nastawienie na reprodukcję nowych odmian Focus on the reproduction of new varieties	5	13,9	15,6
9.	Inwestowanie w rozbudowę kanałów dystrybucji Investing in the expansion of distribution channels	4	11,1	3,1
10.	Wzrost skali reprodukcji Increase in the scale of reproduction	3	8,3	6,3

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5
11.	Integracja (konsolidacja) z innymi firmami krajowymi Integration (consolidation) with other domestic firms	2	5,6	6,3
12.	Nastawienie na odmiany i integracja z firmami zagranicznymi Focus on the variety and integration with foreign companies	1	2,8	6,3
13.	Podjmowanie oprócz nasiennictwa innych biznesów Taking up other businesses in addition to seed production	1	2,8	12,5
14.	Zdobywanie wiedzy z zarządzania i marketingu Acquiring knowledge of management and marketing	0	-	3,1

Zródło: Badania własne w przedsiębiorstwach nasiennych (36 firm w 2008 r., 32 w 2004 r.)

Source: Own survey of seed companies (36 firms in 2008, 32 in 2004)

Wymieniany w badaniach z 2004 r. na trzecim miejscu cel strategiczny: obniżanie kosztów produkcji nasiennej i cen zbytu sadzeniaków (obok koncentracji na reprodukcji ograniczonej liczby odmian) został w opinii przedsiębiorstw badanych w 2008 r. zastąpiony przez planowaną intensyfikację działań marketingowych (promocja i dystrybucja) oraz koncentrację na określonych segmentach rynku (np. odmianach bardzo wczesnych). Podsumowując, dążenie do obniżania kosztów produkcji nasiennej (i ewentualnie cen zbytu) wymieniane jest na czwartym-piątym miejscu wśród elementów strategii rozwojowych przedsiębiorstw hodowlano-nasiennych. Jednak ze względu na oddziaływanie na poprawę poziomu opłacalności czynnik ten dodatkowo odgrywa ważną rolę w ograniczaniu barier wzrostu produkcji i podaży kwalifikowanego materiału nasiennego.

B) Wysokie plony sadzeniaków

W tabeli 2 zamieszczono kalkulację kosztów produkcji materiałów kwalifikowanych w gospodarstwach nasiennych oraz firmach hodowlano-nasiennych na przykładzie roku 2009, natomiast w tabeli 3 kalkulację opłacalności. W przypadku gospodarstw nasiennych reprodukujących sadzeniaki w małej skali, koszty produkcji kwalifikowanego materiału nasiennego wyszacowano na poziomie prawie 98,8 zł/dt, przy założonym, plonie handlowym 162,5 dt/ha oraz plonie ogólnym 250 dt/ha. Odpowiednio koszty produkcji sadzeniaków w gospodarstwach nasiennych przy reprodukcji w stosunkowo większej skali wyceniono na 92,6 zł/dt, natomiast koszty produkcji materiałów elitarnych w jednostkach hodowlanych na prawie 106 zł/dt. W przypadku uzyskania wyższych plonów sadzeniaków koszty jednostkowe spadają o ok. 18% przy wzroście plonów do 300 dt/ha plonu ogólnego. Wzrost plonów sadzeniaków stanowi więc podstawową metodę redukcji kosztów produkcji nasiennej w przeliczeniu na 1 tonę sadzeniaków. Sprzedaż sadzeniaków prowadzona jest głównie w okresie wiosennym, więc do kosztów produkcji należy dodać całkowite koszty przechowywania, łącznie z kosztami strat ilościowych.

Uwzględniając wyszacowany poziom kosztów produkcji nasiennej i plony ogólne 300 dt/ha (plony sadzeniaków 195,0 dt/ha), przy cenach zbytu sadzeniaków ze zbioru 2009 r. szacowanych według notowań IHAR-PIB Bonin na poziomie 110 zł/dt, wysokość zysku kalkulowanego zawiera się w granicach 36134621 zł/ha plantacji kategorii kwalifikowane oraz 6625 zł/ha plantacji kategorii elitarne.

Tabela 2

Szacunek kosztów produkcji kwalifikowanych sadzeniaków w 2009 r., PLN/ha
An estimate of the production cost of certified seed-potatoes in 2009, PLN/ha

Lp. No.	Rodzaj nakładu (kosztu) Type of expenditures (cost)	Gospodarstwa nasienne (reprodukcja) Seed farms (reproduction)		Hodowla (materiały elitarnie) Breeding (elite materials)
		plantacje fields 2-3 ha	plantacje fields 10-15 ha	
1.	Sadzeniaki Seed-potatoes	3600	3600	4200
2.	Środki ochrony roślin Plant pesticides	1215	1215	2789
3.	Nawozy mineralne Chemical fertilizers	1090	1090	1620
4.	Eksploatacja maszyn Operation of machines	2725	2254	2434
5.	Siła pociągowa Tractive force	3361	2926	2647
6.	Certyfikacja i badania fitosanitarne Certification and phytosanitary testing	620	620	700
7.	Oplaty licencyjne Licence fees	800	800	-
8.	Oprocentowanie nakładów z zakupu (3%) Interest on purchase expenditures (3)	390	380	480
9.	Praca ludzka Human labour	1596	1596	1335
10.	Koszty bezpośrednie razem Total direct costs	15397	14481	16205
11.	Koszty pośrednie (10%) Indirect costs (10%)	1540	1448	1620
12.	Koszty całkowite Total costs	16937	15929	17825
13.	Koszty całkowite na 1 dt plonu handlowego (minus wartość plonu ubocznego) przy plonach dt/ha ^{a/} : Total costs per 1dt of a commercial crop (minus value of by product yield) at the following crops dt/ha ^{a/} : — 200 dt, w tym 130 dt plonu handlowego — 200 dt, including commercial yield 130 dt	124,9	117,1	131,6
14.	— 250 dt, w tym 162,5 dt plonu handlowego — 250 dt, including commercial yield 162.5 dt	98,8	92,6	104,2
15.	— 300 dt, w tym 195 dt plonu handlowego — 300 dt, including commercial yield 195 dt	81,5	76,3	86,1
16.	— 350 dt, w tym 227,5 dt plonu handlowego — 350 dt, including commercial yield 227.5dt	69,1	64,6	73,0

a/ Przy sprzedaży wiosennej do kosztów jednostkowych produkcji materiału nasennego należy doliczyć całkowite koszty przechowywania – ok. 10 zł/dt

Źródło: Badania własne

a / For spring sale to the unit cost of seed material production, the total cost of storage must be added - about 10 zł / dt

Source: Own study.

Tabela 3

**Kalkulacja opłacalności produkcji nasiennej ziemniaka na przykładzie roku 2009 przy założonych
plonach ogólnych 300 dt/ha (plon sadzeniaków 195 dt/ha), zł/ha**

**Calculation of profitability of the potato-seed production, taking an example of 2009 at assumed
general yield of 300dt/ha (seed-potato yield 195 dt/ha), PLN/ ha**

Kategoria ekonomiczna Economic category	Gospodarstwa nasienne (reprodukcja) Seed farms (reproduction)		Hodowla (materiały elitarne) Breeding (Elite materials)
	plantacje fields 2-3 ha	plantacje fields 10-15 ha	
Założone ceny zbytu sadzeniaków, 1 dt Assumed sale prices of seed-potatoes, 1 dt	110	110	130
— koszty całkowite łącznie z przechowywaniem — total costs including storage	18887	17879	19775
— wycena plonu handlowego — valuation of commercial yield	21450	21450	25350
— wycena plonu ubocznego — valuation of by-product yield	1050	1050	1050
— zysk kalkulowany — calculated profit	+3613	+4621	+6625

Zródło: Obliczenia własne
Source: Own calculations

Jednak w postrzeganiu gospodarstw nasiennych opłacalność produkcji nasiennej nie jest tak wysoka jak w przedstawionej kalkulacji. Wydaje się, że na tę sytuację wpływa konieczność zainwestowania wysokich nakładów pieniężnych, w tym wysokich w ocenie rolników kosztów badań fitosanitarnych i opłat licencyjnych. Trzeba też zwrócić uwagę na wyraźnie wyższe ryzyko ekonomiczne w porównaniu do produkcji towarowej oraz produkcji nasiennej innych roślin uprawnych, potwierdzone w obliczeniach symulacyjnych (Rembeza, 2003) oraz opiniach przedsiębiorstw nasiennych (Chotkowski, 2007).

C) Wdrożenie technologii zagonowej

Doświadczenia polowe dotyczące stosowania zagonowej technologii (z pominięciem zabiegu odkamieniania) w produkcji nasiennej ziemniaka w krajowych warunkach zostały przeprowadzone w IHAR Bonin (Jabłoński, 2005). Wyszacowane koszty technologii zagonowej dla plantacji 10–15 ha wynoszą 16 210 zł/ha. Jak wskazują wyniki wymienionych wyżej doświadczeń, plony sadzeniaków przy zastosowaniu tej technologii są przeciętnie wyższe o 22,9% w porównaniu z technologią standardową (redlinową). Przykładowo przy plonie ogólnym 300 dt/ha i plonie sadzeniaków 195 dt/ha w technologii redlinowej, plon sadzeniaków przy zastosowaniu technologii zagonowej wyniesie 240 dt/ha. Oznacza to, że porównywalne koszty jednostkowe spadną z 76,3 zł/dt do 62,1 zł/dt. Zastosowanie technologii z wyorywaniem zagonów w produkcji nasiennej powoduje więc spadek kosztów jednostkowych o prawie 20%. Kwota zysku w przeliczeniu na 1 ha wzrośnie w tej sytuacji, przy założeniu cen zbytu sadzeniaków na poziomie 110 zł/dt, z 4621 zł do 9000 zł/ha, a więc ponad dwukrotnie (tab. 4). Przy wyższym poziomie cen sadzeniaków przewaga technologii zagonowej jeszcze się zwiększy. Technologia zagonowa produkcji nasiennej wymaga wyposażenia gospodarstwa w nowe elementy

sprzętu mechanicznego (Jabłoński, 2008). W pierwszej kolejności należy zalecać jej wdrożenie w przedsiębiorstwach hodowlano-nasiennych, gdzie produkcja prowadzona jest w stosunkowo dużej skali.

Tabela 4

Analiza porównawcza kosztów i opłacalności stosowania technologii zagonowej w produkcji nasiennej, PLN na 1 ha
Comparative analysis of costs and savings from the use of patch technology in seed production, PLN per 1 ha

Nazwa technologii Name of technology	Koszty bezpośrednie Direct costs	Porównywalny plon sadzeniaków, dt/ha Comparable yields of seed- potatoes, dt / ha	Koszt całkowity na 1 dt plonu sadzeniaków Total cost per 1 dt of potato-seed yield	Zysk kalkulowany, zł/ha Profit calculated PLN /ha
Zagonowa Bed	16300	240	62,1	9000
Redlinowa Ridge	15929	195	76,3	4621

Zródło: Obliczenia własne na podstawie doświadczeń IHAR Bonin (Jabłoński, 2005)

Source: Own calculations based on the IHAR Bonin (Jablonski, 2005) experimental investigations

D) Stosowanie Specjalistycznych Zabiegów Technologicznych

Stosowanie zaprawy nasiennej fungicydowo-insektycydowej. Dostępna w ofercie handlowej zaprawa nasenna Prestige 290 FS, oprócz ograniczenia strat z tytułu wystąpienia szkodników glebowych oraz rizoktoniozy (częściowo również parcha srebrzystego i zwykłego), powoduje oszczędności w nakładach w kwocie 404 zł/ha (oszczędność dwóch zabiegów zwalczania stonki i jednego zabiegu zwalczania mszyc). Mimo niewielkiego wzrostu kosztów technologii (koszt zaprawy 498 zł/ha) należy uznać, że wymienione wyżej dodatkowe efekty uzasadniają zalecanie zaprawy Prestige 290 FS (lub Prestige Forte 370 FS) w nasiennictwie ziemniaka.

Aplikacja oleju mineralnego w ochronie przed porażeniem wirusem Y. Efektem stosowania oleju mineralnego Sunspray 850 EC (jedynej zarejestrowanej do tego celu w Polsce) jest zmniejszenie porażenia wirusem Y z około 30% do 20%, a więc o jedną trzecią (Turska, Wróbel, 1999; Wróbel, 2008). Zaleca się wykonanie średnio 8 oprysków w sezonie wegetacji w dawce 15 l/ha na jeden zabieg. Łączne koszty materiałowe (wartość oleju) oraz koszty eksploatacji maszyn i pracy ciągników, zakładając, że koszty wykonania oprysków nie będą stosowane łącznie z zabiegami zwalczania zarazy, skalkulowano na 1567 zł w przeliczeniu na 1 ha. Efekty stosowania oleju w ochronie plantacji nasiennych ziemniaka wyszacowano, zakładając, że średni wskaźnik dyskwalifikacji plantacji nasiennych w ocenie laboratoryjnej (weryfikacyjnej) z tytułu ponadnormatywnego porażenia wirusami zmniejszy się o jedną trzecią (z 13,0% średnio w Polsce w latach 2005–2009 do 8,7%), czyli o 4,3%. Wartość zbioru materiałów elitarnych w przeliczeniu na 1 ha przy cenie 1400 zł/tonę i plonie sadzeniaków 24 t/ha wyniesie 33600 zł/ha. Zmniejszenie dyskwalifikacji o 4,3% oznacza w tej sytuacji wzrost wartości przychodów ze sprzedaży o 1445 zł/ha, a więc nieznacznie poniżej kosztów aplikacji oleju mineralnego. Ze względu

jednak na zmniejszone ryzyko dyskwalifikacji należy z ekonomicznego punktu widzenia zalecać stosowanie tego zabiegu, zwłaszcza na plantacjach materiałów kategorii elitarne.

Wczesne niszczenie naci. Jak wynika z doświadczeń IHAR — PIB Bonin (Wróbel, 2005) najskuteczniejszą metodą niszczenia naci z punktu widzenia ograniczenia porażenia plantacji chorobami wirusowymi jest metoda mechaniczno-chemiczna. W jej ramach przeprowadzany jest zabieg mechanicznego rozdrobnienia naci oraz oprysk preparatem powodującym defoliację naci Reglone 200 SL. Koszty wymienionych zabiegów technologicznych zamykają się w kwocie 396 zł/ha. Podstawą szacowania efektów wczesnego niszczenia naci jest założenie, że zabieg ten powoduje zmniejszenie porażenia bulw wirusem Y z 26% do 16%, a więc o ponad jedną trzecią (38%) (Wróbel, 2005). Można przyjąć, że o taki procent zmniejsza się niebezpieczeństwo dyskwalifikacji plantacji z tytułu ponadnormatywnego porażenia wirusami, czyli z 13,0% średnio za lata 2005-2009 do 8,7%. Zakładając, że wartość zbioru sadzeniaków kategorii kwalifikowane wynosi 24000 zł (przy plonie 20 t/ha i cenie sadzeniaków 1200 zł/tonę), zmniejszenie dyskwalifikacji do 8,7% oznacza wzrost przychodów ze sprzedaży o kwotę 1032 zł/ha. Do efektów ekonomicznych wczesnego niszczenia naci, oprócz ponad 600 zł/ha z tytułu wyliczonej wyżej przewagi przychodów nad kosztami, należy zaliczyć zwiększenie udziału frakcji nasiennej w zbiorach, co zwiększa plon handlowy sadzeniaków i zmniejsza koszty produkcji nasiennej w przeliczeniu na 1 tonę sadzeniaków.

Zwalczanie mszyc. W formułowanych dla praktyki technologiach (Kostiwn, 2008) zaleca się wykonywanie średnio trzech zabiegów zwalczania mszyc dla odmian średnio odpornych na wirusy Y i liściozwoju oraz odmian wysoko odpornych na wirus Y i nisko odpornych na wirus liściozwoju. Koszty aplikacji insektycydów wynoszą łącznie 446 zł/ha (w tym 123 zł koszt insektycydów). Opłacalność stosowania zabiegu zwalczania mszyc należy uzasadniać zmniejszeniem prawdopodobieństwa dyskwalifikacji plantacji nasiennych z tytułu ponadnormatywnego porażenia chorobami wirusowymi.

E) Efekty ogólnych innowacji technologicznych

W produkcji nasiennej mogą znaleźć zastosowanie również innowacyjne elementy technologii produkcji ziemniaków przeznaczonych na cele nienasienne (jadalne, przemysłowe) (Jabłoński, 2008) (tab. 5). Zwiększenie szerokości międzyrzędzi w technologii redlinowej z 67,5 cm do 75 cm powoduje zmniejszenie o ok. 10% liczby przejazdów przy pracach technologicznych. Oznacza to spadek kosztów siły pociągowej o 360 zł na 1 ha plantacji nasiennej.

Spośród rozpatrywanych w doświadczeniach IHAR Bonin wariantów technologii bezorkowej najwyższe efekty plonotwórcze uzyskano w technologii z zastosowaniem zabiegu głęboszowania, zwalczania chwastów herbicydem totalnym Roundup oraz wiosennym zastosowaniu glebogryzarki (Jabłoński, 2008). Koszty tych zabiegów w porównaniu do standardowej podorywki pielęgnowanej i orki zimowej są niższe o 100 zł w przeliczeniu na 1 ha, natomiast plony ogólne wzrosły o prawie 4%. Z kolei zastosowanie nawożenia rzędowego (z obu stron sadzeniaka) w porównaniu do standardowego nawożenia rzutowego powodowało według doświadczeń IHAR Bonin (Jabłoński, 2008) wzrost plonu frakcji sadzeniaków o 15,2%. Oznacza to wzrost plonu sadzeniaków

przykładowo z 195 dt/ha do 225 dt/ha, oraz wzrost kwoty zysku (przy założonych cenach zbytu sadzeniaków 120 zł/dt) o 3600 zł na ha plantacji nasiennych. W części gospodarstw, zwłaszcza na większych plantacjach oraz w gospodarstwach nie prowadzących produkcji zwierzęcej, nawożenie obornikiem zastępowane jest przyoraniem słomy (z dodatkiem mocznika) oraz nawozami zielonymi. Zmiana ta zasadniczo nie powoduje spadku kosztów, gdyż wysokie koszty aplikacji obornika są rekompensowane zwiększonymi dawkami nawozów mineralnych. Stosowanie użyźniacza glebowego (efektywne mikroorganizmy) UG Max w niewielkim stopniu wpływało na wzrost plonu sadzeniaków (średnio o 4,6%). W rezultacie efekty z tego tytułu przewyższały o 100 zł/ha koszt zastosowania oprysków preparatami EM.

Tabela 5

Efekty innowacji technologicznych w produkcji ziemniaka
The effects of technological innovation in potato production

Lp. No.	Nazwa innowacji Name of innovation	Efekt ekonomiczny w relacji do technologii standardowej, zł/ha The economic effect in relation to the standard technology, PLN / ha
1.	Zwiększenie szerokości międzyrzędzi z 67,5 cm do 75,0 cm – spadek kosztów pracy ciągników Increasing the row spacing from 67.5 cm to 75.0 cm - decrease in labor costs of tractors	360
2.	Technologia bezorkowa z głębszowaniem Ploughless technology with subsoiling	100 + wzrost plonu o 4% + yield increase of 4%
3.	Nawożenie rzędowe (z obu stron sadzeniaka) Row fertilization (from both sides of seed-potato)	2900 (z tytułu wzrostu plonu sadzeniaków o 15,2%) (Due to increased seed-potato yield by 15.2%)
4.	Stosowanie użyźniacza glebowego zawierającego efektywne mikroorganizmy (UG Max) The use of soil fertilizer containing effective microorganisms (UG Max)	100 (z tytułu wzrostu plonu o 4,6%) (due to yield increase of 4.6%)
5.	Zastąpienie nawożenia obornikiem przyoraniem słomy (+ mocznik) oraz nawozami zielonymi Replacement of manure fertilization with plowing straw (+ urea) and green manure	efekty porównywalne effects comparable

Źródło: Kalkulacje własne na podstawie badań IHAR Bonin (Jabłoński, 2008)

Source: Own calculations based on the IHAR Bonin (Jabłoński, 2005) experimental investigations

WNIOSKI

1. Koszty produkcji nasiennej stanowią nie najważniejszy ale istotny element strategii rynkowej mającej na celu wzrost sprzedaży nasion i wzmocnienie pozycji przedsiębiorstwa nasiennego na rynku.
2. Ze względu na określone przepisami prawnymi wymogi dotyczące jakości i zdrowotności materiału nasiennego nie ma możliwości zmniejszania kosztów poprzez ekstensyfikację technologii.
3. Najważniejszym czynnikiem zmniejszenia kosztów produkcji nasiennej w przeliczeniu na 1 tonę sadzeniaków jest uzyskiwanie jak najwyższego plonu handlowego

- sadzeniaków. O istnieniu w tym zakresie niewykorzystanych możliwości świadczą różnice w deklarowanych plonach sadzeniaków między badanymi przedsiębiorstwami nasiennymi (17,2–17,6 t/ha), a gospodarstwami nasiennymi (24,2 t/ha).
4. Zmniejszenie jednostkowych kosztów produkcji sadzeniaków zapewnia m.in. stosowanie zagonowej technologii w nasiennictwie ziemniaka. Zagonowa technologia produkcji nasiennej wymaga jednak wyposażenia gospodarstw w nowe elementy sprzętu mechanizacyjnego.
 5. Spośród specjalistycznych zabiegów prawidłowej technologii nasiennej największe efekty ekonomiczne powoduje wczesne niszczenie naci na plantacjach. Pozostałe zabiegi: stosowanie zaprawy nasiennej, oleju mineralnego i w określonych warunkach zwalczanie mszyc znajdują również ekonomiczne uzasadnienie, gdyż zmniejszają prawdopodobieństwo dyskwalifikacji plantacji nasiennych.

LITERATURA

- Chotkowski J. 2009. Czynniki kształtujące zużycie kwalifikowanego materiału nasiennego w rolnictwie (na przykładzie ziemniaka). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, nr 17: 129 — 138.
- Chotkowski J. 2007. Marketingowe podstawy rozwoju rynku nasion rolniczych. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR, nr 26, IHAR Radzików: 134 ss.
- Jabłoński K. 2008. Nowoczesna technologia uprawy ziemniaków. W: *Technologia produkcji ziemniaków*. Red. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa: 21 — 47.
- Jabłoński K. 2005. Wpływ zagonowej technologii uprawy na kształtowanie plonów ziemniaka i jego jakości. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa: 64 ss.
- Kostiwn M. 2008. Wymagania prawne i technologiczne prowadzenia nasiennictwa ziemniaka w gospodarstwach. *Ziemniak Polski*, nr 1: 8 — 17.
- Muzalewski A. 2009. Koszty eksploatacji maszyn, nr 24. IBMER, Warszawa: 29 ss.
- Nowacki W. 2006. Plon handlowy ziemniaków w Polsce — jego poziom i uwarunkowania. *Wieś Jutra*, nr 2: 28 — 29.
- Rembeza J. 2003. Ryzyko a ekonomiczna efektywność nakładów w produkcji rolniczej na przykładzie ziemniaka. *Postępy Nauk Rolniczych*, nr 1: 67 — 77.
- Skarżyńska A., Augustyńska-Grzymek I., Cholewa M., Dziwulski M., Ziętek I., Zmarzłowski K., Orłowski A. 2009. Koszty jednostkowe i dochody wybranych produktów rolniczych w 2007 roku — wyniki badań w systemie AGROKOSZTY. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 2: 106 — 151.
- Turska E., Wróbel S. 1999. Ograniczenie szerzenia się wirusa Y (PVY) ziemniaka przy użyciu oleju Sunspray. *Progress in Plant Protection*, vol. 39: 841 — 844.
- Wróbel S. 2005. Wpływ różnych metod niszczenia naci ziemniaka średnio wczesnych odmian ziemniaka na plantacjach nasiennych na tempo zasychania naci i plon bulw. *Biuletyn IHAR*, nr 237/238: 115 — 122.
- Wróbel S. 2008. Produkcja nasienna. [W:] *Produkcja nasienna i przechowywalność ziemniaków*. Red. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa: 40 — 62.

MAREK GUGAŁA**KRYSTYNA ZARZECKA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Porównanie opłacalności produkcji ziemniaka w zależności od sposobów odchwaszczania

Comparison of profitability of potato production in dependence on weed control methods

Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 2008–2009 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Celem pracy było porównanie opłacalności produkcji ziemniaka jadalnego w zależności od sposobów odchwaszczania. Badanymi czynnikami były: czynnik I — odmiany ziemniaka: Cekin i Satina, czynnik II — pięć sposobów odchwaszczania: 1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna przed i po wschodach roślin ziemniaka, 2. Command 480 EC 0,2 dm³·ha⁻¹, 3. Command 480 EC 0,2 dm³·ha⁻¹ + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1,0 dm³·ha⁻¹, 4. Stomp 400 SC 3,5 dm³·ha⁻¹, 5. Stomp 400 SC 3,5 dm³·ha⁻¹ + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1,0 dm³·ha⁻¹. Do oceny ekonomicznej sposobów odchwaszczania wykorzystano metodę opartą na standardowej nadwyżce bezpośredniej (SGM — Standard Gross Margin). Wartość uzyskanego plonu ziemniaka była zróżnicowana i kształtowała się od 11078,6 do 19381,2 PLN u odmiany Cekin i od 8886,8 do 16383,8 PLN u odmiany Satina. Standardowa nadwyżka bezpośrednia wynosiła od minus 162,8 PLN na obiekcie kontrolnym do 10018,3 PLN, na obiekcie, na którym zastosowano mieszaninę herbicydów Command 480 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC.

Słowa kluczowe: ziemniak, odchwaszczanie, opłacalność

The results come from a field experiment carried out in the years 2008–2009 at the Zawady Experimental Station of the University of Podlasie in Siedlce. The aim of the study paper was comparison of profitability of edible potato production in dependence on weed control methods. The factors examined were as follows: factor I — two potato cultivars: Cekin and Satina, factor II — five weed control methods: 1. control object — mechanical weed control before and after potato emergence, 2. Command 480 EC 0.2 dm³·ha⁻¹, 3. Command 480 EC 0.2 dm³·ha⁻¹ + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1.0 dm³·ha⁻¹, 4. Stomp 400 SC 3.5 dm³·ha⁻¹, 5. Stomp 400SC 3.5 dm³·ha⁻¹ + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1.0 dm³·ha⁻¹. The method of standard gross margin (SGM) was used for the economic evaluation of the weed control methods. The value of the obtained potato yield varied from 11078.6 to 19381.2 PLN cv. Cekin and from 8886.8 to 16383.8 PLN for the cv. Satina. The standard gross margin ranged from minus 162.8 PLN for the control treatment to 10018.3 PLN for treatment in which weeds were controlled with a mixture herbicides Command 480 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC.

Key words: potato, weed control, profitability

WSTĘP

Jednym z zagrożeń powodujących straty ilościowe i jakościowe w plonach ziemniaka są chwasty, które podczas wegetacji stanowią dużą konkurencję dla rośliny uprawnej. Dlatego stosowanie chemicznej ochrony stało się niezbędnym i trwałym elementem w technologiach uprawy roślin (Gruczek, 2004; Gugła i Zarzecka, 2009; Kucharski, 2008). O wyborze metody i doborze chemicznych środków chwastobójczych powinien decydować stan i stopień zachwaszczenia, a w końcowym efekcie rachunek ekonomiczny uwzględniający z jednej strony poniesione na produkcję koszty, a z drugiej wielkość plonu, a zwłaszcza plonu handlowego i jego wartość (Golinowska, 2009; Nowacki, 2009). Przewaga wartości produkcji nad kosztami poniesionymi na jej wytworzenie czyni daną uprawę opłacalną (Bombik i Rymuza, 2006; Jarka i Chojnacki, 2008).

Celem pracy było przeprowadzenie analizy porównawczej efektywności produkcji ziemniaka jadalnego uprawianego w warunkach zróżnicowanej pielęgnacji z zastosowaniem herbicydów i ich mieszanin.

MATERIAŁ I METODY

Podstawą do obliczeń były wyniki doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2008–2009 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady. Doświadczenie założone metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach obejmowało czynniki:

— I — dwie odmiany ziemniaka jadalnego Cekin i Satina (tab. 1),

— II — pięć sposobów pielęgnacji z zastosowaniem herbicydów i ich mieszanin.

Na obiekcie kontrolnym stosowano do wschodów dwa razy obredlanie i dwa razy obredlanie połączone z bronowaniem, a po wschodach roślin ziemniaka dwa razy obredlanie. Na pozostałych obiektach (2–5) do wschodów wykonano dwa razy obredlanie i jeden raz obredlanie z bronowaniem, a następnie opryskiwanie herbicydami.

Tabela 1

Czynniki doświadczenia
Experimental factors

Czynnik I — Faktor I: Odmiany — Cultivars
1. Cekin
2. Satina
Czynnik II — Faktor II: Sposoby pielęgnacji — Weed control methods
1. Obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna przed wschodami i po wschodach roślin ziemniaka
2. Command 480 EC 0,2 dm ³ ·ha ⁻¹
3. Command 480 EC 0,2 dm ³ ·ha ⁻¹ + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1,0 dm ³ ·ha ⁻¹
4. Stomp 400 SC 3,5 dm ³ ·ha ⁻¹
5. Stomp 400 SC 3,5 dm ³ ·ha ⁻¹ + Afalon Dyspersyjny 450 SC 1,0 dm ³ ·ha ⁻¹

Uprawę, nawożenie, sadzenie i zbiór przeprowadzono zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Podczas zbioru z każdego obiektu zważono wszystkie bulwy i pobrano 10 kg próby, na podstawie których dokonano oceny struktury plonu. Bulwy o średnicy powyżej 40 mm i bez wad zewnętrznych i wewnętrznych stanowiły frakcję handlową, na

podstawie której wyliczono plon handlowy. Zebrane plony przyjęto jako średnie z lat badań. Wyniki analizowano oddzielnie dla dwóch odmian ze względu na znaczne różnice zebranych plonów i różne ceny sadzeniaków. W obliczeniach kosztów bezpośrednich uwzględniono sadzeniaki, nawozy mineralne i organiczne, środki ochrony roślin, koszty robocizny i eksploatacji sprzętu na podstawie rzeczywistych nakładów w Rolniczej Stacji Doświadczalnej i norm teoretycznych (Katalog norm i normatywów, 1999). W obliczeniach przyjęto ceny: 1 rbh 12,46 zł, 1 cnh 92,54 zł, sadzeniaków odmiany Cekin 130 zł za 100 kg, sadzeniaków odmiany Satina 105 zł za 100 kg, 100 kg bulw plonu handlowego 50 zł, 100 kg bulw plonu ubocznego 5 zł, a ceny środków ochrony roślin i nawozów mineralnych i obornika według cen zakupu w pierwszym półroczu 2009 roku. Opłacalność uprawy ziemniaka w zależności od sposobów pielęgnacji określono kategorią nadwyżki bezpośredniej stanowiącej różnicę pomiędzy wartością produkcji (plonów) a kosztami bezpośrednimi (Augustyńska-Grzymek i in., 2000).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Plon ogólny bulw ziemniaka kształtował się od 27,3 do 42,7 t·ha⁻¹ u odmiany Cekin i od 25,8 do 40,6 t·ha⁻¹ u odmiany Satina, natomiast plon handlowy odpowiednio 21,7–38,4 i 17,1–32,1 t·ha⁻¹ (tab. 2).

Tabela 2

Tablica 1

Plony bulw ziemniaka (t·ha ⁻¹) Yields of potato tubers (t·ha ⁻¹)				
Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Plony bulw — Yields of potato			Procentowy udział plonu handlowego w plonie ogólnym Percentage of market yield in total yield
	ogólny total	handlowy market	uboczny side-line	
Cekin				
1. Obiekt kontrolny — Control object	27,3	21,7	5,6	79,5
2. Command 480 EC	35,9	30,7	5,2	85,4
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	42,7	38,4	4,3	90,0
4. Stomp 400 SC	34,1	28,6	5,5	83,8
5. Stomp 400 SC+ Afalon Dyspersyjny 450 SC	41,3	36,6	4,7	88,6
Średnio dla obiektów 2–5	38,5	33,6	4,9	87,1
Mean for objects 2–5				
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	1,9	1,9	1,1	
Satina				
1. Obiekt kontrolny — Control object	25,8	17,1	8,7	66,3
2. Command 480 EC	33,4	26,1	7,3	78,1
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	40,6	32,1	8,5	79,1
4. Stomp 400 SC	31,8	24,6	7,2	77,4
5. Stomp 400 SC+ Afalon Dyspersyjny 450 SC	37,8	31,2	6,6	82,5
Średnio dla obiektów 2–5	35,9	28,5	7,4	79,4
Mean for objects 2–5				
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	1,5	1,7	0,9	

Największe plony zebrano z obiektów, które odchwaszczano mieszaninami herbicydowymi, a udział plonu handlowego w plonie ogólnym wynosił 88,6 i 90,0% u odmiany Cekin oraz 79,1 i 82,5% u odmiany Satina. W badaniach Jarki i Chojnickiego

(2008) plon handlowy stanowił 80% plonu ogólnego, a Krzysztofik i wsp. (2009) stwierdzili 90,6% udział plonu handlowego po zastosowaniu pielęgnacji mechaniczno-chemicznej i 88,9% udział przy wykonywaniu zabiegów wyłącznie mechanicznych. Na plantacji ziemniaka dominowały takie gatunki chwastów jak: *Chenopodium album*, *Agropyron regens*, fiołek polny, rdest powojowy, rdest kolankowy. Skuteczność zwalczania świeżej masy chwastów na obiektach pielęgnowanych z udziałem herbicydów i ich mieszanin w porównaniu do obiektu kontrolnego była zróżnicowana i wynosiła średnio u odmiany Cekin 49,3%, a u odmiany Satina 36,5%. Najbardziej skuteczne w ograniczaniu zachwaszczenia były mieszaniny herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC i Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 S.C. Pruszyński i Skrzypczak (2007) podkreślają, że ochrona roślin nie jest czynnikiem plonotwórczym, ale stabilizującym plon, czyli zapobiega jego stratom powodowanym przez choroby, szkodniki czy konkurencyjne chwasty. Według Golinowskiej (2009) agrofagi powodują zagrożenie plonu i należy temu przeciwdziałać. Jednak autorka zwraca uwagę na to, aby koszty zabiegu ochronnego były zrekomensowane odpowiednią ilością produkcji uratowanej i aby zabiegi chemiczne nie stwarzały zagrożeń dla środowiska i człowieka.

W przeprowadzonych badaniach koszty poniesione na herbicydy wynosiły od 54,4 do 233,2 PLN na 1 ha i były małe w porównaniu do całkowitych kosztów bezpośrednich (tab. 3, 4).

Tabela 3

Koszty bezpośrednie i wartość produkcji ziemniaka odmiany Cekin (PLN·ha⁻¹)
Direct costs and production value of potato cultivar Cekin (PLN·ha⁻¹)

Wyszczególnienie Specification	Sposoby pielęgnacji — Weed control methods				
	1.*	2.	3.	4.	5.
Sadzeniaki — Seed potatoes	3250,0	3250,0	3250,0	3250,0	3250,0
Obornik — Manure (50%)	1212,5	1212,5	1212,5	1212,5	1212,5
Nawozy mineralne — Mineral fertilizers					
azotowe — nitrogen	336,0	336,0	336,0	336,0	336,0
fosforowe — phosphorus	642,0	642,0	642,0	642,0	642,0
potasowe — potassium	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0
Środki ochrony roślin — Plant protection agents					
herbicydy — herbicides	—	54,4	102,1	185,5	233,2
fungicydy — fungicides	182,0	182,0	182,0	182,0	182,0
insektycydy — insecticides	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9
Praca ludzka — Human labour	557,0	513,4	513,4	513,4	513,4
Eksploatacja sprzętu — Machine operation	2887,2	2517,0	2517,0	2517,0	2517,0
Koszty bezpośrednie na 1 ha uprawy	9674,6	9315,2	9362,9	9446,3	9494,0
Direct costs per 1 ha cultivation					
Wartość plonu handlowego — Value of market yield	10855,0	15340,0	19210,0	14275,0	18300,0
Wartość plonu ubocznego — Value of side yield	223,6	210,0	171,2	220,4	188,8
Wartość produkcji ogółem — Total production value	11078,6	15550,0	19381,2	14495,4	18488,8
Standardowa nadwyżka bezpośrednia na 1 ha uprawy	+1404,0	+6234,8	+10018,3	+5049,1	+8994,8
Standard direct surplus per 1 ha cultivation					
Nadwyżka bezpośrednia na 1 PLN kosztów bezpośrednich	0,1	0,7	1,1	0,5	0,9
Direct surplus per 1 PLN of direct costs					

*Oznaczenia jak w tabeli 2

*Explanations as in Table 2

Tabela 4

Koszty bezpośrednie i wartość produkcji ziemniaka odmiany Satina (PLN·ha⁻¹)
Direct cost and production value of potato cultivar Satina (PLN·ha⁻¹)

Wyszczególnienie Specification	Sposoby pielęgnacji — Weed control methods				
	1.*	2.	3.	4.	5.
Sadzeniaki — Seed potatoes	2625,0	2625,0	2625,0	2625,0	2625,0
Obornik — Manure (50%)	1212,5	1212,5	1212,5	1212,5	1212,5
Nawozy mineralne — Mineral fertilizers					
azotowe — nitrogen	336,0	336,0	336,0	336,0	336,0
fosforowe — phosphorus	642,0	642,0	642,0	642,0	642,0
potasowe — potassium	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0
Środki ochrony roślin — Plant protection agents					
herbicydy — herbicides	—	54,4	102,1	185,5	233,2
fungicydy — fungicides	182,0	182,0	182,0	182,0	182,0
insektycydy — insecticides	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9
Praca ludzka — Human labour	557,0	513,4	513,4	513,4	513,4
Eksploatacja sprzętu — Machine operation	2887,2	2517,0	2517,0	2517,0	2517,0
Koszty bezpośrednie na 1 ha uprawy	9049,6	8690,2	8737,9	8821,3	8869,0
Direct costs per 1 ha cultivation					
Wartość plonu handlowego — Value of market yield	8540,0	13055,0	16045,0	12300,0	15615,0
Wartość plonu ubocznego — Value of side yield	346,8	291,6	338,8	289,6	261,6
Wartość produkcji ogółem — Total production value	8886,8	13346,6	16383,8	12589,6	15876,6
Standardowa nadwyżka bezpośrednia na 1 ha uprawy	-162,8	+4656,4	+7645,9	+3768,3	+7007,6
Standard direct surplus per 1 ha cultivation					
Nadwyżka bezpośrednia na 1 PLN kosztów bezpośrednich	—	0,5	0,9	0,4	0,8
Direct surplus per 1 PLN of direct costs					

*Oznaczenia jak w tabeli 2

*Explanations as in Table 2

Ponadto koszty wszystkich środków ochrony roślin były niewielkie w odniesieniu do kosztów bezpośrednich ogółem, a ich udział dochodził do 5%. Największe koszty bezpośrednie w uprawie obydwu odmian stwierdzono na obiekcie kontrolnym odchwaszczanym mechanicznie, zaś tańsze okazały się obiekty pielęgnowane mechaniczno-chemicznie z zastosowaniem herbicydów i ich mieszanin. Również Nowacki (2008) odnotował większe koszty bezpośrednie w ekologicznym systemie produkcji ziemniaka, niż w integrowanym, w którym wykorzystano chemiczne środki ochrony roślin. Natomiast we wcześniejszych badaniach Zarzeckiej i Gąsiorowskiej (2001) oraz Gugala i Zarzeckiej (2008) koszty bezpośrednie na obiektach odchwaszczanych herbicydami były większe niż po zastosowaniu pielęgnacji wyłącznie mechanicznej. Wynikało to najprawdopodobniej z wysokich cen środków ochrony i taniej siły roboczej.

O wartości produkcji decydował głównie plon handlowy bulw. Na obiektach pielęgnowanych mechaniczno-chemicznie z zastosowaniem mieszanin herbicydowych (warianty 3 i 5) wartość produkcji była 1,7–1,8 razy większa niż na obiekcie kontrolnym. Następstwem małej wartości produkcji otrzymanej w wyniku zabiegów pielęgnacyjnych mechanicznych był ujemny wynik finansowy u odmiany Satina wyrażony nadwyżką bezpośrednią. Opłacalnymi wariantami w pielęgnacji ziemniaka były obiekty, na których stosowano odchwaszczanie z użyciem herbicydów i ich mieszanin, a wartość nadwyżki wynosiła od 3768,3 do 10018,3 PLN·ha⁻¹. Bombik i Wolska (2004) także wykazali, że

w miarę intensyfikacji uprawy zwiększały się plony bulw ziemniaka i wzrastała nadwyżka bezpośrednia.

WNIOSKI

1. Największą skutecznością w ograniczaniu zachwaszczenia odznaczały się mieszaniny herbicydów, które w wyniku usunięcia konkurencji chwastów przyczyniły się do istotnego wzrostu plonu ogólnego i handlowego.
2. Najbardziej opłacalnymi sposobami pielęgnacji było odchwaszczanie mechaniczno-chemiczne z zastosowaniem mieszanin herbicydowych. Natomiast zabiegi wyłącznie mechaniczne w odmianie Satina nie dały dodatniego wyniku finansowego.

LITERATURA

- Augustyńska-Grzymek I., Goraj L., Jarka S., Pokrzywa T., Skarżyńska A. 2000. Metodyka liczenia nadwyżki bezpośredniej i zasady typologii gospodarstw rolniczych. Wyd. FAPA, Warszawa: 1 — 55.
- Bombik A., Rymuza K. 2006. Efektywność ekonomiczna wybranych kombinacji uprawowych stosowanych w produkcji ziemniaka jadalnego. *Acta. Sci. Polonorum, Oeconomia* 5 (1): 17 — 26.
- Bombik A., Wolska A. 2004. Wybrane czynniki kształtujące efekt ekonomiczny produkcji ziemniaka. *Acta Sci. Polonorum, Oeconomia* 3 (2): 17 — 26.
- Golinowska M. 2009. Ekonomia ochrony roślin w teorii i praktyce. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 49 (1): 23 — 33.
- Gruczek T. 2004. Chemiczne i mechaniczne zwalczanie chwastów w ziemniakach oraz wpływ na jakość plonu. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 44 (2): 715 — 717.
- Gugąła M., Zarzecka K. 2008. Porównanie opłacalności różnych sposobów uprawy i odchwaszczania plantacji ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 530: 169 — 176.
- Gugąła M., Zarzecka K. 2009. Ocena skuteczności herbicydów w uprawie ziemniaka. *Biul. IHAR* 251: 225 — 234.
- Jarka S., Chojnacki S. 2008. Opłacalność produkcji ziemniaków na wczesny zbiór. *Roczniki Naukowe SERiA*, X, 3: 240 — 245.
- Katalog norm i normatywów. 1999. Praca zbiorowa. Wyd. SGGW Warszawa.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. *Inżynieria Rolnicza* 5 (114): 123 — 129.
- Kucharski M. 2008. Regulacja zachwaszczenia — stan aktualny i potrzeby. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 48 (1): 20 — 24.
- Nowacki W. 2008. Porównanie efektywności stosowania systemu ekologicznego i integrowanego w uprawie ziemniaka. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 48 (4): 1526 — 1534.
- Nowacki W. 2009. Czynniki wpływające na opłacalność produkcji ziemniaka w Polsce. *Roczniki Naukowe SERiA*, XI, 1: 320 — 323.
- Pruszyński S., Skrzypczak G. 2007. Ochrona roślin w zrównoważonym rolnictwie. *Fragm. Agronom.* 4 (96): 127 — 138.
- Zarzecka K., Gąsiorowska B. 2001. Opłacalność zwalczania chwastów w ziemniakach w zależności od doboru herbicydów. *Biul. IHAR* 217: 233 — 241.

MAREK GUGAŁA¹**KRYSTYNA ZARZECKA**¹**BOGUMIŁA ZADROŻNIAK**²¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach²Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej, Instytut Rolnictwa

Wpływ wybranych insektycydów na zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach kilku odmian ziemniaka

The effects of some insecticides on total protein and true protein in potato tubers of some cultivars

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Celem badań było określenie wpływu insektycydów najnowszej generacji (Actara 25 WG w dawce 0,08 kg·ha⁻¹, Calypso 480 SC — w trzech dawkach: 0,05; 0,075; 0,1 dm³·ha⁻¹, Regent 200 SC w dawce 0,1 dm³·ha⁻¹) stosowanych do zwalczania stonki ziemniaczanej na zawartość białka ogólnego i białka właściwego w bulwach trzech odmian ziemniaka jadalnego: Wiking, Mors, Żagiel. W bulwach odmiany Wiking stwierdzono największą zawartość białka ogólnego, a w bulwach odmiany Mors największą zawartość białka właściwego. Aplikowane insektycydy wpłynęły na wzrost białka ogólnego i właściwego w porównaniu z obiektem kontrolnym, na którym nie stosowano insektycydów.

Słowa kluczowe: białko ogólne, białko właściwe, insektycydy, odmiany, ziemniak

A field experiment was carried out in the years 2004–2006 at the Agricultural Experimental Farm of University of Podlasie in Zawady. The aim of the research was to define the influence of latest generation insecticides (Actara 25 WG — 0.08 kg·ha⁻¹, Calypso 480 SC — three rates: 0.05; 0.075; 0.1 dm³·ha⁻¹, Regent 200 SC — 0.1 dm³·ha⁻¹), used in combating potato beetle, on the content of total protein and true protein in potato tubers of three potato cultivars (Wiking, Mors, Żagiel). Tubers of Wiking and Mors cultivars had the highest total protein content and true protein content, respectively. The insecticides applied significantly increased total protein and true protein contents as compared with the tubers harvested from the control treatment where no chemical protection was applied.

Key words: cultivars, insecticides, potato, total protein, true protein

WSTĘP

Walory odżywcze ziemniak zawdzięcza obecności skrobi i białka, bogatego w aminokwasy egzogenne. Białko ziemniaczane zawiera szczególnie dużo leucyny, lizyny, fenyloalaniny i treoniny, natomiast mniej — metioniny. Jego wartość biologiczna jest

bardzo wysoka, porównywalna do najlepszego białka sojowego, a tylko nieznacznie ustępująca standardowi żywieniowemu, za jaki przyjmuje się białko jaja kurzego (Zimnoch-Guzowska i Flis, 2006). Udział białka w świeżej masie bulw wynosi 1,7%–2,3%, z czego 35%–68% stanowi białko właściwe, określane też jako „czyste” (Roztropowicz, 1989; Leszczyński, 2000; Pęksa, 2003). Według Roztropowicz (1989), Leszczyńskiego (2000) i Sawickiej (2003) zawartość białka wynosi 1,5%–2,3% świeżej masy, w tym białko właściwe stanowi 35%–65%. Zdaniem Lisińskiej (2006) zawartość białka w bulwach wahała się od 1,7% do 2,3%, przy czym ilość pełnowartościowego białka, równorzędnego białku zwierzęcemu wynosiła około 1,0%, a według Jankowiak i wsp. (2009) od 9,4% do 10,9%. Zróżnicowaną ilość tego składnika zanotowano także w badaniach zagranicznych. Schwimmer i Burr (1967) stwierdzili, że koncentracja białka w bulwach wahała się od 3,5% do 20,3% suchej masy. Miedma i wsp. (1976) oraz Bártová i wsp. (2009) zaobserwowali mniejsze zróżnicowanie: 4,8%–10,1% oraz 6,66%–8,91% suchej masy. Zainteresowanie białkiem ziemniaka wynika zarówno z jego wysokiej wartości odżywczej, jak i z dużego uzysku tego składnika z jednostki powierzchni, znacznie większej niż ze zbóż. Preparaty białka ziemniaczanego mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle piekarskim, mięsnym i mleczarskim (Pęksa, 2003). W literaturze przeważa pogląd o dodatnim oddziaływaniu środków ochrony roślin na zawartość azotu ogółem w bulwach (Rouchaud i in., 1986; Habiba i in., 1992; Fidalgo i in., 2000). Podjęto badania, w których założono, że środki ochrony roślin nie wywierają negatywnego wpływu na jakość bulw. Celem badań było określenie wpływu insektycydów stosowanych do zwalczania stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) na zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka jadalnego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły bulwy ziemniaka, pochodzące z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2004–2006, w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie zlokalizowano na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich i mocnych, zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (split-plot) w trzech powtórzeniach, a badanymi czynnikami były: 1. czynnik I rzędu — trzy średnio wczesne odmiany ziemniaka jadalnego: Wiking, Mors, Żagiel,

2. czynnik II rzędu – sześć sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej:

- obiekt kontrolny – bez ochrony chemicznej,
- Actara 25 WG w dawce 0,08 kg·ha⁻¹,
- Regent 200 SC w dawce 0,1 dm³·ha⁻¹,
- Calypso 480 SC w dawce 0,05 dm³·ha⁻¹,
- Calypso 480 SC w dawce 0,075 dm³·ha⁻¹,
- Calypso 480 SC w dawce 0,1 dm³·ha⁻¹.

Ziemniak uprawiano w stanowisku po zbożach (pszenica ozima). Przeciw chwastom do wschodów roślin ziemniaka wykonano pielęgnację mechaniczną, a tuż przed wschodami doświadczenie opryskiwano mieszaniną herbicydów Plateen 41,5 WG 2,0 kg·ha⁻¹ +

Fusilade Forte 150 EC 2,5 dm³·ha⁻¹. Insektycydy stosowano po wystąpieniu szkodnika w stadium larwalnym L₁ i L₂ (01.07.2004 r., 27.06.2005 r. i 05.07.2006 r.). Po zbiorze przedplonu wykonywano zespół uprawek poźniowych. Jesienią każdego roku poprzedzającego sadzenie stosowano nawożenie organiczne w postaci obornika w ilości 25,0 t·ha⁻¹ oraz nawożenie mineralne fosforowo-potasowe w ilości P — 44,0 kg·ha⁻¹ (superfosfat potrójny 46%) i K — 124,5 kg·ha⁻¹ (sól potasowa 60%). Nawozy azotowe wysiewano wiosną w ilości 100 N kg·ha⁻¹ (saletra amonowa 34%). Analizy chemiczne wykonano w suchym materiale roślinnym w trzech powtórzeniach. Azot ogólny i białkowy oznaczono metodą Kjeldahla na aparacie 2300 Kjeltec Analizer Unit (Ostrowska i in., 1991). Zawartość białka ogólnego i właściwego przeliczono z zawartości azotu ogólnego i białkowego stosując współczynnik 6,25. Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic testowano testem Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Warunki pogodowe w latach badań były zróżnicowane (tab. 1). Rok 2004, na podstawie obliczonego współczynnika hydrotermicznego ($K=1,2$), odznaczał się brakiem posuchy, a według Kaczorowskiej (1962) za Olechnowicz-Bobrowską i wsp. (2005) pod względem wilgotnościowym był przeciętny. Kolejny rok 2005 pod względem wilgotnościowym był suchy, natomiast według współczynnika Sielanianowa charakteryzował go brak posuchy. Rok 2006 był rokiem przeciętnym, pod względem wilgotnościowym, jednak opady w poszczególnych miesiącach wegetacji były nierównomiernie rozłożone.

Tabela 1

Warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaka
Weather conditions during the potato vegetation

Lata Years	Miesiąc — Month						Kwiecień-Wrzesień April-September
	kwiecień April	maj May	czerwiec June	lipiec July	sierpień August	wrzesień Sptember	
Współczynnik hydrotermiczny Sielanianova — Sielanianov's hydrothermic coefficients							
2004	1,50	2,69	1,14	0,90	1,14	0,50	1,24
2005	0,47	1,60	0,92	1,51	0,84	0,35	1,00
2006	1,18	0,99	0,47	0,24	4,18	0,45	1,26

Wartość współczynnika; Coefficient value

do 0,50 silna posucha; up till 0,5 strong drought

0,51-0,69 posucha; mild drought

0,70-0,99 słaba posucha; weak drought

≥1 brak posuchy; no drought

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość białka ogólnego w suchej masie bulw ziemniaka kształtowała się od 10,29 do 11,47% i zależała istotnie od uprawianej odmiany, sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej i warunków pogodowych w latach badań (tab. 2, 3). O wpływie odmian na tę cechę donoszą Yildirim i Caliscan (1985), Mazurczyk (1988), Woda-Leśniewska (1993b), Sawicka i Mikos-Bielak (1995) oraz Zarzecka i Gugła (2005).

Tabela 2

Zawartość białka ogólnego i właściwego w suchej masie bulw ziemniaka (%)
Content of total protein and true protein in the dry matter of potato tubers (%)

Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Method of potato beetle control	Odmiany - Cultivars			Średnio Mean
	Wiking	Mors	Żagiel	
Białko ogólne — Total protein				
1. Obiekt kontrolny – Control object	11,04	10,62	10,29	10,65
2. Actara 25 WG 80 g·ha ⁻¹	11,21	10,92	10,42	10,85
3. Regent 200 SC 0,1dm ³ ·ha ⁻¹	11,28	10,83	10,51	10,87
4. Calypso 480 SC 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	11,24	10,83	10,43	10,83
5. Calypso 480 SC 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	11,37	10,95	10,49	10,93
6. Calypso 480 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	11,47	11,01	10,53	11,00
Średnio — Mean	11,27	10,86	10,44	10,85
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
odmiany — cultivars				0,20
sposoby zwalczania stonki - method of potato beetle control				0,14
odmiany × sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej — cultivars × method of potato beetle control				r.n., n.s.
Białko właściwe — True protein				
1. Obiekt kontrolny — Control object	6,638	6,870	6,740	6,749
2. Actara 25 WG 80 g·ha ⁻¹	6,731	7,035	6,810	6,859
3. Regent 200 SC 0,1dm ³ ·ha ⁻¹	6,776	7,105	6,865	6,915
4. Calypso 480 SC 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	6,624	6,944	6,825	6,798
5. Calypso 480 SC 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	6,726	6,890	6,856	6,824
6. Calypso 480 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	6,758	6,984	6,880	6,874
Średnio — Mean	6,709	6,971	6,829	6,837
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
odmiany — cultivars				0,085
sposoby zwalczania stonki — method of potato beetle control				0,077
odmiany × sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej — cultivars × method of potato beetle control				r.n., n.s.

Tabela 3

Zawartość białka ogólnego i właściwego w suchej masie bulw ziemniaka w zależności od odmian i warunków pogodowych w latach badań (%)
Content of total protein and true protein in the dry matter of potato tubers depending on cultivars and weather conditions (%)

Lata Years	Odmiany — Cultivars			Średnio Mean
	Wiking	Mors	Żagiel	
Białko ogólne — Total protein				
2004	11,28	11,00	10,89	11,06
2005	10,87	10,45	10,09	10,47
2006	11,66	11,13	10,34	11,04
Średnio — Mean	11,27	10,86	10,44	10,85
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
lata — years				0,20
odmiany - cultivars				0,20
lata × odmiany — years × cultivars				0,34
Białko właściwe — True protein				
2004	6,906	7,445	7,229	7,194
2005	6,511	6,647	6,540	6,566
2006	6,709	6,821	6,719	6,750
Średnio — Mean	6,709	6,971	6,829	6,837
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
lata — years				0,085
odmiany — cultivars				0,085
lata × odmiany — years × cultivars				0,147

Insektycydy stosowane do zwalczania stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) powodowały istotny wzrost zawartości białka ogólnego w porównaniu z bulwami z obiektu kontrolnego. Największą koncentrację białka ogólnego stwierdzono na obiekcie traktowanym preparatem Calypso 480 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Najmniej białka było w ziemniakach pochodzących z poletok kontrolnych i traktowanych insektycydem Calypso 480 SC w dawce $0,05 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Tendencję do zwiększania zawartości białka ogólnego pod wpływem insektycydów zaobserwowano we wszystkich okresach wegetacji, ale istotny wzrost zawartości tego składnika stwierdzono tylko w 2004 r. (tab. 4). Zdaniem Kraski (2002) ochrona chemiczna nie zmieniała zawartości białka w bulwach ziemniaka, natomiast w opinii Wyszkowskiego (1996), Fidalgo i wsp. (1999) oraz Leszczyńskiego (2002), fungicydy oraz insektycydy z grupy syntetycznych pyretroidów zmniejszają ilość omawianego składnika w odniesieniu do obiektu kontrolnego.

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań istotnie różnicowały zawartość białka ogólnego. Więcej białka ogólnego zgromadziły bulwy w latach przeciętnych pod względem wilgotnościowym (2004 i 2006), natomiast istotnie mniej w suchym, 2005 roku. Wielu autorów wykazało, że na gromadzenie się białka wpływają: opady, temperatura i nasłonecznienie (Prośba-Białczyk, 1991; Mazurczyk i Lis, 2001; Kraska, 2002). Roztropowicz (1989), Klikocka (2002) i Pytlarz-Kozicka (2002) zaobserwowały większą zawartość białka w latach suchych, ciepłych i słonecznych niż w chłodnych i mokrych. Odmienne zdania były Puła i Skowera (2004), które stwierdziły, że duża ilość opadów w okresie wegetacji wpływa na zwiększenie zawartości białka ogólnego w bulwach ziemniaka. Indywidualną reakcję odmian na warunki pogodowe w latach badań potwierdza interakcja lat z odmianami. Odmiany Wiking i Mors najwięcej białka ogólnego nagromadziły w 2006. roku, natomiast odmiana Żagiel w 2004. roku, co wynika prawdopodobnie z indywidualnej reakcji odmianowej.

Analiza chemiczna wykazała, że zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka zależała istotnie od uprawianej odmiany, sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej oraz warunków klimatycznych w latach badań (tab. 2–4). W bulwach odmiany Mors zawartość białka właściwego była istotnie większa niż u pozostałych odmian. Różnice odmianowe w kumulowaniu tego składnika odnotowali również Yildirim i Caliscan (1985), Mazurczyk (1988), Woda-Leśniewska (1993 a), Sawicka i Mikos-Bielak (1995) oraz Zarzecka i Gugala (2005).

Bulwy zebrane z obiektów traktowanych insektycydami zawierały więcej białka właściwego niż bulwy z obiektu kontrolnego. Istotne zwiększenie omawianego składnika zanotowano po zastosowaniu insektycydów Regent 200 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, Actara 25 WG w dawce $0,08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Calypso 480 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Zwiększenie zawartości białka właściwego w następstwie stosowania insektycydów, w odniesieniu do obiektu kontrolnego, potwierdziły badania Fidalgo i in. (2000) oraz Sawickej (2003). Woda-Leśniewska (1993 b) stwierdziła wzrost zawartości białka właściwego w warunkach stosowania herbicydów. Sawicka i Kuś (2002) zaobserwowali, że pod wpływem uprawy integrowanej (stosowania środków ochrony roślin) nastąpiło zawężenie stosunku skrobi do białka w porównaniu z uprawą ekologiczną. Niektóre środki ochrony roślin (herbicydy,

insektycydy, fungicydy) wpływają na przemiany azotowe i zwiększają syntezę białka w roślinach.

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań istotnie różnicowały zawartość białka właściwego (tab. 4).

Tabela 4

Zawartość białka ogólnego i właściwego w suchej masie bulw ziemniaka w zależności od sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej i warunków pogodowych w latach badań (%)
Content of total protein and true protein in the dry matter of potato tubers depending on method of potato beetle control and weather conditions (%)

Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Method of potato beetle control	Lata — Years		
	2004	2005	2006
Białko ogólne — Total protein			
1. Obiekt kontrolny — Control object	10,73	10,35	10,87
2. Actara 25 WG 80 g·ha ⁻¹	10,90	10,48	11,17
3. Regent 200 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	11,20	10,47	10,94
4. Calypso 480 SC 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	11,09	10,46	10,94
5. Calypso 480 SC 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	11,17	10,52	11,11
6. Calypso 480 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	11,25	10,54	11,21
Średnio — Mean	11,06	10,47	11,04
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
lata — years			0,20
sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej — method of potato beetle control			0,20
lata × sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej — years × methods of potato beetle control			r.n.
Białko właściwe — True protein			
1. Obiekt kontrolny — Control object	7,119	6,462	6,666
2. Actara 25 WG 80 g·ha ⁻¹	7,317	6,531	6,728
3. Regent 200 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	7,381	6,586	6,779
4. Calypso 480 SC 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	7,090	6,582	6,720
5. Calypso 480 SC 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	7,082	6,606	6,784
6. Calypso 480 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	7,172	6,630	6,821
Średnio — Mean	7,194	6,566	6,750
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
lata — years			0,085
sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej — method of potato beetle control			0,077
lata × sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej — years × methods of potato beetle control			0,190

Największą ilość tego składnika nagromadziły bulwy w najbardziej optymalnym dla wzrostu i rozwoju roślin 2004. roku, a istotnie mniej w latach 2005 i 2006, w których opady temperatury w okresie gromadzenia plonu (lipiec-sierpień) były nierównomiernie rozłożone. Wzrost zawartości białka właściwego w okresie suszy zanotowali również Davies i wsp. (1989), Zrůst i Hola (1994), Mazurczyk i Lis (2001). Statystycznie udowodnione współdziałanie lat ze sposobami zwalczania stonki ziemniaczanej, dowodzi, że oddziaływanie insektycydów na zawartość białka właściwego zależało od warunków meteorologicznych. W 2004 roku zwiększenie białka właściwego odnotowano tylko po zastosowaniu preparatów Actara 25 WG i Regent 200 SC, w 2005 roku po zastosowaniu wszystkich preparatów z wyjątkiem insektycydu Actara 25 WG, a w 2006 roku po zastosowaniu Calypso w dawkach 0,075 i 0,1 dm³·ha⁻¹.

WNIOSKI

1. Zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka zależała istotnie od uprawianej odmiany. Najwięcej białka ogólnego gromadziły bulwy odmiany Wiking natomiast właściwego odmiany Mors.
2. Insektycydy stosowane do zwalczania stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) zwiększały zawartość białka ogólnego i właściwego w porównaniu z bulwami zebranymi z obiektu niechronionego chemicznie. Największą koncentrację tego składnika stwierdzono na obiekcie opryskiwanym największą dawką preparatu Calypso 480 SC 0,1 dm³·ha⁻¹.
3. Warunki pogodowe istotnie różnicowały zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka. Sezonem najbardziej sprzyjającym kumulacji białka ogólnego i właściwego był rok 2004 – optymalny pod względem rozkładu opadów i temperatur.

LITERATURA

- Bártová V., Bárta J., Diviš J., Švajner J., Peterka J. 2009. Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. J. Cent. Eur. Agric. 10(1): 57 — 66.
- Davies H. V., Jefferies R. A., Scobie L. 1989. Hexose accumulation in cold-stored tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.): The effects of water stress. J. Pl. Physiol. 134: 471 — 475.
- Fidalgo F., Santos I., Salema R. 1999. Rubisco activity, chlorophylls and nutritional value of the tubers of potato plants treated with a metalaxyl and mancozeb mixture. Agronomia Lusitana 47: 133 — 144.
- Fidalgo F., Santos I., Salema R. 2000. Nutritional value of potato tubers from field grown plants treated with deltamethrin. Potato Res. 43: 43 — 48.
- Habiba R.A., Ali H. M., Ismail S.M.M. 1992. Biochemical effects of profenofos residues in potatoes. J. Agric. Food Chem. 40: 1852 — 1855.
- Jankowiak J., Spychaj-Fabisiak E., Wszelaczyńska E., Pińska M., Murawska B. 2009. Effect of many – year natural and mineral fertilization on yielding and the content of nitrates (V) in potato tubers. J. Cent. Europ. Agric. 10 (1): 109 — 114.
- Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Prace Geogr. IG PAN, 33, 1 — 102.
- Klikocka H. 2002. Studia nad plonowaniem ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli i pielęgnowania. Rozprawa 253, Wyd. AR Lublin: 1 — 91.
- Kraska P. 2002. Wpływ sposobów uprawy, poziomów nawożenia i ochrony na wybrane cechy jakości ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 229 — 237.
- Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. Żywność 4(25), Supl.: 5 — 27.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 47 — 64.
- Lisińska G. 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 81 — 94.
- Mazurczyk W., 1988: Skład chemiczny dojrzałych bulw 43 odmian ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn., 37: 11 — 20.
- Mazurczyk W., Lis B. 2001. Variation of chemical composition of tubers of potato table cultivars grown under deficit and excess of water. Pol. J. Food Nutr. Sci. 10(2): 27 — 30.
- Miedma P., Van Gelder W. M. J., Post J. 1976. Coagulable protein in potato: screening method and prospects for breeding. Euphytica 25 (1): 663 — 670.
- Olechnowicz-Bobrowska B., Skowera B., Wojkowski J., Ziemnicka-Wojtaszek A. 2005. Warunki opadowe stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej. Acta Agroph. 6(2): 455 — 463.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Wyd. Inst. Ochr. Środ. Warszawa: 310 ss.

- Pęksa A. 2003: Białko ziemniaczane — charakterystyka właściwości. *Post. Nauk Rol.*, 5: 79 — 94.
- Prośba-Białczyk U. 1991. Kształtowanie cech jakościowych i wartości paszowej ziemniaka pod wpływem terminu sadzenia i poziomu nawożenia azotem. *Rozprawy 95*, Wyd. AR Wrocław: 1 — 82.
- Puła J., Skowera B. 2004. Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Mila uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. *Acta Agroph.* 3(2): 359 — 366.
- Pytlarz-Kozicka M. 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 147 — 155.
- Rouchaud J., Moons C., Detroux L., Haquenne W., Seutin E., Nys L., Meyer J.A. 1986. Quality of potatoes treated with selected insecticides and potato — haulm killers. *J. Horticult. Sci.* 61(2): 239 — 342.
- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agronom.* 1: 33 — 75.
- Sawicka B. 2003. Quality of potato cultivated under the ecological and integrated production system. *Horticulture and Vegetable Growing* 22(4): 10 — 20.
- Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 273 — 282.
- Sawicka B., Mikos-Bielak M. 1995. An attempt to evaluate the fluctuation of chemical composition of potato tubers in changing conditions of arable field. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 419: 95 — 102.
- Schwimmer S., Burr H.K., 1967: Structure and chemical composition of the potato tubers (In:) *Potato processing*. Talburt W.F., Smith O. Wyd. Avi Publishing Co., Westport: 12 — 43.
- Woda-Leśniewska M. 1993a. Wpływ karbofuranu i metribuzinu na wartość biologiczną i odżywczość białka bulw ziemniaka. *Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl.* XXXV, 1/2: 85 — 89.
- Woda-Leśniewska M. 1993b. Zmiany biochemiczne w roślinie ziemniaka pod wpływem karbofuranu (Furadan 5G) i metribuzinu (Sencor). *Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl.* XXXV, 1/2: 80 — 84.
- Wyszkowski M. 1996. Zawartość związków azotowych witaminy C w bulwach ziemniaka w zależności od zastosowanego nawożenia azotem i fungicydów. *Fragm. Agronom.* 1: 9 — 19.
- Yildirim M. B., Caliskan C. F. 1985. Genotype × environment interactions in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Am. Potato J.* 62: 371 — 375.
- Zarzecka K., Gugęła M. 2005. The influence of herbicides and their mixtures on total proteins content and proper proteins in potato tubers. *Plant Soil Environ.* 51(11): 517 — 522.
- Zimnoch-Guzowska E., Flis B. 2006. Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 23 — 36.
- Zrůst J., Hala Z. 1994. Vliv prechodného období sucha na obsah celkového a bílkovinného dusíku a dusičnanů v hlízach brambor. *Rostl. Vyroba* 40: 271 — 279.

MAREK GUGAŁA**KRYSTYNA ZARZECKA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin,

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wpływ wybranych insektycydów na plonowanie ziemniaka

Effect of some insecticides on potato yield and yield characteristics

Wyniki badań pochodzą z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2004–2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe w układzie split-plot w trzech powtórzeniach. W doświadczeniu badano dwa czynniki: I. czynnik — odmiany ziemniaka: Wiking, Mors, Żagiel. II. czynnik — insektycydy stosowane do zwalczania stonki ziemniaczanej: 1. Obiekt kontrolny, bez insektycydów, 2. Actara 25 WG w dawce $0,08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, 3. Regent 200 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 4. Calypso 480 SC w dawce $0,05 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 5. Calypso 480 SC w dawce $0,075 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 6. Calypso 480 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Celem badań było określenie wpływu wybranych insektycydów stosowanych do zwalczania stonki ziemniaczanej na plon oraz jego strukturę. Masa bulw pod jedną rośliną jest cechą niezwykle ważną, gdyż decyduje o wydajności ziemniaka z jednostki powierzchni. Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej w istotny sposób różnicowały masę bulw z jednej rośliny. Największą wartość omawianej cechy zanotowano na obiekcie, na którym zastosowano preparat Calypso 480 SC w dawkach $0,075$ i $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, najmniejszą zaś z obiektu kontrolnego. Również w istotny sposób wartość tej cechy różnicowały odmiany. Największą masę bulw pod jedną rośliną otrzymano u odmiany Mors (średnio $683,4 \text{ g}$), zaś najmniejszą u odmiany Żagiel ($535,7 \text{ g}$). Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnego wpływu sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej oraz odmian na liczbę bulw pod jedną rośliną. Jednakże największą liczbę bulw z jednej rośliny uzyskano z obiektów 1. (obiekt kontrolny) i 2. (Actara 25 WG w dawce $0,08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), natomiast najmniejszą z obiektu 6. (Calypso 480 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Słowa kluczowe: insektycydy, liczba bulw, odmiany, masa bulw, plon, średnia masa bulwy, ziemniak

The results reported in this work come from a field experiment carried out at the University of Podlasie Experimental Station in Zawady in the years 2004–2006. The experimental design was split-plot with three replications. The following factors were examined in the study: factor 1 — potato varieties: Wiking, Mors and Żagiel; factor 2 — insecticides applied to combat Colorado potato beetle: control (without insecticides), Actara 25 WG at the rate of $0.08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Regent 200 SC at the rate of $0.1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, Calypso 480 SC at the rate of $0.05 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, Calypso 480 SC at the rate of $0.075 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, and Calypso 480 SC at the rate of $0.1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The objective of the study was to determine the effect of the insecticides applied to control Colorado potato beetle on tuber yield and structure. Tuber weight per plant is a very important characteristic because it conditions potato performance per unit area. The methods of Colorado potato beetle control significantly influenced tuber weight per plant. The highest

weight of tubers per plant was recorded in the treatment where Calypso 480 SC had been applied at the rates of 0.075 and 0.1 $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. In contrast, the lowest weight was stated in the control. Varieties also significantly affected values of the potato yield per plant. The highest weight was recorded for Mors (on average 683.4 g) whereas the lowest one was determined for Żagiel (535.7 g). The statistical calculation did not show significant influences of ways of fighting the potato beetle as well as the cultivars on number of tubers under one plant. However, the largest number of tubers per plant was recorded for the objects 1. (control object) and 2. (Actara 25 WG in dose 0,08 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), and the smallest number from object 6. (Calypso 480 SC in dose 0,1 $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Key words: insecticides, cultivars, number of tubers, tuber weight, total yield, average tuber weight, potato

WSTĘP

Ziemniak należy do gatunków trudniejszych w uprawie spośród roślin rolniczych z uwagi na częste i powszechne występowanie na plantacji wielu chorób i szkodników, jak zaraza ziemniaka czy stonka ziemniaczana (Nowacki, 2007).

Plon ogólny bulw, sadzeniaków i plon handlowych bulw ziemniaka zależą istotnie od odmian oraz ochrony roślin przeciwko chorobom i szkodnikom (Pytlarz-Kozicka i Golinowska, 2005).

Negatywny wpływ występowania chorób i szkodników w okresie wegetacji na plantacji ziemniaka jest dwójakiego rodzaju, agrofagi te niszcząc powierzchnię asymilacyjną roślin ziemniaka obniżają plon ogólny bulw (Nowacki, 2006).

Zdaniem Pawińskiej (2002) oraz Wachowiaka i Mrówczyńskiego (2003) stonka ziemniaczana występująca masowo może doprowadzić do całkowitego zniszczenia liści i łodyg. Zniszczenie organów asymilacji powoduje obniżenie plonu bulw ziemniaka. W skrajnych przypadkach, przy braku zabiegów ochronnych, straty mogą sięgać 80% plonu.

Brak ochrony plantacji ziemniaka przed stonką powoduje pogorszenie jakości bulw, a duży udział małych bulw ($\varnothing \leq 35 \text{ mm}$) w plonie, obniża plon handlowy, co ma szczególne znaczenie w uprawie ziemniaka konsumpcyjnego i przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego (Kapsa i in., 1999; Nowacki, 2006; Zarzecka, 2004).

Celem badań było określenie wpływu wybranych insektycydów stosowanych do zwalczania stonki ziemniaczanej na plon oraz jego strukturę.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki badań pochodzą z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2004–2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe w układzie split-plot w trzech powtórzeniach.

W doświadczeniu badano dwa czynniki:

- I. czynnik — odmiany ziemniaka: Wiking, Mors, Żagiel.
- II czynnik — insektycydy stosowane w zwalczaniu stonki ziemniaczanej:
 - 1. Obiekt kontrolny, bez insektycydów,
 - 2. Actara 25 WG w dawce 0,08 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$,
 - 3. Regent 200 SC w dawce 0,1 $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,

- 4. Calypso 480 SC w dawce 0,05 dm³·ha⁻¹,
- 5. Calypso 480 SC w dawce 0,075 dm³·ha⁻¹,
- 6. Calypso 480 SC w dawce 0,1 dm³·ha⁻¹.

Przed przystąpieniem do zbioru doświadczenia ze wszystkich poletek wykopano losowo bulwy z 10 roślin ziemniaka (z wyłączeniem roślin brzeżnych). W próbach tych obliczono liczbę bulw pod jedną rośliną, masę bulw z jednej rośliny i średnią masę jednej bulwy. Plon ogólny bulw wyliczono na podstawie masy bulw zebranych z powierzchni 15 m² dodając masę wcześniej pobranych prób.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem 'F' Fischera-Snedecora, a ocenę istotności różnic przy poziomie istotności P = 0,05 pomiędzy porównywanymi średnimi za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya.

W latach prowadzenia badań panowały zróżnicowane warunki pogodowe (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka warunków pogodowych w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2004–2006 (Stacja Meteorologiczna Zawady)
Characteristic of weather conditions in the vegetation period of the years 2004–2006 (Zawady Meteorological Station)

Lata Years	Miesiąc Month						IV — IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Opady — Rainfall (mm)							Suma — Sum
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8	268,8
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	228,1	20,9	358,6
Średnia z wielolecia Multiyear average	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7
Temperatura powietrza — Air temperature (°C)							Średnia — Mean
2004	8,0	11,7	15,5	17,5	18,9	13,0	14,1
2005	8,7	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0	15,0
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	15,4	15,8
Średnia z wielolecia Multiyear average	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	14,0
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinova Sielianinov's hydrothermic coefficients*							Średnia — Mean
2004	1,50	2,69	1,14	0,90	1,14	0,50	1,24
2005	0,47	1,60	0,92	1,51	0,84	0,35	1,00
2006	1,18	0,99	0,47	0,24	4,18	0,45	1,26

*Wartość współczynnika Sielianinova — Value of coefficients Sielianinov's (Bac i in., 1998)

< 0,5 silna posucha — strong drought

0,51–0,69 posucha — mild drought

0,70–0,99 słaba posucha — weak drought

≥ 1 brak posuchy — no drought

Rok 2004 na podstawie obliczonego współczynnika hydrotermicznego (K = 1,24), odznaczał się brakiem posuchy. W omawianym roku suma opadów wynosiła 320,9 mm i była mniejsza o 22,8 mm w porównaniu ze średnią sumą opadów z 15-lecia. Warunki pogodowe w poszczególnych miesiącach były zróżnicowane, a współczynniki Sielianinova w czasie wegetacji wahały się od 0,5 do 2,69. Największą ilość opadów odnotowano w

miesiącu maju — 97,0 mm i były one większe od średniej wieloletniej o 47,0 mm. Najsuchszym miesiącem był wrzesień, w którym odnotowano 19,5 mm opadów, tj. 60,7 mm mniej niż w wieloleciu. Średnie miesięczne temperatury powietrza w omawianym roku kształtowały się od 8,0 do 18,9°C, a średnia w sezonie wegetacyjnym (IV–IX) wynosiła 14,1°C.

Suma opadów w 2005 roku była mniejsza od średniej wieloletniej o 74,9 mm. Opady mniejsze od średniej sumy wieloletniej zanotowano w miesiącach kwietniu, czerwcu, sierpniu i wrześniu. Warunki wilgotnościowe w tym sezonie były niekorzystne, gdyż na przemian były miesiące skrajnie suche lub suche i wilgotne lub bardzo wilgotne. Średnie temperatury powietrza we wszystkich miesiącach wegetacji były zróżnicowane w odniesieniu do średnich z okresu wieloletniego.

W 2006 roku zanotowano największe opady — 358,6 mm. Znaczne wahania wystąpiły w miesiącach letnich — decydujących o plonowaniu ziemniaka. W czerwcu opady były mniejsze o 44,2 mm, lipcu o 29,5 mm, natomiast w sierpniu były większe o 161,3 mm w porównaniu do średniej sumy wieloletniej. Średnia miesięczna temperatura powietrza wynosiła 15,8°C i była większa o 1,8°C od średniej z okresu wieloletniego.

WYNIKI I DYSKUSJA

W okresie wegetacji ziemniak jest narażony na działanie wielu czynników obniżających zarówno jakość, jak i plonowanie. Aby zminimalizować straty i uzyskać plon dobrej jakości, należy stworzyć roślinom optymalne warunki rozwoju wykorzystując różne sposoby i środki ochrony. Środki ochrony roślin ograniczając występowanie i szkodliwość agrofagów, pomagają tworzyć optymalne warunki dla rozwoju roślin na plantacjach w celu uzyskania plonów dobrej jakości (Pawińska 2007, 2010).

Plony ziemniaka w naszym kraju rzadko osiągają 20 t z hektara, natomiast w ścisłych doświadczeniach polowych wynoszą powyżej 50 t z ha. Czynniki decydującymi o wielkości i jakości plonu są przede wszystkim: warunki atmosferyczne, właściwości odmianowe oraz poziom stosowanej agrotechniki w tym w ochrona przeciwko szkodnikom (Nowacki, 2006; Tarant, 2002; Pawińska, 2007; Zarzecka, 2009). Plon ogólny bulw omówiono w pracy Gugaly i in. (2009) a wartości przedstawiono w tabeli 2.

Ziemniak charakteryzuje się dużą zmiennością plonowania poszczególnych roślin dlatego ważna jest analiza w obrębie pojedynczej rośliny (Kołodziejczyk, 2000).

Masa bulw pod jedną rośliną jest cechą niezwykle ważną, gdyż decyduje o wydajności ziemniaka z jednostki powierzchni. Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej w istotny sposób różnicowały masę bulw z jednej rośliny (tab. 3). Największą wartość omawianej cechy zanotowano na obiekcie, na którym zastosowano preparat Calypso 480 SC w dawkach 0,075 i 0,1 dm³·ha⁻¹. Masa bulw pod jedną rośliną wynosiła odpowiednio 669,6 g i 714,1 g, najmniejszą zaś otrzymano z obiektu kontrolnego — średnio 457,5 g.

Tabela 2

Plon ogólny bulw ziemniaka t ha⁻¹
Total yield of potato tubers t ha⁻¹

Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Methods of fighting the potato beetle	Lata Years			Odmiany Cultivars			Średnio Mean
	2004	2005	2006	Wiking	Mors	Żagiel	
1. Obiekt kontrolny — control object	27,7	11,4	13,9	16,9	20,8	15,3	17,7
2. Actara 25 WG — 0,08 kg·ha ⁻¹	32,9	16,3	18,4	21,9	24,3	21,3	22,5
3. Regent 200 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	34,1	18,2	22,7	24,2	27,1	23,7	25,0
4. Calypso 480 SC — 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	33,6	17,6	19,5	22,6	26,0	22,1	23,6
5. Calypso 480 SC — 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	35,1	20,4	23,9	25,4	28,9	25,1	26,5
6. Calypso 480 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	36,7	21,8	26,7	28,6	30,6	26,1	28,4
Średnio — Mean	33,3	17,6	20,9	23,3	26,3	22,3	—

NIR; LSD_{0,05} dla; for: lat — years — 1,06; odmian — cultivars — 1,06; sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej — methods of fighting the potato beetle — 1,37; interakcja — interaction: sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej x lata — methods of fighting the potato beetle × years — r.n; n.s; sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej × odmiany — methods of fighting the potato beetle × cultivars — r.n; n.s

Tabela 3

Masa bulw z rośliny (g)
Tuber mass per plant (g)

Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Methods of fighting the potato beetle	Lata Years			Odmiany Cultivars			Średnio Mean
	2004	2005	2006	Wiking	Mors	Żagiel	
1. Obiekt kontrolny — control object	748,8	276,0	347,8	427,9	547,3	397,4	457,5
2. Actara 25 WG — 0,08 kg·ha ⁻¹	787,0	407,7	460,7	524,1	638,3	493,9	552,1
3. Regent 200 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	874,4	448,1	567,1	621,0	700,6	558,3	626,6
4. Calypso 480 SC — 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	805,5	434,5	487,7	541,4	676,8	509,7	576,0
5. Calypso 480 SC — 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	914,4	497,5	596,8	646,1	745,7	616,9	669,6
6. Calypso 480 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	940,7	533,6	668,2	712,8	791,4	638,2	714,1
Średnio — Mean	843,5	432,9	521,5	578,9	683,4	535,7	—

NIR; LSD_{0,05} dla; for: lat — years — 73,4; odmian — cultivars — 73,4; sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej — methods of fighting the potato beetle — 87,3; interakcja — interaction: r.n; n.s; sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej × lata — methods of fighting the potato beetle × years — r.n; n.s; sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej × odmiany — methods of fighting the potato beetle × cultivars — r.n; n.s

Również w istotny sposób wartość tej cechy różnicowały odmiany. Największą masę bulw pod jedną rośliną otrzymano u odmiany Mors (średnio 683,4 g), zaś najmniejszą u odmiany Żagiel (535,7 g), co znalazło potwierdzenie w badaniach Krzysztofik i in. (2009).

Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnego wpływu sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej oraz odmian na liczbę bulw pod jedną rośliną (tab. 4). Jednakże największą liczbę bulw z jednej rośliny uzyskano z obiektów 1. (obiekt kontrolny) i 2. (Actara 25 WG w dawce 0,08 kg·ha⁻¹), natomiast najmniejszą z obiektu 6. (Calypso 480 SC w dawce 0,1 dm³·ha⁻¹). Również Kołodziejczyk i in. (2009) w swoich badaniach nie odnotowali istotnego wpływu insektycydów na omawianą cechę, ale liczba bulw na obiekcie kontrolnym była mniejsza niż na pozostałych obiektach, na których zastosowano ochronę przeciwko stonce ziemniaczanej.

Tabela 4

Liczba bulw z rośliny (szt.)
Tuber number per plant

Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Methods of fighting the potato beetle	Lata Years			Odmiany Cultivars			Średnio Mean
	2004	2005	2006	Wiking	Mors	Żagiel	
1. Obiekt kontrolny — control object	8,6	12,4	6,3	8,0	9,8	9,6	9,1
2. Actara 25 WG — 0,08 kg·ha ⁻¹	8,3	11,3	7,8	8,2	8,9	10,2	9,1
3. Regent 200 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	7,8	10,8	9,2	8,4	8,8	10,5	9,2
4. Calypso 480 SC — 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	7,9	10,7	8,1	8,0	9,0	9,7	8,9
5. Calypso 480 SC — 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	7,7	10,3	9,0	8,1	8,8	10,1	9,0
6. Calypso 480 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	7,4	8,5	9,1	8,3	8,3	8,5	8,4
Średnio — Mean	7,9	10,7	8,3	8,2	8,9	9,8	—

NIR; LSD_{0,05} dla; for: lat — years — 1,0; odmian — cultivars — r.n; n.s; sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej — methods of fighting the potato beetle — r.n; n.s; interakcja — interaction: sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej × lata — methods of fighting the potato beetle × years — r.n; n.s; sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej × odmiany — methods of fighting the potato beetle × cultivars — r.n; n.s

Analizując wpływ odmian na liczbę bulw pod jedną rośliną nie stwierdzono istotnych różnic. Natomiast o istotnym wpływie odmian na liczbę bulw pod rośliną świadczą badania Kołodziejczyka (2004).

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny wpływ sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej na średnią masę jednej bulwy (tab. 5). Największą średnią masę jednej bulwy (88,8 g) uzyskano na obiekcie 4., na którym zastosowano preparat Calypso 480 SC w dawce 0,1 dm³·ha⁻¹, najmniejszą zaś na obiekcie kontrolnym (56,4 g). Zbliżone wyniki uzyskali w swoich badaniach Kołodziejczyk i in. (2009). Zdaniem autorów zwalczanie stonki ziemniaczanej przyczyniło się do wzrostu średniej masy bulwy.

Tabela 5

Średnia masa jednej bulwy (g)
Average mass of tuber (g)

Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Methods of fighting the potato beetle	Lata Years			Odmiany Cultivars			Średnio Mean
	2004	2005	2006	Wiking	Mors	Żagiel	
1. Obiekt kontrolny — control object	91,2	23,1	54,8	57,5	63,5	48,2	56,4
2. Actara 25 WG — 0,08 kg·ha ⁻¹	100,1	37,9	59,6	66,2	78,4	53,0	65,9
3. Regent 200 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	114,5	43,9	61,3	77,2	83,2	59,3	73,2
4. Calypso 480 SC — 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	103,7	42,0	60,3	68,5	80,9	56,5	68,7
5. Calypso 480 SC — 0,075 dm ³ ·ha ⁻¹	130,8	50,2	65,8	84,4	97,7	64,8	82,3
6. Calypso 480 SC — 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	129,6	63,2	73,6	89,6	100,4	76,4	88,8
Średnio — Mean	111,7	43,4	62,6	73,9	84,0	59,7	—

NIR; LSD_{0,05} dla; for: lat — years — 10,7; odmian — cultivars — 10,7; sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej — methods of fighting the potato beetle — 16,2; interakcja — interaction: sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej × lata — methods of fighting the potato beetle × years — r.n; n.s; sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej × odmiany — methods of fighting the potato beetle × cultivars — r.n; n.s

Z badań wielu autorów (Starczewski i in., 2006; Kołodziejczyk, 2004; Pytlarz-Kozicka i Golinowska, 2006) masa pojedynczej bulwy w istotny sposób zależy od uprawianej odmiany, co znalazło potwierdzenie w badaniach własnych. Najdorodniejsze bulwy

wykształciła odmiana Mors, natomiast najmniejsze Żagiel. Średnia masa pojedynczej bulwy wyniosła odpowiednio 84,0 g i 59,7 g.

Zdaniem Kalbarczyka (2004) udział czynników agrometeorologicznych w zmienności plonów ziemniaka w warunkach doświadczalnych kształtuje się od około 20% w południowo-zachodniej części kraju i wzrastał do 60% w środkowo-wschodniej, natomiast w warunkach produkcyjnych waha się od około 40% w południowej części kraju do blisko 80% w północno-zachodniej.

W prowadzonych badaniach stwierdzono, że zarówno ilość opadów, jak i ich rozkład decydowały o wielkości plonu bulw. Największy plon ogólny uzyskano w roku o korzystnych warunkach wilgotnościowo-termicznych, a najmniejszy w roku, w którym warunki atmosferyczne w poszczególnych miesiącach były na przemian skrajnie od suchych do bardzo wilgotnych. Zmienne warunki meteorologiczne panujące w latach prowadzonych badań wpływały istotnie na masę i liczbę bulw pod jedną rośliną oraz na średnią masę jednej bulwy. Największą masę bulw z jednej rośliny, jak i średnią masę jednej bulwy uzyskano w 2004 roku, optymalnym pod względem opadów i temperatur, natomiast najmniejszą w 2005 roku. Zbliżone wyniki uzyskali w swoich badaniach (Kołodziejczyk i in., 2009; Gugęła i in., 2009) natomiast Wojciechowski i Parylak (2004) nie stwierdzili istotnego wpływu warunków atmosferycznych na masę bulw z jednej rośliny, natomiast istotny wpływ miały warunki pogodowe na liczbę bulw pod jedną rośliną.

WNIOSKI

1. Zastosowane w doświadczeniu insektycydy skutecznie wpływały na wzrost plonu ogólnego oraz masę bulw i średnią masę jednej bulwy. Największą wartość omawianych cech uzyskano z obiektów opryskiwanych insektycydem Calypso 480 SC w dawkach 0,075 i 0,1 dm³·ha⁻¹.
2. Zmienne warunki pogodowe w poszczególnych latach badań wywarły istotny wpływ na omawiane cechy. Największy plon bulw, masę bulw pod jedną rośliną oraz średnią jedną bulwy uzyskano w roku 2004, charakteryzującym się najkorzystniejszym rozkładem opadów atmosferycznych.
3. Stonka ziemniaczana żerująca na plantacji ziemniaka ogranicza wielkość plonów i pogarsza jakość bulw. Przy doborze insektycydów nowej generacji należy kierować się nie tylko skutecznością w jej ograniczaniu, ale również ich oddziaływaniem na plon oraz parametry jednostkowe plonu.

LITERATURA

- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. Wyd. PWN, Warszawa: 274.
- Gugęła M., Zarzecka K., Artych P. 2009. Wpływ insektycydów na plon bulw ziemniaka i jego strukturę. Biul. IHAR 251: 215 — 223.
- Kalbarczyk R. 2004. Czynniki agrometeorologiczne a plony ziemniaka w różnych rejonach Polski. Acta Agroph. 4 (2): 339 — 350.
- Kapsa J., Pawińska M., Osowski J., Gawlińska H., Urbanowicz J., Erlichowski T. 1999. Kompleksowa ochrona plantacji ziemniaka jadalnego przed agrofagami. Mat. Konf. Nauk. nt. Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa

- spożywczego — czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość. Radzików, 23–25 lutego: 76 — 78.
- Kołodziejczyk M. 2000. Kształtowanie się plonu bulw łanu i pojedynczej rośliny ziemniaka jadalnego. Biul. IHAR 214: 221 — 230.
- Kołodziejczyk M. 2004. Wpływ nawożenia na wielkość i strukturę plonu bulw ziemniaka. Annales UMCS, Sec. E, 59, 3: 1455 — 1463.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Ropek D. 2009. Production effectiveness of potato protection using selected insecticides for potato beetle control (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Acta Sci. Pol., Agricultura 8 (4): 5 — 14.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. Inż. Rol. 5 (114): 123 — 129.
- Nowacki W. 2007. Porównanie efektywności stosowania systemu ekologicznego i integrowanego w uprawie ziemniaka. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 48 (4): 1526 — 1534.
- Nowacki W. 2006. Straty plonu handlowego ziemniaków powodowane przez choroby i szkodniki w 2005 roku. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46 (1): 193 — 201.
- Pawińska M. 2002. Nowe perspektywy ochrony ziemniaka przed stonką ziemniaczaną. Zesz. Nauk. AR Kraków 387: 265 — 269.
- Pawińska M. 2010. Ochrona ziemniaków. IHAR w Radzikowie: 1 — 8.
- Pawińska M. 2007. System ochrony ziemniaków przed agrofagami. Fragm. Agronom. 4 (96): 82 — 91.
- Pytlarz-Kozicka M., Golinowska M. 2005. Efektywność ekonomiczna ochrony roślin w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 45 (1): 397 — 403.
- Pytlarz-Kozicka M., Golinowska M. 2006. Efektywność ekonomiczna ochrony roślin w uprawie ziemniaków z różnych grup wczesności. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 46 (1): 312 — 318.
- Starzewski J., Turska E., Czarnocki Sz., 2006: Wpływ zagęszczenia gleby spowodowanego różną liczbą przejazdów ciągnikiem i różną szerokością narzędzi na plon i jakość bulw ziemniaka. Pam. Puł. 142: 479 — 489.
- Tarant Sz. 2002. Analiza tendencji w produkcji ziemniaków w Polsce w latach dziewięćdziesiątych. Rocz. AR w Poznaniu, CCCXLIII: 193 — 203.
- Wachowiak H., Mrówczyński M. 2003. Stonka ziemniaczana i jej zwalczanie. Ochr. Roślin 6: 13 — 14.
- Wojciechowski W., Parylak D. 2004. Oddziaływanie przyoranego międzyplonu ścierniskowego na plonowanie ziemniaka w płodozmianach specjalistycznych. Annales UMCS, Sec. E, 59, 3: 1121 — 1121 — 1128.
- Zarzecka K. 2004. Calypso 480 SC — sprecyzuje twój cel. Agrotechnika, 5: 17 — 18.
- Zarzecka K. 2009. Rozwój produkcji ziemniaka a jego ochrona przed agrofagami. Rocz. Nauk. SERiA XI, z. 1: 475 — 478.

MAREK GUGAŁA**KRYSTYNA ZARZECKA****IWONA MYSTKOWSKA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach stosowania insektycydów nowej generacji

Occurrence of defects of potato tubers in conditions of application of new generation insecticides

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: czynnik I — odmiany ziemniaka: Wiking, Mors, Żagiel, czynnik II — sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej z udziałem insektycydów: Actara 25 WG w dawce $0,08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Regent 200 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, Calypso 480 SC w trzech dawkach: 0,05; 0,075; $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i obiekt kontrolny bez insektycydów. Stosowanie insektycydów przyczyniło się do zmniejszenia wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw średnio o 6,1% w porównaniu do obiektu kontrolnego bez ochrony chemicznej. Istotny wpływ na występowanie wad w plonie ziemniaka miały również uprawiane odmiany i warunki pogodowe w latach prowadzenia badań.

Słowa kluczowe: insektycydy, stonka ziemniaczana, wady plonu, ziemniak

A field experiment was carried out in the years 2004–2006 at the Experimental Station Zawady of the University of Podlasie in Siedlce. The experiment was set in the split-plot design as a two-factorial, three-replication trial. The factors examined were as follows: factor I — potato cultivars: Wiking, Mors, Żagiel, factor II — methods of Colorado beetle control including the following insecticides: Actara 25 WG — $0,08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Regent 200 SC — $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ and Calypso 480 SC at three rates: 0,05; 0,075; $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, and the control without insecticides. The insecticides contributed to decrease of external and internal defects by 6.1% as compared to the control without chemical control. Significant effects of the cultivars and weather conditions on the occurrence of defects of potato yield were observed in the years of study.

Key words: Colorado potato beetle, defects of yield, insecticides, potato

WSTĘP

Szkodniki, choroby, a także chwasty występujące w uprawie ziemniaka, nie tylko ograniczają wielkość plonów, ale również pogarszają jakość bulw. Zapobieganie stratom wyrządzanym przez agrofagi wymusza stosowanie różnych chemicznych środków ochrony roślin — insektycydów, fungicydów i herbicydów (Leszczyński, 2002). Wytworzenie wysokiego plonu o dobrej jakości wymaga wielu zabiegów (Nowacki, 2006a; Pawińska i Przybysz, 2004; Pytlarz-Kozicka, 2002). Ziemniak w Polsce staje się głównie rośliną jadalną, podobnie jak w innych krajach, a na cele konsumpcyjne przeznaczają się już 40,2% zbiorów (Dzwonkowski i in., 2009). Dlatego jest ważne, aby udział plonu handlowego w plonie ogólnym był duży, a obecność bulw z uszkodzeniami i wadami jak najmniejsza (Gruczek, 2001; Nowacki 2006 b, Zarzyńska i Wroniak, 2007). Według Nowackiego (2007) do wad bulw obniżających poziom plonu handlowego należą: bulwy drobne, zazieleniałe, zdeformowane, z silnymi pęknięciami fizjologicznymi, uszkodzone mechanicznie i przez szkodniki oraz porażone chorobami.

Celem badań było określenie wpływu insektycydów nowej generacji na występowanie w zebranych plonie bulw małych i bulw z wadami zewnętrznymi i wewnętrznymi.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Zlokalizowano je na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego, o niskiej do wysokiej zasobności w przyswajalny fosfor i wysokiej w potas do bardzo wysokiej w magnez. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach, a badanymi czynnikami były:

- I — odmiany ziemniaka jadalnego: Wiking, Mors, Żagiel,
- II — sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej z udziałem trzech insektycydów w tym jeden w trzech dawkach:
 - 1. obiekt kontrolny, bez ochrony chemicznej
 - 2. Actara 25 WG (tiametoksam) w dawce $80 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$,
 - 3. Regent 200 SC (fipronil) w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
 - 4. Calypso 480 SC (tiachlopyrd) w dawce $0,05 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
 - 5. Calypso 480 SC w dawce $0,075 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
 - 6. Calypso 480 SC w dawce $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Ziemniak uprawiano po pszenicy ozimej na stałym nawożeniu organicznym (obornik $25,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) i mineralnym ($N = 100$, $P = 44,0$, $K = 124,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Bulwy ziemniaka sadzono ręcznie, w rozstawie $67,5 \text{ cm} \times 37 \text{ cm}$, w trzeciej dekadzie kwietnia. Opryskiwanie insektycydami przeciw stonce ziemniaczanej wykonano po wystąpieniu stadium larwalnego L_1 i L_2 . Tuż przed zbiorem wykopano bulwy z 10 krzaków każdego obiektu (z dwóch środkowych rzędów z wyłączeniem roślin brzeżnych) i dokonano analizy struktury prób na frakcje o średnicy: do 40 mm, 40–50, 50–60 i powyżej 60 mm. Masę bulw o średnicy do 40 mm przyjęto za bulwy drobne. W pozostałych frakcjach oznaczono wady

zewewnętrzne, tj.: zazielenienia, deformacje, uszkodzenia przez szkodniki i perz właściwy, uszkodzenia mechaniczne, porażenie parchem zwykłym i rizoktoniozą. Następnie na 30 bulwach o średnicy powyżej 40 mm określono na podłużnym przekroju bulwy wady wewnętrzne — rdzawą plamistość miąższu i brunatną pustowatość serc (Roztropowicz, 1999). Bulwy małe i bulwy z wadami przyjęto jako masę bulw niehandlowych (plon uboczny). Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic testowano testem Tukeya na poziomie $p = 0,05$.

Warunki klimatyczne w trzyletnim okresie opracowano w oparciu o współczynnik hydrotermiczny Sielianinova (tab. 1).

Tabela 1

Warunki atmosferyczne w czasie wegetacji ziemniaka
Weather conditions during the vegetation of potato

Miesiące Months	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinova Sielianinov's hydrothermic coefficient*		
	2004	2005	2006
Kwiecień — April	1,5	0,5	1,2
Maj — May	2,7	1,6	1,0
Czerwiec — June	1,1	0,9	0,5
Lipiec — July	0,9	1,5	0,2
Sierpień — August	1,1	0,8	4,2
Wrzesień — September	0,5	0,4	0,5
Średnio-Mean	1,20	0,95	1,26
Suma opadów w okresie wegetacji (mm) Sum of rainfall in the vegetation period (mm)	320,9	269,2	358,6
Odchylenie od średniej wieloletniej (1981-1995) Deviation from multi — year mean (1981-1995)	-22,8	-74,5	+14,9
Temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)	14,1	15,0	15,8
Odchylenie od średniej wieloletniej 1981–1995) Deviation from multi — year mean (1981–1995)	+0,1	+1,0	+1,8
Charakterystyka wilgotnościowa Humidity characteristic	przeciętny average	suchy dry	przeciętny average

*do 0,5 silna posucha; strong drought

0,51-0,69 posucha; drought

0,70-0,99 słaba posucha; weak drought

≥1 brak posuchy; no drought

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na podstawie analizy struktury plonu wykazano zróżnicowanie udziału bulw małych o średnicy poniżej 40 mm w zależności od uprawianych odmian, sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej i warunków pogodowych panujących podczas wegetacji ziemniaka (tab. 2). Plon bulw uprawianych odmian cechował się zróżnicowanym udziałem frakcji bulw małych. Najmniejszym udziałem bulw niehandlowych odznaczała się odmiana Mors — średnio 12,3%, a największym kreacja Żagiel — średnio 17,9%. Wpływ odmiany na udział bulw małych odnotowali Krzysztofik i in. (2004, 2009), Pytlarz-Kozicka (2002) oraz Zarzyńska i Wroniak (2007). Także sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej modyfikowały udział bulw małych w plonie. Na obiektach chronionych chemicznie bulwy

małe stanowiły od 9,2 do 16,4%, a w wariancie kontrolnym bez insektycydów 23,4%, co w przeliczeniu na masę bulw z jednostki powierzchni wynosiło odpowiednio od 2,62 do 3,69 t·ha⁻¹ i 4,13 t·ha⁻¹, a różnice były udowodnione statystycznie. Również Nowacki (2007) zaobserwował zróżnicowany udział bulw drobnych — w systemie ekologicznym udział bulw o $\phi \leq 40$ mm wynosił 11,8%, a w integrowanym 8,2%. Inni autorzy także stwierdzili, że skuteczne zwalczanie stonki ziemniaczanej insektycydami z grupy neonikotynoidów i fenylopirazoli korzystnie oddziaływało na plonowanie ziemniaka (Gugła i Zarzecka, 2007; Kowalska, 2010; Oltean i Porca, 2003). Także Kowalska i Kühne (2008) w badaniach przeprowadzonych w Polsce i w Niemczech obserwowali wysoką skuteczność owadobójczą preparatu NeemAzal T/S w stosunku do jaj i młodszych stadiów larwalnych stonki ziemniaczanej, w wyniku czego uzyskali przyrost plonu od 1,9 do 7,0 t·ha⁻¹.

Tabela 2

Udział bulw małych w plonie ogólnym i ich masa z 1 ha
Share of small tubers in the total yield and their mass per 1ha

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Udział bulw małych o ϕ do 40 mm Share of small tubers up to 40 mm ϕ (%)	Masa bulw małych Mass of small tubers (t·ha ⁻¹)
Odmiany Cultivars	1. Wiking	14,1	3,27
	2. Mors	12,3	2,94
	3. Żagiel	17,9	3,98
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	—	0,20
Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Methods of potato beetle control	1. object kontrolny — control object	23,4	4,13
	2. Actara 25 WG 80 g·ha ⁻¹	16,4	3,69
	3. Regent 200 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	14,6	3,65
	4. Calypso 480 SC 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	14,0	3,29
	5. Calypso 480 SC 0,75 dm ³ ·ha ⁻¹	11,3	3,00
	6. Calypso 480 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	9,2	2,62
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	—	0,30
Lata Years	2004	7,5	2,49
	2005	21,0	4,34
	2006	16,1	3,35
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	—	0,20
Średnio — Mean		14,8	3,40

Na kształtowanie struktury plonu ziemniaka wpływały warunki pogodowe w latach badań. Najwięcej bulw małych wytworzyły rośliny ziemniaka w 2005 roku, który był suchy i ciepły, a najmniej w 2004, w którym warunki hydrotermiczne były najkorzystniejsze w porównaniu do pozostałych sezonów, w których prowadzono badania.

Wyniki badań przedstawione w tabeli 3 wskazują, że brak ochrony chemicznej przeciw stonke ziemniaczanej ujemnie wpłynął na cechy jakości bulw wyrażone sumą wad zewnętrznych i wewnętrznych, która na obiekcie kontrolnym wynosiła 11,4%, a po zastosowaniu insektycydów 3,5–7,7%. Najmniej bulw z wadami było na obiektach chronionych insektycydami Calypso 480 SC w dawkach 0,075 i 0,1 dm³·ha⁻¹ i Regent 200 SC w ilości 0,1 dm³·ha⁻¹. Otrzymane wyniki potwierdzają w dużym zakresie badania Nowackiego (2007), który w systemie ekologicznym (bez chemicznych środków ochrony

roślin) stwierdził 24,8% udziału podstawowych wad wyglądu bulw, a w systemie integrowanym mniej — 16,8%. W prowadzonych badaniach udział bulw z wadami zewnętrznymi i wewnętrznymi oraz suma tych wad zależały istotnie od uprawianych odmian i warunków meteorologicznych w latach badań. Również Głuska (2002), Krzysztofik i in. (2004) oraz Zarzyńska i Wroniak (2007) stwierdzili, że wady bulw ziemniaka w dużym stopniu kształtowały warunki pogodowe, glebowe oraz czynnik odmianowy. Kelm i in. (2010) także wskazują duży wpływ czynników pogodowych na rozwój stonki ziemniaczanej — intensywne opady sprzyjają wysokiej redukcji owada, a wysokie temperatury przyspieszają tempo rozwoju szkodnika, co w następstwie decyduje o plonowaniu ziemniaka.

Tabela 3

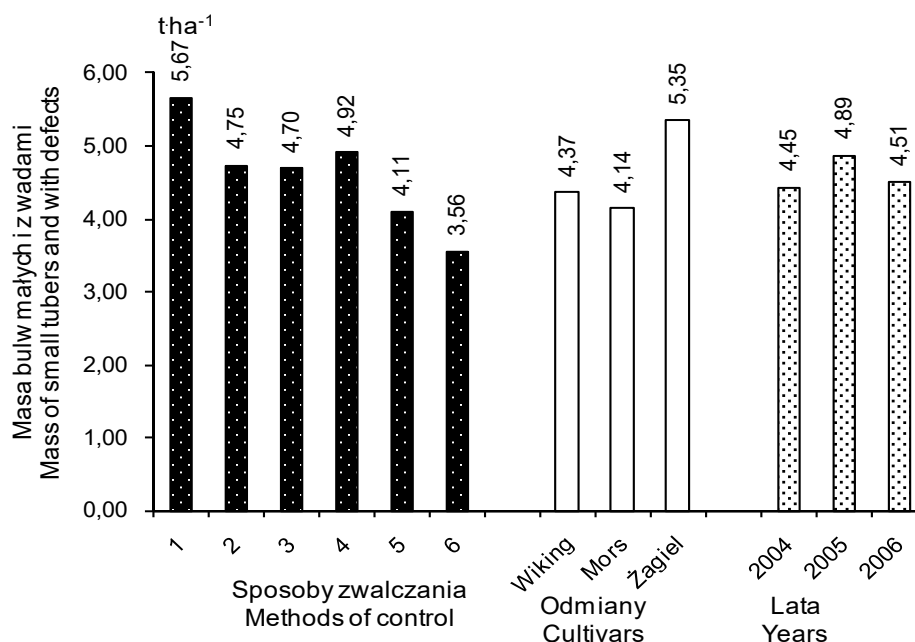
Udział bulw ziemniaka z wadami zewnętrznymi i wewnętrznymi
Share of potato tubers with external and internal defects

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Wady zewnętrzne External defects (%)	Wady wewnętrzne Internal defects (%)	Suma wad bulw Total of tuber defects (%)	Masa bulw z wadami Mass of tubers with defects (t·ha ⁻¹)
Odmiany Cultivars	1. Wiking	4,8	0,9	5,7	1,10
	2. Mors	5,0	0,6	5,6	1,20
	3. Żagiel	6,5	1,1	7,6	1,37
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	1,01	0,2	1,2	r.n.
Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej Methods of potato beetle control	1. object kontrolny — control object	9,6	1,8	11,4	1,54
	2. Actara 25 WG 80 g·ha ⁻¹	5,2	0,5	5,7	1,06
	3. Regent 200 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	4,7	0,1	4,9	1,05
	4. Calypso 480 SC 0,05 dm ³ ·ha ⁻¹	5,9	1,8	7,7	1,63
	5. Calypso 480 SC 0,75 dm ³ ·ha ⁻¹	3,9	0,4	4,6	1,11
	6. Calypso 480 SC 0,1 dm ³ ·ha ⁻¹	3,4	0,1	3,5	0,94
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		1,61	0,4	1,7	0,41
Lata Years	2004	5,4	0,9	6,5	1,96
	2005	4,5	0,5	5,0	0,55
	2006	6,4	1,0	7,4	1,16
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,9	2,2	1,1	0,41
Średnio — Mean		1,01	0,8	6,3	1,22

Określając jakość plonu udziałem bulw małych i bulw z wadami, a następnie masą tych bulw na jednostkę powierzchni otrzymujemy plon uboczny, który nie może być sprzedany w obrocie rynkowym, gdyż ma bardzo małą wartość albo nie przedstawia żadnej wartości (Nowacki, 2006 a). W realizowanym doświadczeniu masa bulw małych i z wadami z 1 ha wynosiła średnio 5,67 t·ha⁻¹ na obiekcie bez insektycydów i od 3,56 do 4,92 z zastosowaniem insektycydów. Zbliżone wartości plonu ubocznego przy różnych technologiach uprawy (proekologiczna, integrowana i konwencjonalna) uzyskała Pytlarz-Kozicka (2002) oraz Gugła i in. (2008) przy zabiegach pielęgnacyjnych mechanicznych i mechaniczno-chemicznych.

Leszczyński (2002) oraz Nowacki i Podolska (2005) podkreślają, że ochrona plantacji przed szkodnikami, chorobami i chwastami jest jednym z ważniejszych elementów w technologii uprawy ziemniaka. Zdaniem Pytlarz-Kozickiej (2002) nieskuteczna ochrona

bądź jej zaniechanie powodują skrócenie okresu wegetacji, co w konsekwencji prowadzi do spadku plonu, zdrobnienia bulw i pogorszenia cech jakościowych ziemniaka.



Rys. 1. Masa bulw małych i bulw z wadami ($t \cdot ha^{-1}$)
Fig. 1. Mass of small tubers and tubers with defects ($t \cdot ha^{-1}$)

WNIOSKI

1. Insektycydy — Actara 25 WG, Regent 200 SC i Calypso 480 SC — stosowane przeciw stonce ziemniaczanej przyczyniły się do zmniejszenia udziału bulw małych i bulw z wadami zewnętrznymi i wewnętrznymi.
2. Preparat Calypso 480 SC aplikowany w dawkach $0,075$ i $0,1 \text{ dm}^3 \cdot ha^{-1}$ najbardziej ograniczał masę bulw małych i z wadami z jednostki powierzchni.
3. Istotny wpływ na występowanie wad i udział bulw małych miały uprawiane odmiany ziemniaka, największą masę bulw małych i z wadami odznaczała się odmiana Żagiel.

LITERATURA

- Dzwonkowski W., Szczepaniak I., Zalewski A., Lewandowski R. 2009. Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. Analizy rynkowe. Wyd. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 36: 1 — 28.
- Głuska A. 2002. Wpływ warunków glebowych i rozkładu opadów na plon i niektóre cechy jakości bulw jako ograniczenia w produkcji ekologicznej ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 113 — 121.

- Gruczek T. 2001. Kierunki zmian w technologii produkcji ziemniaka. Mat. Ogólnopolskiego Forum Producentów, Dystrybutorów i Przetwórców Ziemniaka. Jadwisin-Brwinów, 7–8 marca: 56 — 64.
- Gugąła M., Zarzecka K. 2007. Porównanie skuteczności insektycydów w zwalczaniu stonki ziemniaczanej. Biul. IHAR 246: 151 — 157.
- Gugąła M., Zarzecka K., Baronowska A. 2008. Wpływ sposobów uprawy roli i odchwaszczania na występowanie wad w plonie ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 530: 161 — 168.
- Kelm M., Fostiak I., Kadłubiec W. 2010. Czynniki warunkujące zagrożenie upraw ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Fragm. Agron. 27 (1): 62 — 72.
- Kowalska J. 2010. Spinosad effectively controls Colorado potato beetle, *Lepinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) in organic potato. Acta Agric. Scandinavica B 60 (3): 283 — 286.
- Kowalska J., Kühne S. 2008. Ocena wrażliwości stonki ziemniaczanej *Leptinotarsa decemlineata* (Say) na azadyrachtynę. Fragm. Agron. 4 (100): 45 — 54.
- Krzysztofik B., Szczówka P., Nawara P. 2004. Zmiany cech jakościowych bulw ziemniaka wynikające z czynników glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 225 — 234.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. Inżynieria Rolnicza 5 (114): 123 — 129.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 47 — 64.
- Nowacki W. 2006a. Straty w plonie handlowym czynnikiem determinującym efektywność ekonomiczną produkcji ziemniaków jadalnych. Roczn. Nauk. Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu 8 (1): 133 — 136.
- Nowacki W. 2006 b. Udział plonu handlowego w plonie ogólnym jadalnych odmian ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 429 — 440.
- Nowacki W. 2007. Plon handlowy i straty przechowalnicze ziemniaka jadalnego uprawianego w systemie ekologicznym i integrowanym. J. Res. Applic. Agric. Engineering 52 (4): 5 — 9.
- Nowacki W., Podolska G. 2005. Intensywność technologii a jakość ziemniaków. Mat. Konf. Nauk. nt. Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej. Puławy, 1–2 czerwca: 135 — 140.
- Oltean I., Porca M. M. 2003. Researches related to the chemical fight of the Colorado bug *Leptinotarsa clecemlineta* Say. J. Central Europ. Agric. 4(3): 257 — 263.
- Pawińska M., Przybysz E. 2004. Zmiany zagrożenia i ochrony ziemniaka przed stonką ziemniaczaną. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 383 — 389.
- Pytłarz-Kozicka M. 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 147 — 155.
- Roztropowicz S. (red.) 1999. Metodyka obserwacji pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Wyd. IHAR, Oddział w Jadwisinie: 1 — 50.
- Zarzyńska K., Wroniak J. 2007. Różnice w jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. J. Res. Applic. Agric. Engineering 52 (4): 108 — 113.

MAREK GUGAŁA**KRYSTYNA ZARZECKA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wpływ herbicydów na zawartość suchej masy, białka i skrobi w bulwach ziemniaka

The influence of herbicides on content of dry matter, protein and starch in potato tubers

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie realizowano w układzie losowanych bloków jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach. I. czynnik — dwie odmiany ziemniaka: Irga i Balbina. II. czynnik — cztery sposoby pielęgnacji: 1. pielęgnacja mechaniczna — obiekt kontrolny, 2. pielęgnacja mechaniczna + Plateen 41,5 WG 2,0 kg·ha⁻¹, 3. pielęgnacja mechaniczna + Racer 250 EC 3 dm³·ha⁻¹, 4. pielęgnacja mechaniczna + Sencor 70 WG 1,0 kg·ha⁻¹. Celem badań było określenie wpływu stosowanych w uprawie herbicydów na plon składników odżywczych bulw ziemniaka. Zastosowana w doświadczeniu pielęgnacja mechaniczno-chemiczna wpłynęła korzystnie na wzrost plonu suchej masy bulw w porównaniu do pielęgnacji wyłącznie mechanicznej. Istotne różnice zanotowano pomiędzy obiektem kontrolnym a obiektami 2. na którym zastosowano pielęgnację mechaniczną a następnie preparat Plateen 41,5 WG w ilości 2,0 kg·ha⁻¹ oraz 4. gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną i herbicyd Sencor 70 WG w dawce 1,0 kg·ha⁻¹. Podobnie, jak w przypadku plonu suchej masy bulw i skrobi, o wielkości plonu białka ogólnego i właściwego decydowały głównie masa zebranych bulw oraz koncentracja w nich omawianego składnika. Wielkości te były różnicowane przez czynniki doświadczenia. Największy plon białka ogólnego i właściwego uzyskano z obiektu, na którym zastosowano tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG 1,0 kg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: odmiany, plon białka, plon skrobi, plon suchej masy, sposoby pielęgnacji

A field experiment was carried out of the Experimental Farm in Zawady at the University of Podlasie in Siedlce in the years 2005–2007. A randomized complete block design with three replications was used to examine influence of the following two factors: two potato varieties (factor 1) — Irga and Balbina; four cultivation techniques to control weeds (factor 2) — mechanical cultivation (control), mechanical cultivation + Plateen 41.5 WG 2.0 kg·ha⁻¹, mechanical cultivation + Racer 250 EC 3 dm³·ha⁻¹, and mechanical cultivation + Sencor 70 WG 1.0 kg·ha⁻¹. The purpose of the study was to determine the effect of the herbicides on yield of nutrients in potato tubers. Mechanical cultivation combined with an application of the chemicals contributed to increased tuber dry matter yield, as compared to the control. There were significant differences between the control and the second treatment where mechanical cultivation was followed by spraying with Platen 41.5 WG at the rate of 2.0 kg·ha⁻¹, and the last treatment where the herbicide was Sencor 70 WG applied at the rate of 1.0

kg·ha⁻¹. Similarly, as in case of yield of dry matter tubers and starch yield the deciding influence on protein yield had the mass of harvested tubers as well as concentration of the component. These values were differentiated by the experimental factors. The largest yield of total and true protein was recorded for the object on which the herbicide Sencor 70 WG was applied just before emergence at the dose of 1.0 kg·ha⁻¹.

Key words: cultivars, cultivation techniques, dry matter yield, protein yield, starch yield

WSTĘP

Ziemniak jadalny stanowi podstawę diety większości Polaków. Mimo mniejszej produkcji ziemniaka w ostatnich latach, jego spożycie w dalszym ciągu utrzymuje się na wysokim poziomie około 120 kg na 1 mieszkańca rocznie (GUS, 2009).

Ważnym elementem w produkcji ziemniaka jest jego jakość. Zdaniem Gójskiego (1994), Nowackiego i Podolskiej (2005) zabiegi agrotechniczne, w tym ochrona przeciw chwastom, są czynnikiem stabilizującym wysokość i jakość plonów. Ponadto w produkcji ziemniaka na cele spożywcze i przemysłowe, równie ważna, jak ilość wyprodukowanej biomasy, jest zawartość oraz plon suchej masy, białka i skrobi (Puła i Skowera, 2004).

W pracy przyjęto hipotezę badawczą, że zabiegi pielęgnacyjne z użyciem herbicydów pozwolą uzyskać wyższe plony składników odżywczych ziemniaka w porównaniu z zabiegami wyłącznie mechanicznymi. Stąd też celem badań było określenie wpływu stosowanych w uprawie herbicydów na plon suchej masy, skrobi, białka ogólnego i właściwego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady, należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Eksperyment realizowano w układzie split-plot jako dwuczynnikowy w trzech powtórzeniach.

I. czynnik — dwie odmiany ziemniaka: Irga i Balbina,

II. czynnik — cztery sposoby pielęgnacji:

- 1. pielęgnacja mechaniczna — obiekt kontrolny,
- 2. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Plateen 41,5 WG 2,0 kg·ha⁻¹,
- 3. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. 1. krotne obredlanie i do 10 dni po posadzeniu ziemniaków opryskiwanie herbicydem Racer 250 EC 3,0 dm³·ha⁻¹,
- 4. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG 1,0 kg·ha⁻¹.

Przed przystąpieniem do zbioru doświadczenia ze wszystkich poletek wykopano losowo bulwy z 10 roślin ziemniaka (z wyłączeniem roślin brzeżnych). Plon ogólny obliczono na podstawie masy bulw zebranych z poletka o powierzchni 15 m². Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkowo-wagową. Zawartość skrobi oznaczono na wadze Reimanna, natomiast zawartość azotu ogólnego oznaczono metodą Kjeldahla i przeliczono na białko ogólne, stosując mnożnik 6,25. Białko właściwe oznaczono metodą Kjeldahla przed oznaczeniem oddzielono białko od związków niebiałkowych poprzez

strącenie kwasem tróchlorowooctowym. Plon suchej masy bulw, plon skrobi i plon białka ogólnego i właściwego obliczono jako iloczyn plonu ogólnego i zawartości poszczególnych składników.

Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności badano testem 'F' Fischlera-Snedecora, a ocenę istotności różnic przy poziomie istotności $P = 0,05$ pomiędzy porównywanymi średnimi za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya (Trętowski i Wójcik, 1988).

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań były zróżnicowane i przedstawiono je w tabeli 1. Według obliczonego współczynnika Sielianinova sezon wegetacyjny 2005 roku charakteryzował się brakiem posuchy jednakże w na przemian występowały miesiące o skrajnych warunkach od silnej posuchy w miesiącu kwietniu i wrześniu po brak posuchy w maju i lipcu. Sezon wegetacyjny 2006 roku charakteryzował się również brakiem posuchy jednak opady w poszczególnych miesiącach były nierównomiernie rozłożone, silną posuchę odnotowano w miesiącach czerwcu i lipcu — decydujących o wzroście, rozwoju i plonowaniu ziemniaka. W roku 2007 suma opadów wynosiła 308,2mm Według współczynnika warunki meteorologiczne w poszczególnych miesiącach były zróżnicowane, jednakże równomiernie rozłożone. Był to rok najbardziej korzystny do plonowania ziemniaka.

Tabela 1

Charakterystyka warunków meteorologicznych w okresie wegetacji ziemniaka wg Stacji Meteorologicznej Zawady

Characteristic of weather conditions during potato vegetation in the Zawady Meteorological Station

Miesiąc Month	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinova Sielianinov's hydrothermic coefficients*		
	Lata — Years		
	2005	2006	2007
Kwiecień — April	0,47	1,18	0,82
Maj — May	1,60	0,99	1,37
Czerwiec — June	0,92	0,47	1,08
Lipiec — July	1,51	0,24	1,23
Sierpień — August	0,84	4,18	0,53
Wrzesień — September	0,35	0,45	1,72
Średnia — Mean	1,00	1,26	1,10
Opady — Rainfalls	268,8	358,1	308,2
Odchylenie opadów od średniej wieloletniej (1987–2000) Deviation of rainfalls from multiyear mean (1987–2000)	-6,4	+ 82,9	+ 33,0
Temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)	15,1	15,8	15,4
Odchylenie temperatur od średniej wieloletniej (1987–2000) Deviation of temperatures from multiyear mean (1987–2000)	-0,7	0,0	-0,4

*Wartość współczynnika Sielianinova; Value of Sielianinov's coefficients (Bac i in., 1998)

< 0,5 silna posucha — strong drought

0,51-0,69 posucha — drought

0,70-0,99 słaba posucha — weak drought

≥ 1 brak posuchy — no drought

WYNIKI I DYSKUSJA

O wielkości plonów poszczególnych składników odżywczych bulw ziemniaka, tj. plonu suchej masy bulw, skrobi oraz białka ogólnego i właściwego decydują głównie masa zebranych bulw i koncentracja w nich wyżej wymienionych składników, które w istotny sposób mogą być modyfikowane przez poszczególne czynniki doświadczalne.

Otrzymane wyniki badań dowiodły, że na wielkość plonu suchej masy bulw miały istotny wpływ, zarówno stosowane sposoby pielęgnacji, uprawiane w doświadczeniu odmiany, jak również warunki meteorologiczne panujące w poszczególnych latach badań (tab. 2).

Tabela 2

Plon suchej masy bulw ziemniaka ($t \cdot ha^{-1}$)
Dry matter yield of potato tubers ($t \cdot ha^{-1}$)

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1.* Obiekt kontrolny — control object	3,42	3,30	4,69	3,80
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$	3,97	3,78	8,33	5,36
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot ha^{-1}$	3,48	3,59	6,25	4,44
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$	5,03	4,21	8,92	6,05
	Średnio — Mean	3,97	3,72	7,05	4,91
Balbina	1. Obiekt kontrolny — control object	4,31	4,62	5,87	4,93
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$	5,53	5,01	9,14	6,56
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot ha^{-1}$	4,62	4,62	6,46	5,23
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$	5,59	6,69	9,85	7,38
	Średnio — Mean	5,01	5,24	7,83	6,03
Średnio Mean	1. Obiekt kontrolny — control object	3,86	3,96	5,28	4,37
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$	4,75	4,39	8,74	5,96
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot ha^{-1}$	4,05	4,10	6,36	4,84
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$	5,31	5,45	9,39	6,72
Średnio dla lat Mean for years		4,49	4,48	7,44	—

NIR; LSD_{0,05} dla; for: lat — years 0,89; odmian — cultivars — 0,59; sposobów pielęgnacji — weed control methods — 0,55; interakcja — interaction: sposoby pielęgnacji $\times$ odmiany — weed control methods $\times$ cultivars = r.n — n.s; sposoby pielęgnacji $\times$ lata — weed control methods $\times$ years = 0,95; odmiany $\times$ lata — cultivars $\times$ years = r.n — n.s

* 1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna, control object — mechanical weeding, 2. pielęgnacja mechaniczna — mechanical weeding + Plateen 41,5 WG $2,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$, 3. pielęgnacja mechaniczna — mechanical weeding + Racer 250 EC $3,0 \text{ dm}^3 \cdot ha^{-1}$, 4. pielęgnacja mechaniczna — mechanical weeding + Sencor 70 WG $1,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$

Zastosowana w doświadczeniu pielęgnacja mechaniczno-chemiczna wpłynęła korzystnie na wzrost plonu suchej masy bulw w porównaniu do pielęgnacji wyłącznie mechanicznej. Istotne różnice zanotowano pomiędzy obiektem kontrolnym a obiektami, na których zastosowano pielęgnację mechaniczną a następnie preparat Plateen 41,5 WG w ilości $2,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$ oraz kombinację, gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną i herbicyd Sencor 70 WG w dawce $1,0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$. Plon suchej masy bulw na tych obiektach wyniósł odpowiednio 5,96 i $6,72 \text{ t} \cdot ha^{-1}$. Natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu pielęgnacji mechaniczno-chemicznej pomiędzy pielęgnacją mechaniczną a obiektem, na którym zastosowano preparat Racer 250 EC. Otrzymane wyniki badań własnych są zbliżone do wyników uzyskanych przez Klikocką (2002), Kraskę i Pałysa (2002) oraz Kołpaka i in.

(1987), którzy większe plony suchej masy zebrali z obiektów, na których zastosowano pielęgnację chemiczną lub mechaniczno-chemiczną. Natomiast z badań Ceglarka i in. (1990), Zarzeckiej i Gąsiorowskiej (2000) wynika, że niektóre herbicydy wpływają na obniżenie zawartości suchej masy, w porównaniu do obiektów pielęgnowanych mechanicznie, jednakże badania wykazały dodatni wpływ stosowanych herbicydów na plon bulw ziemniaka, co w końcowym efekcie wpływa na uzyskanie większego plonu suchej masy bulw.

Zdaniem Wadas i in. (2006) oraz Zarzeckiej i in. (2004) zawartość składników odżywczych w bulwach ziemniaka zależy głównie od cech genetycznych odmian, co znalazło potwierdzenie w badaniach własnych. Porównywane odmiany w istotny sposób modyfikowały plon suchej masy z jednostki powierzchni. Istotnie większe plony omawianego składnika (średnio $6,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) uzyskano uprawiając odmianę Balbina niż odmianę Irga (średnio $4,91 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Z badań przeprowadzonych przez Rychcika i in. (2004) oraz Gugałę i in. (2008) wynika, że zawartość i plon skrobi są istotnie różnicowane przez poziom ochrony plantacji przed chwastami. Zbliżone wyniki uzyskano w badaniach własnych. Pielęgnacja mechaniczno-chemiczna ziemniaka prowadzona na obiektach 2. i 4. powodowała istotny wzrost plonu skrobi w porównaniu z obiektem kontrolnym (tab. 3). Największy plon $4,16 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzyskano w wariantcie 4. odchwaszczanym mechanicznie, a następnie opryskiwanym herbicydem Sencor 70 WG. Ponadto zdaniem Rymaszewskiego i in. (1996) oraz Gruczka (2001 a, 2001 b) ograniczenie zabiegów mechanicznych na rzecz ochrony chemicznej zwiększa skuteczność zniszczenia chwastów, oraz powoduje wzrost plonu ogólnego i polepszenie jakości bulw ziemniaka.

Tabela 3

Plon skrobi bulw ziemniaka ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Starch yield of potato tubers ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. *Obiekt kontrolny — control object	2,18	1,84	3,62	2,54
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	2,53	2,12	5,60	3,42
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	2,34	1,98	4,19	2,80
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	3,36	2,35	5,60	3,77
	Średnio — Mean	2,58	2,07	4,75	3,13
Balbina	1. Obiekt kontrolny — control object	2,81	2,40	3,95	3,06
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	3,57	2,53	6,12	4,08
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	2,98	2,32	4,34	3,21
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	3,65	3,39	6,61	4,55
	Średnio — Mean	3,25	2,66	5,25	3,72
Średnio Mean	1. Obiekt kontrolny — control object	2,49	2,12	3,79	2,80
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	3,05	2,33	5,86	3,75
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	2,61	2,15	4,26	3,01
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	3,51	2,87	6,10	4,16
Średnio dla lat — Mean for years		2,92	2,37	5,00	-

NIR; LSD_{0,05} dla: for: lata — years — 0,55; odmian — cultivars — 0,36; sposobów pielęgnacji — weed control methods — 0,38; interakcja — interaction: sposoby pielęgnacji × odmiany — weed control methods × cultivars = r.n — n.s; sposoby pielęgnacji × lata — weed control methods × years = 0,65; odmiany × lata — cultivars × years = r.n — n.s

* Patrz tabela 2; See comments under Table 2

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka jest cechą odmianową lecz przy odpowiedniej wysokości plonu, odmiany o mniejszej zawartości skrobi mogą wydać plon skrobi na poziomie porównywalnym lub wyższym niż odmiany niżej plonujące, lecz o wyższej zawartości skrobi (Krzysztofik, 2009). Wyniki uzyskane z doświadczenia polowego dowiodły, że spośród badanych odmian większy plon skrobi uzyskano u odmiany Balbina — $3,72 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast u odmiany Irga plon omawianego składnika wyniósł $3,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobnie, jak w przypadku plonu suchej masy bulw i skrobi, o wielkości plonu białka ogólnego i właściwego decydowały głównie masa zebranych bulw oraz koncentracja w nich omawianego składnika. Wielkości te różnicowały czynniki doświadczalne. Mechaniczno-chemiczne sposoby pielęgnacji plantacji ziemniaka zastosowane na obiektach 2. i 4. w istotny sposób modyfikowały wielkość tej cechy w stosunku do pielęgnacji mechanicznej natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu stosowanego na obiekcie 3. preparatu Racer 250 EC (tab. 4 i 5). Istotnie największy plon białka ogólnego i właściwego w porównaniu z obiektem kontrolnym zebrano z kombinacji 4. odpowiednio $0,64$ i $0,45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz 2. $0,57$ i $0,39 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wyniki te znalazły potwierdzenie w badaniach Ceglarka i Książaka (1992), Sawickiej i Kusia (2002) oraz Wody-Leśniewskiej (1993). Ich zdaniem zawartość białka ogólnego i właściwego zależała od sposobu pielęgnacji. Wzrastały one w bulwach pochodzących z obiektów traktowanych herbicydami, w porównaniu z obiektami odchwaszczanymi tylko mechanicznie. Cechy genetyczne odmian istotnie wpływały na plon białka z hektara. Odmiana Balbina wytworzyła istotnie większy plon białka ogólnego ($0,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) i właściwego ($0,39 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) niż odmiana Irga.

Tabela 4

Plon białka ogólnego bulw ziemniaka ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Total protein yield of potato tubers ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. * Obiekt kontrolny — control object	0,34	0,32	0,48	0,38
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	0,39	0,36	0,85	0,53
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	0,35	0,35	0,64	0,45
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	0,49	0,41	0,91	0,60
	Średnio — Mean	0,39	0,36	0,72	0,49
Balbina	1. Obiekt kontrolny — control object	0,40	0,38	0,56	0,45
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	0,52	0,42	0,87	0,60
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	0,44	0,39	0,62	0,48
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	0,53	0,57	0,94	0,68
	Średnio — Mean	0,47	0,44	0,75	0,55
Średnio Mean	1. Obiekt kontrolny — control object	0,37	0,35	0,52	0,41
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	0,46	0,39	0,86	0,57
	3. Racer 250 EC — $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	0,39	0,37	0,63	0,46
	4. Sencor 70 WG — $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	0,51	0,49	0,92	0,64
Średnio dla lat Mean for years		0,43	0,40	0,74	—

NIR; LSD_{0,05} dla; for: lat — years — 0,08; odmian — cultivars — 0,05; sposobów pielęgnacji — weed control methods — 0,06; interakcja — interaction: sposoby pielęgnacji $\times$ odmiany — weed control methods $\times$ cultivars = r.n — n.s; sposoby pielęgnacji $\times$ lata — weed control methods $\times$ years = 0,09; odmiany $\times$ lata — cultivars $\times$ years = r.n — n.s

*Patrz tabela 2; See comments under Table 2

Tabela 5

Plon białka właściwego bulw ziemniaka ($t \cdot ha^{-1}$)
True protein yield of potato tubers ($t \cdot ha^{-1}$)

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. *Obiekt kontrolny — control object	0,23	0,22	0,32	0,26
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 kg \cdot ha^{-1}$	0,27	0,25	0,56	0,36
	3. Racer 250 EC — $3,0 dm^3 \cdot ha^{-1}$	0,23	0,24	0,42	0,30
	4. Sencor 70 WG — $1,0 kg \cdot ha^{-1}$	0,34	0,28	0,60	0,41
	Średnio — Mean	0,27	0,25	0,48	0,33
Balbina	1. Obiekt kontrolny — control object	0,28	0,29	0,38	0,32
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 kg \cdot ha^{-1}$	0,36	0,31	0,59	0,42
	3. Racer 250 EC — $3,0 dm^3 \cdot ha^{-1}$	0,29	0,29	0,42	0,33
	4. Sencor 70 WG — $1,0 kg \cdot ha^{-1}$	0,36	0,43	0,65	0,48
	Średnio — Mean	0,32	0,33	0,51	0,39
Średnio Mean	1. Obiekt kontrolny — control object	0,25	0,26	0,35	0,29
	2. Plateen 41,5 WG — $2,0 kg \cdot ha^{-1}$	0,31	0,29	0,58	0,39
	3. Racer 250 EC — $3,0 dm^3 \cdot ha^{-1}$	0,27	0,27	0,42	0,32
	4. Sencor 70 WG — $1,0 kg \cdot ha^{-1}$	0,35	0,36	0,63	0,45
Średnio dla lat Mean for years		0,30	0,30	0,49	—

NIR; LSD_{0,05} dla: for: lat — years — 0,06; odmian — cultivars — 0,04; sposobów pielęgnacji — weed control methods — 0,03; interakcja — interaction: sposoby pielęgnacji × odmiany — weed control methods × cultivars = r.n — n.s; sposoby pielęgnacji × lata — weed control methods × years = 0,06; odmiany × lata — cultivars × years = r.n — n.s

*Patrz tabela 2; See comments under Table 2

Ziemniak jest gatunkiem, który wyraźnie reaguje zarówno na niedobór jak i nadmiar opadów (Puła i Skowera, 2004). Z przeprowadzonych badań wynika, że plon suchej masy bulw, skrobi oraz białka ogólnego i właściwego były istotnie zróżnicowane w poszczególnych latach badań. Najmniejsze plony omawianych składników uzyskano w roku 2006 który charakteryzował się skrajnymi warunkami pogodowymi w poszczególnych miesiącach wegetacji ziemniaka, natomiast korzystny rozkład warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym 2007 zaowocował uzyskaniem wysokich plonów suchej masy — $7,44 t \cdot ha^{-1}$; skrobi — $5,00 t \cdot ha^{-1}$; białka ogólnego — $0,74 t \cdot ha^{-1}$ i białka właściwego — $0,49 t \cdot ha^{-1}$, co znalazło potwierdzenie w badaniach Mazurczyka i in. (2009), Puły i Skowery (2004) oraz Guguły i in. (2008). Autorzy ci dowiedli, że w latach o równomiernym rozkładzie opadów i temperatury zarówno plon ogólny, jak i zawartość poszczególnych składników były większe, co w końcowym efekcie daje większe plony składników odżywczych ziemniaka.

WNIOSKI

1. Stosowane w doświadczeniu herbicydy wpłynęły dodatnio na uzyskanie wyższych plonów suchej masy, skrobi oraz białka ogólnego i właściwego w porównaniu z obiektem pielęgnowanym wyłącznie mechanicznie.
2. Niezależnie od sposobów pielęgnacji większe plony składników odżywczych uzyskano uprawiając odmianę Balbina.

3. Potwierdzono ścisłą zależność pomiędzy plonami poszczególnych składników odżywczych a warunkami meteorologicznymi panującymi w poszczególnych latach badań.

LITERATURA

- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. Wyd. PWN, Warszawa: 274.
- Ceglarek F., Jabłońska-Ceglarek R., Dąbrowska K. 1990. Uproszczenia w pielęgnacji ziemniaków. Cz. II. Wpływ sposobów pielęgnacji na niektóre składniki i cechy bulw ziemniaka. *Rocz. Nauk Rol.* 109 A (1): 103 — 116.
- Ceglarek F., Książek J. 1992. Wpływ herbicydów stosowanych do niszczenia perzu na skład chemiczny bulw ziemniaka. *Fragm. Agronom.* 3 (35): 58 — 64.
- Główny Urząd Statystyczny. Rocznik statystyczny 2009.
- Gójski B. 1994. Szacunek strat plonu ziemniaka w skali kraju z powodu zachwaszczenia plantacji. *Mat Sesji Nauk. Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian organizacyjno-ekonomicznych*, Jadwisin: 32 — 35.
- Gruzek T. 2001 a. System pielęgnowania ziemniaka jadalnego a jakość plonu. *Fragm. Agronom.* 2: 37 — 50.
- Gruzek T. 2001 b. Efektywne sposoby walki z chwastami i ich wpływ na jakość bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 217: 221 — 231.
- Guguła M., Zarzecka K. 2007. Zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka w zależności od sposobów pielęgnacji. *Biul. IHAR* 255: 59 — 65.
- Guguła M., Zarzecka K., Baranowska A. 2008. Wpływ uprawy roli i sposobów odchwaszczania na plon składników odżywczych i efektywność ekonomiczną uprawy ziemniaka. Cz. I. Plon składników odżywczych ziemniaka. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7 (2): 21 — 31.
- Klikocka H. 2002. Studia nad plonowaniem ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli i pielęgnowania. Wyd. AR Lublin, Rozprawa 253: 5 — 69.
- Kołpak R., Byszewska-Wzorek A., Płodowska J. 1987. Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonu ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol.* A 106 (4): 171 — 184.
- Kraska P., Pałys E. 2002. Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia i ochrony na plonowanie ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Biul. IHAR* 223/224, 383 — 394.
- Krzysztofik B. 2009. Wpływ uprawy roli na stopień wyrównania wielkości bulw ziemniaka i plon skrobi. *Acta Agroph.* 14 (2): 355 — 365.
- Mazurczyk W., Wierzbicka A., Trawczyński C. 2009. Harvest index of potato crop grown under different nitrogen and water supply. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 8 (4): 2009.
- Nowacki W., Podolska G. 2005. Intensywność technologii a jakość ziemniaków. *Mat. IX Konf. Nauk. Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej*, Puławy 1–2 czerwca: 135 — 140.
- Puła J., Skowera B. 2004. Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Mila uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. *Acta Agroph.* 3 (2): 359 — 366.
- Rychcik B., Tyburski J., Zawislak K. 2004. Kształtowanie się plonu i jakości bulw ziemniaka pod wpływem zmianowania i ochrony roślin. *Annales UMCS, Sec. E.* 59 (3): 1283 — 1288.
- Rymaszewski J., Sobiech S., Więckowski A. 1996. Przydatność herbicydów i ich mieszanek do przed i powstającego zwalczania chwastów w ziemniakach. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin*, Vol. 36 (2): 314 — 316.
- Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 273 — 282.
- Trętowski J., Wójcik R. 1988. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. WSRP Siedlce: 1 — 500.
- Wadas W., Kosterna E., Żebrowska T. 2006. Wpływ stosowanych osłon w uprawie wczesnych odmian ziemniaka na zawartość wybranych składników w bulwach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 233 — 243.
- Woda-Leśniewska M. 1993. Zmiany biochemiczne w roślinie ziemniaka pod wpływem karbofuranu (Furadan 50) i metribuzinu (Sencor). *Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl.* XXXV, 1/2: 80 — 84.

- Zarzecka K., Antolak M., Pszczółkowski P., Gąsiorowska B., Mystkowska I. 2004. Zawartość suchej masy i skrobi w dziesięciu średnio wczesnych odmianach ziemniaka. Zesz. Nauk. AP w Siedlcach, Rol. 65: 59 — 63.
- Zarzecka K., Gąsiorowska B. 2000. Oddziaływanie herbicydów na wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka jadalnego. Żywność (Supl.) 4 (25): 28 — 36.

JOLANTA KOWALSKA¹**DARIUSZ DROŹDŹYŃSKI²**¹ Zakład Metod Biologicznych i Kwarantanny² Zakład Badania Pozostałości Środków Ochrony Roślin

Instytut Ochrony Roślin — PIB, Poznań

Występowanie owadów pożytecznych po zastosowaniu spinosadu w ochronie ekologicznych upraw ziemniaka

The occurrence of beneficial insects after spinosad application in control of ecological potato crops

Rolnictwo ekologiczne jest specyficznym systemem zarządzania gospodarstwem i produkcji żywności. Łączy korzystne dla środowiska praktyki rolnicze z utrzymaniem różnorodności biologicznej. Uprawy ekologiczne są szczególnie narażone na masowe występowanie agrofagów powodujących pogorszenie jakości plonu, a tym samym istotne straty ekonomiczne. Z tego powodu stosowanie dozwolonych insektycydów jest ważnym elementem bezpośredniego ograniczania liczebności szkodników. W tym systemie produkcji rolniczej stosowanie tych insektycydów, które nie oddziałują szkodliwie na owady pożyteczne jest szczególnie pożądane. Występowanie naturalnych wrogów szkodników jest bowiem nieodzownym elementem wspierającym rolnika w ochronie jego upraw ekologicznych. Tym samym osiąga się presję naturalną, która w uprawach ekologicznych winna być szczególnie pielęgnowana i wzmacniana. W badaniach udowodniono, że spinosad skutecznie ograniczający szkodliwość stonki ziemniaczanej jest bezpieczny dla zachowania wysokiej liczebności i różnorodności owadów pożytecznych występujących na plantacjach ziemniaka. Spośród owadów pożytecznych największą grupę stanowiły biedronkowate. Po upływie 25 dni od oprysku spinosadem obserwowano zwiększającą się liczbę ocenianych owadów. Zjawisko to łączono z dobrym ulistnieniem chronionych roślin, a tym samym dobrym i atrakcyjnym środowiskiem życia dla naturalnych wrogów mszyc.

Słowa kluczowe: owady pożyteczne, rolnictwo ekologiczne, spinosad, ziemniak

Organic farming as the specific system of farming and production of food encompasses a whole complex of positive measures influencing the environment and biodiversity. Organic crops can be considerably damaged by numerous pests. Their activity effects in the reduction of plant quality and this causes economic losses. To control harmful insects approved insecticides are recommended for using in organic farming. The occurrence of beneficial insects is an indispensable factor supporting farmers in their efforts to protect ecological crops against pests. Thereby the natural pressure is enhanced. In the reported field experiment the natural insecticide spinosad, which effectively controls Colorado potato beetles, appeared to be harmless for beneficial insects occurring on the protected organic potatoes. Among the beneficial insects, ladybirds were the predominant predators. Numerous

beneficial insects were found on the spinosad — treated plots 25 days after treatment. The plant abundant was considered as the factor creating a suitable habitat for natural enemies of aphids.

Key words: beneficial insects, potato, organic farming, spinosad

WSTĘP

Produkcja ekologiczna jest ogólnym systemem zarządzania gospodarstwem i produkcji żywności, łączącym najkorzystniejsze dla środowiska praktyki, wysoki stopień różnorodności biologicznej, ochronę zasobów naturalnych oraz stosowanie wysokich standardów dotyczących metod produkcji odpowiadających wymaganiom niektórych konsumentów. Zgodnie z preambułą Rozporządzenia Rady Unii Europejskiej (WE) Nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. ekologiczna metoda produkcji pełni podwójne funkcje: dostarcza towary na specyficzny rynek kształtowany przez popyt na produkty ekologiczne oraz jest działaniem w interesie publicznym przyczyniając się do ochrony środowiska i rozwoju obszarów wiejskich.

Definicja rolnictwa ekologicznego opiera się w głównej mierze na systemie produkcji wykorzystującym naturalne procesy zachodzących w obrębie biotopu środowiska rolniczego oraz, zgodnie z prawodawstwem obowiązującym od stycznia 2009r., obejmuje również całokształt działań związanych z ochroną środowiska. System rolnictwa ekologicznej produkcji dotyczy zarówno towarowych gospodarstw rolnych, jak i małych gospodarstw pozytywnie wpływających na środowisko przyrodnicze, które funkcjonują przede wszystkim w oparciu o zasoby odnawialne.

Aktem prawnym regulującym prowadzenie ekologicznej produkcji jest od 1 stycznia 2009 roku wspomniane Rozporządzenie Rady Nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych, uchylające rozporządzenie (EWG) Nr 2092/91. Wraz z tym dokumentem w życie weszło Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 889/2008 z dnia 5. września 2008r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania Rozporządzenia Rady Nr 834/2007. Krajowym aktem prawnym jest nowa ustawa o rolnictwie ekologicznym z dnia 25. czerwca 2009r. obowiązująca w Polsce od dnia 7 sierpnia 2009 r. Ustawa ta formalizuje zmianę przepisów prawnych w Unii Europejskiej, która nastąpiła od stycznia 2009 r. W dalszym ciągu obowiązuje Ustawa o Ochronie Roślin z dnia 18 grudnia 2003 r., jej jednolity tekst opublikowany w Dzienniku Ustaw z 2008 roku, nr 133, poz. 849 z późniejszymi zmianami.

Pomimo stosowania metod zapobiegawczych (prewencyjnych), plantacje ekologiczne są szczególnie narażone na masowe występowanie agrofagów powodujących istotne straty ekonomiczne i pogorszenie jakości plonu. Z tego powodu stosowanie insektycydów jest ważnym elementem bezpośredniego ograniczania liczebności szkodników. Utrzymanie powierzchni rolniczej zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego wymaga od producenta wiedzy dotyczącej możliwości stosowania wybranych nawozów i środków ochrony roślin na powierzchni rolniczej. Produkty te muszą zostać zakwalifikowane do stosowania w rolnictwie ekologicznym przez IUNG-PIB i IOR-PIB, odpowiednio. W przypadku upraw ziemniaka w systemie ekologicznym jest to wyjątkowo trudne zadanie z uwagi na bardzo ograniczony asortyment fungicydów oraz jedyny jak dotąd zakwalifikowany (od dn. 14.

06. 2010 r.) insektycyd zwalczający stonkę ziemniaczaną. W wielu krajach europejskich szkodnik ten jest ograniczany na plantacjach ekologicznych głównie za pomocą zabiegów mieszanych opartych na azadyrachtynie i toksynie bakteryjnej *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*.

W roku 2008 spinosad został umieszczony w Załączniku II Rozporządzenia EWG 2092/91 jako substancja dozwolona do ochrony roślin. W związku z potencjalnie szerokim spektrum jego możliwości znajdujących odbicie w literaturze, wykorzystano ten produkt w badaniach oceniających skuteczność spinosadu w ochronie ekologicznej plantacji ziemniaków. Przeprowadzone badania, zarówno w Polsce jak i w Niemczech, udowodniły, że zwalczanie stonki w systemie rolnictwa ekologicznego jest możliwe (Kühne i in., 2008; Kowalska, 2010; Kowalska i Kühne, 2008). Oceniano skuteczność insektycydów zawierających azadyrachtynę, naturalną pyretrynę, *B.t.t.* i spinosad. Stosowane w różnych połączeniach i odstępach czasowych niektóre z nich zapewniają skuteczną ochronę ziemniaków przed stonką ziemniaczaną (Kühne i in., 2008).

Spinosad jest produktem metabolizmu bakterii glebowej *Saccharopolyspora spinosa* (Actinomycetes). W Polsce dotychczas był stosowany głównie do zwalczania szkodników w szklarniowych uprawach roślin ozdobnych oraz wybranych szkodników w uprawach sadowniczych i warzywniczych. W krajach europejskich jego zastosowanie jest znacznie szersze. Skuteczność spinosadu jest zróżnicowana w zależności od sposobu aplikowania, gatunku i stadium rozwojowego szkodnika. Jest uznawany za bezpieczny (z wyjątkiem pszczoł) dla owadów pożytecznych. Aby zweryfikować tę hipotezę autorzy wykonali doświadczenie polowe mające na celu zarówno ocenę skuteczności ochrony roślin ziemniaka, a tym samym zachowania plonu, jak i ocenę różnorodności i liczebności entomofauny pożytecznej na powierzchni traktowanej spinosadem oraz kontrolnej.

MATERIAŁ I METODA

W trakcie sezonu wegetacyjnego wykonano pojedynczy zabieg opryskiwania nalistnego cieczą roboczą zawierającą 24 g spinosadu $\times$ ha⁻¹ (200 ml Biospin 120 SC[®] $\times$ ha⁻¹). Zabieg wykonano w momencie, kiedy średnia liczba larw (L1 i L2) na jednej roślinie wynosiła 27. Na powierzchni kontrolnej wykonano zabieg jedynie wodą. Doświadczenie założono w systemie bloków, na poletkach o wymiarach 6 m $\times$ 34 m., w czterech powtórzeniach. Na każdym z poletków wytypowano 40 roślin, po 10 roślin w czterech środkowych redlinach, które oceniano pod kątem ulistnienia oraz występowania na nich entomofauny pożytecznej. Zabieg zwalczania zarazy ziemniaczanej prowadzono z wykorzystaniem preparatu Miedzian 50 WP zgodnie z zaleceniami instrukcji. Zwalczanie chwastów prowadzono mechanicznie poprzez pięciokrotne bronowanie pola. Obserwacje wykonano 3 dni przed zabiegiem (13. 06), bezpośrednio przed zabiegiem w dniu 16. 06, a kolejne oceny wykonano w dniach 23. 06.; 26. 06 oraz 10. 07. 2008 r.

Wśród owadów pożytecznych określano występowanie owadów doskonałych, larw i poczwarek biedronkowatych (*Harmonia axyridis*, *Coccinella septempunctata*, *Propylea 14-punctata*, *Adonia variegata*, *Adalia bipunctata*), *Chrysopa* spp., *Syrphidae* spp. oraz pająki.

WYNIKI

Otrzymane wyniki jako średnie zostały zestawione w tabeli 1. Stwierdzono, że w kombinacji doświadczalnej procent defoliacji roślin przez szkodnika był zdecydowanie niższy w porównaniu do kontroli, gdzie zniszczenie naci sięgało ponad 50%. Po upływie 25 dni po jednokrotnej aplikacji spinosadu zaobserwowano ponad trzykrotnie więcej gatunków, wrogów naturalnych agrofagów, występujących na powierzchni traktowanej w porównaniu do w kontroli.

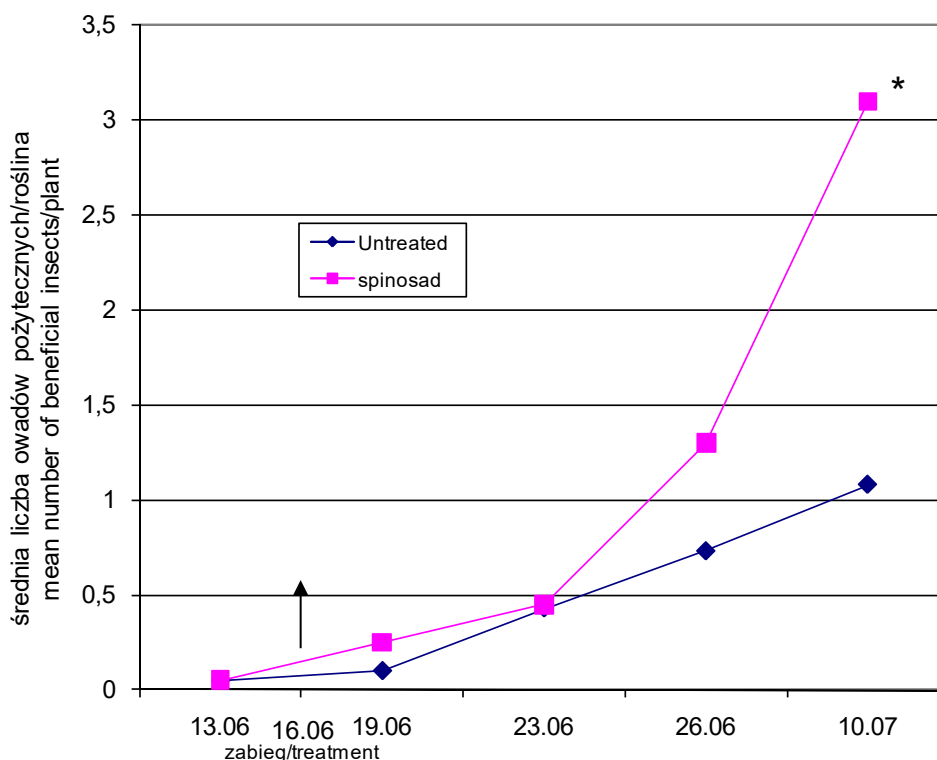
Tabela 1

Suma obserwowanych gatunków owadów pożytecznych w przeliczeniu na jedną roślinę ziemniaka oraz stopień defoliacji rośliny w zależności od terminu obserwacji i wariantu doświadczenia
Total number of observed beneficial insect species per one potato plant and degree of defoliation regarding the time and experimental variant

Termin obserwacji w 2008 roku Time of observation in 2008	średnia suma obserwowanych gatunków na roślinie average number of observed species/ plant		średni % uszkodzenia blaszki liściowej dla jednej rośliny mean % of damaged leaf /plant	
	spinosad spinosad	kontrola untreated	spinosad spinosad	kontrola untreated
13.06	0,05	0,05	1,77	3,8
16.06 — zabieg treatment	0,25	0,1	zabieg treatment	zabieg treatment
23.06	0,45	0,43	3,55	24,82
26.06	1,23	0,73	3,7	40,07
10.07	3,1	1,08	12,15	69,95

Na podstawie danych zawartych w tabeli można sugerować, iż spinosad z powodzeniem może chronić rośliny ziemniaka przed defoliacją, a tym samym pozwoli na uzyskanie zadawalającego plonu bulw. Czynności życiowe szkodnika zostały na tyle silnie ograniczone, co uniemożliwiało jego żerowanie. Spinosad wykazuje działanie neurotoksyczne, po którym owady wykazują silne objawy paraliżu. Zdecydowanie dłużej paraliż utrzymuje się u larw, część populacji owadów doskonałych po kilku dniach jednak jest w stanie nieznacznie powrócić do aktywności ruchowej.

Na podstawie rysunku 1 można stwierdzić, iż zabieg ochronny oparty na spinosadzie nie spowodował strat w liczebności owadów pożytecznych. Na podstawie czasu obserwacji można wnioskować, iż wzrost liczebności tych owadów w kombinacji testowej w porównaniu do kontrolnej może być związany z zachowaniem większej powierzchni zdrowej blaszki liściowej, na której gatunki te mogły przebywać. Biorąc pod uwagę, że w zdecydowanej przewadze występowały biedronkowate, należy podkreślić, że zachowanie dużej powierzchni zdrowego liści sprzyjało występowaniu mszyc, co związane było z pojawianiem się ich wrogów naturalnych.



Rys. 1. Średnia liczba obserwowanych owadów pożytecznych w zależności od czasu obserwacji po zastosowaniu spinosadu, * statystycznie istotna różnica w porównaniu z kontrolą ($p < 0,05$). Dahnsdorf, Niemcy, 2008

Fig. 1. Average number of observed beneficial insects regarding the time of observation after treatment with spinosad, * statistically significant difference as compared to untreated plots ($p < 0,05$). Dahnsdorf, Germany, 2008

Ekologiczne plantacje ziemniaków są szczególnie narażone na masowe występowanie agrofagów powodujących istotne straty ekonomiczne i pogorszenie jakości plonu. Główne z nich to stonka ziemniaczana i zaraza ziemniaczana. W publikacjach z terenu Niemiec również podnoszono dużą różnorodność entomofauny pożytecznej na powierzchniach ekologicznych ziemniaków, gdzie oprócz wymienionych w niniejszym artykule obserwowano również biedronki *Anatis ocellata*, gatunki z rodzaju *Platypalpus* spp. regularnie polujące na drobne muchówki oraz wielbłądki *Phaeostigmata notata*, które prawdopodobnie nalatywały na pola z pobliskich zarośli (Kühne i Reelfs, 2008).

W literaturze zagranicznej dostępne są dane dotyczące badań dotyczących stosowania spinosadu zgodnie z dobrą praktyką rolniczą, gdzie stwierdzono jego niską szkodliwość dla drapieżnych roztoczy i innych populacji owadów pożytecznych (Miles i Eelen, 2006). Toksyczność spinosadu była notowana jedynie w stosunku do niektórych pasożytniczych błonkówek, z uwagi jednak na jego krótki okres trwania i szybką degradowalność

populacja tych owadów szybko się odbudowywała. Szczególną ostrożność należy zachować stosując spinosad na powierzchni roślin miododajnych, często odwiedzanych przez pszczoły. Jednocześnie stwierdzono, że po upływie kilku godzin od aplikacji spinosadu jego toksyczność w stosunku do pszczół jest już znacznie niższa (Bret i in., 1997). Oprysk spinosadem jest również szkodliwy dla *Trichogramma* spp. i innych pasożytniczych blonkówek (Suh i in., 2000; Tillman i Mullrooney, 2000; Bret i in., 1997). Jednakże delikatne jego wysuszenie skutkuje już zwiększeniem bezpieczeństwa dla tych owadów. Inne badania dotyczące omacnicy prosowianki dowiodły skuteczności spinosadu w zwalczaniu tego szkodnika oraz jednoczesnego jego bezpieczeństwa dla wrogów naturalnych omacnicy prosowianki (Musser i Shelton, 2003). W roku 2003 zespół badaczy hiszpańskich przeanalizował dostępne badania związane ze spinosadem i jego wpływem na populacje naturalnych wrogów szkodników. Ustalono skalę szkodliwości od 1 do 4, gdzie wartość „1” oznaczała nieszkodliwość, a „4” — szkodliwość. Sklasyfikowano 228 owadów z 52 gatunków pożytecznych, spośród których 27 to były drapieżcy, a 25 pasożyty. Ponad 71% badań laboratoryjnych oraz 79% badań polowych zakwalifikowało spinosad do skali „1” (Williams i in., 2003). Wszystkie dane literaturowe dowodzą, że w warunkach polowych spinosad ulega szybkiej degradacji, pozostawiając nieznaczne toksyczne pozostałości przez okres 3–7 dni po aplikacji (Boyd i Boethel, 1998; Ruberson i Tillman, 1999; Crouse i in., 2001). To pozwala, aby populacje owadów pożytecznych powróciły na powierzchnie traktowane spinosadem po upływie 7–14 dni po aplikacji (Funderburk i in., 2000; Miles i Dutton, 2000 a,b; Muegge i Friesen, 2000; Mendez i in., 2002).

PODSUMOWANIE

Na podstawie własnych badań oraz literatury można zdecydowanie stwierdzić, że środek ochrony roślin oparty na spinosadzie jest zarówno bezpieczny dla środowiska, jak i skutecznie zabezpiecza rośliny ziemniaka przed stonką ziemniaczaną. Należałoby podjąć czynności administracyjne zmierzające do rozszerzenia etykiety tych środków w celu umożliwienia ich stosowania przeciwko stonce ziemniaczanej. Spinosad jest bezpieczny dla owadów pożytecznych i może być rekomendowany do ochrony także innych upraw ekologicznych.

LITERATURA

- Boyd M., Boethel D. 1998 Residual toxicity of selected insecticides to heteropteran predaceous species (*Heteroptera: Lygaeidae, Nabidae, Pentatomidae*) on soybean. *Environ. Entomology* 27: 154 — 160.
- Bret B., Larson L., Schoonover J., Sparks T., Thompson G. 1997. Biological properties of spinosad. *Down to Earth* 52 (1): 6 — 13.
- Crouse G., Sparks T., Schoonover J., Gifford J., Dripps J., Bruce T., Larson L., Garlich J., Hatton C., Hill R. L., Worden T. V., Artynow J. G. 2001. Recent advances in the chemistry of spinosyns. *Pest Management Science* 57: 177 — 185.
- Funderburk, J., Stavisky, J., Olson, S. 2000. Predation of *Frankliniella occidentalis* (*Thysanoptera: Thripidae*) in field peppers by *Orius insidiosus* (*Hemiptera: Anthoridae*). *Environ. Entomology* 29: 376 — 382.
- Kowalska J. 2010. Spinosad effectively controls Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (*Coleoptera: Chrysomelidae*) in organic potato. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Plant Soil Science*, 60 (3): 283 — 286.

- Kowalska J., Kühne S. 2008. Ocena wrażliwości stonki ziemniaczanej *Leptinotarsa decemlineata* (Say) na azadyrachtynę. *Fragm. Agronomica* 4: 45 — 54.
- Kühne S., Reelfs T. 2008. Beneficial insect occurrence in organic potato farming. *DGaaE-Nachrichten* 22 (1): 37.
- Kühne S., Reelfs T., Ellmer F., Moll E., Kleinhenz B., Gemmer C. 2008. Efficacy of biological insecticides to control the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) in organic farming. *Proceedings of 2nd Scientific Conference of ISO FAR and 16th IFOAM Congress*, vol. 1. Organic crop production: 480 — 483.
- Me' Ndez W., Valle J., Ibarra, J., Cisneros J., Penagos, D., Williams T. 2002. Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera: Noctuidae*) in maize. *Biological Control* 25: 195 — 206.
- Miles M., Eelen H. 2006. The effects of spinosad to beneficial insects and mites and its use in IPM. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 71 (2 Pt B): 275 — 84.
- Miles M., Dutton R. 2000 a. Spinosad — a naturally derived insect control agent with potential for use in glasshouse integrated pest management systems. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universitat Gent* 65/2a: 393 — 400.
- Miles, M., Dutton, R. 2000b. Spinosad — a naturally derived insect control agent with potential for use in integrated pest management systems in greenhouses. In: *Proceedings of the British Crop Protection Council, Pests and Diseases 2000*. BCPC Pubs, Bracknell, UK: 339 — 344.
- Muegge M., Friesen R. 2000. Effect of selected insecticides on corn earworm, beet armyworm, three cornered alfalfa hopper and beneficial arthropods on alfalfa, 1998. *Arthropod Management Tests* 25, F4.
- Musser F., Shelton A. 2003. Bt sweet corn and selective insecticides: their impacts on sweet corn pests and predators. *J. Econ. Entomol.* 96: 71 — 80.
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 z dnia 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli.
- Ruberson J., Tillman P. 1999. Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies, in *Proceedings Beltwide Cotton Conference*. National Cotton Council of America, Memphis, TN: 1210 — 1212.
- Suh C., Orr C., van Duyn J. 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* preimaginal development and adult survival. *J. Econ. Entomol.* 93 (3): 577 — 583.
- Tillman P., Mulrooney J. 2000. Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens*, *Geocoris punctipes*, and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps* and *Cotesia marginiventris* in cotton. *J. Econ. Entomol.* 93 (6): 1638 — 1643.
- Williams T., Valle J., Viñuela E. 2003. Is the naturally derived insecticide spinosad compatible with insect natural enemies? *Biocontrol Sci. and Technol.*, Vol. 13, No. 5: 459 — 475.

ANNA PŁAZAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Międzyplony ścierniskowe alternatywną formą nawożenia w integrowanej uprawie ziemniaka

Stubble catch crops as an alternative form of fertilization in the integrated cultivation of potato

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2002–2005 mające na celu określenie wpływu międzyplonów ścierniskowych na plonowanie ziemniaka jadalnego. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem ścierniskowym: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem ścierniskowym), obornik, gorczyca biała, gorczyca biała-mulcz, facelia, facelia-mulcz. W pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów uprawiano ziemniaki jadalne. Podczas zbioru określono plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, a po zbiorze strukturę plonu bulw. Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż międzyplony ścierniskowe wprowadziły do gleby istotnie mniej suchej masy i makroelementów niż obornik. Warunki pogody w okresie prowadzenia badań istotnie różnicowały plony ziemniaka. Największe plony bulw ziemniaka uzyskano przy nawożeniu facelią przyoraną jesienią. Stosowanie pod ziemniak międzyplonów ścierniskowych, z wyjątkiem gorzycy białej pozostawionej do wiosny w formie mulczu w pełni zastępuje obornik.

Słowa kluczowe: międzyplon ścierniskowy, mulcz, nawożenie, plon, struktura plonu bulw, ziemniak

The objective of the investigations carried out in the years 2002–2005 was to assess the influence of stubble catch crops on yielding of potato. The following combinations of stubble catch crop fertilization applied: control object (without stubble catch crop fertilization), farmyard manure, white mustard, white mustard-mulch, phacelia, phacelia-mulch. Table potatoes were cultivated in the first year after applying the intercrop. During harvest the total yield of fresh mass of tubers was assessed, and after harvest the structure of tuber yield was determined. The results showed that stubble catch crops, compared with farmyard manure, introduced into the soil significantly smaller amount of dry matter and macroelements. The weather conditions in the period of the study significantly influenced the potato yield. The highest yield of tubers was obtained in the combination in which fertilization with phacelia plowed down the previous autumn was applied. Stubble catch crops, with the exception of white mustard left in the form of mulch till spring can completely substitute for farmyard manure fertilization.

Key words: fertilization, mulch, potato, stubble catch crop, tuber yield, yield structure

WSTĘP

W integrowanej uprawie ziemniaka poza obornikiem zaleca się stosować międzyplony, zwłaszcza międzyplony ścierniskowe pozostawione do wiosny w formie mulczu. Międzyplony wpływają korzystnie nie tylko na plon bulw ziemniaka, ale i na środowisko glebowe. Międzyplony ścierniskowe traktowane są tu jako „akumulatory” niewykorzystanych w przedplonie składników pokarmowych dla ziemniaka następczo przychodzącego w zmianowaniu. Ich wymywanie do wód gruntowych z areałów pokrytych szatą roślinną jest wielokrotnie słabsze niż z gleb pozostających w czarnym ugorze, co ma istotne znaczenie w ochronie środowiska rolniczego (Hoyt i Hargrove, 1986; Dzienia i Boligłowa, 1993; Songin, 1998). Należy podkreślić, że nawozy zielone pozostawione do wiosny w formie mulczu powodują niewielki spadek plonu, ale poprawiają cechy jakościowe rośliny nawożonej w porównaniu z nawożeniem stosowanym w formie tradycyjnej (Boligłowa i Gleń, 2003; Dzienia i in., 2004; Płaza i in., 2009). Wpływa korzystnie na środowisko glebowe: chroni glebę przed erozją wietrzną i wodną, gromadzi wodę z opadów, spowalnia proces mineralizacji substancji organicznej i zapobiega wymywaniu składników pokarmowych w głąb gleby, zmniejsza koszty uprawy eliminując orkę przedzimową (Hoyt i Hargrove, 1986; Songin, 1998).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu międzyplonów ścierniskowych na plonowanie ziemniaka jadalnego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2002–2005 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Eksperyment polowy założono na glebie kompleksu żytznego bardzo dobrego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,40%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach. Badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem ścierniskowym: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem ścierniskowym), obornik (dawka 30 t·ha⁻¹), gorczyca biała (norma wysiewu nasion 25 kg·ha⁻¹), gorczyca biała-mulcz (norma wysiewu nasion 25 kg·ha⁻¹), facelia (norma wysiewu nasion 12 kg·ha⁻¹), facelia-mulcz (norma wysiewu nasion 12 kg·ha⁻¹). Międzyplony ścierniskowe wysiewano po zbiorze jęczmienia jarego uprawianego na ziarno. Jesienią, w losowo wybranych miejscach z każdego poletka międzyplonu pobrano średnie próby masy kośnej i resztek poźniwnych roślin łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby, w celu określenia plonu świeżej masy. W pobranym materiale roślinnym oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca, Mg). Następnie na wyznaczone poletka wywieziono obornik bydlęcy i wykonano orkę przedzimową, z wyjątkiem poletek z gorczycą białą i facelią pozostawionymi do wiosny w formie mulczu.

W pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Syrena. Wczesną wiosną wysiano nawozy mineralne, których ilość w

przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39 kg P i 100 kg K. Na poletkach, na których jesienią wykonano orkę przedzimową nawozy mineralne wymieszano z glebą za pomocą kultywatora zagrągowanego z broną. Natomiast na poletkach z muczłem stosowano bronę talerzową i kultywator. Ziemniaki wysadzano w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. Podczas zbioru określono plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, a następnie pobrano średnie ich próby w celu oznaczenia struktury plonu. Wydzielono frakcje bulw o średnicy poniżej 30, 30–40, 40–50, 50–60 i powyżej 60 mm. Następnie w pobranych próbach bulw oznaczono zawartość suchej masy i białka ogólnego. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1). Najkorzystniejszym dla uprawy ziemniaka okazał się 2005 rok, nieco gorsze warunki pogodowe odnotowano w 2004 roku, a najgorsze w suchym 2003 roku.

Tabela 1

Średnia temperatura powietrza i suma opadów według Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Monthly mean air temperature and total rainfall, according to Meteorological Station in Zawady

Lata Years	Miesiąc Month							Średnie/Mean Suma/Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)								
2002	9,0	17,0	17,2	21,0	20,2	12,9	6,9	14,9
2003	7,1	15,6	18,4	20,0	18,5	13,5	5,4	14,1
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	9,4	13,4
2005	8,7	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0	8,5	14,1
1951–2000	8,2	14,2	17,6	19,7	19,1	12,9	8,0	14,2
Opady (mm) Rainfall (mm)								
2002	12,9	51,3	61,6	99,6	66,5	18,7	48,9	359,5
2003	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	23,4	38,0	169,6
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	29,5	350,4
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8	0,0	268,8
1951–2000	37,4	47,1	48,1	65,5	43,5	47,3	20,0	317,9

WYNIKI

Ilość suchej masy i makroelementów wprowadzona do gleby przez badane nawozy była zróżnicowana (tab. 2). Międzyplony ścierniskowe pod względem ilości suchej masy i makroelementów nie dorównywały obornikowi. Spośród badanych międzyplonów ścierniskowych istotnie więcej suchej masy, azotu i potasu dostarczyła gorczyca biała, a fosforu i magnezu facelia.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków sezonu wegetacyjnego, nawożenia międzyplonem ścierniskowym i ich współdziałania na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka (tab. 3). Istotnie większy plon bulw ziemniaka zebrano w latach korzystnych, tj. 2005 i 2004 niż w suchym 2003 roku. Badane międzyplony ścierniskowe także istotnie różnicowały plon bulw ziemniaka. Największy plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego facelią. Na pozostałych obiektach

nawożonych międzyplonami ścierniskowymi, z wyjątkiem gorczycy białej stosowanej w formie mulczu plon bulw ziemniaka nie różnił się istotnie od odnotowanego na oborniku. Wykazano interakcję, z której wynika, że największy plon ogólny bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego facelią w latach 2005 i 2004, a najmniejszy z obiektu kontrolnego w 2003 roku.

Tabela 2

Ilość suchej masy i makroelementów wprowadzona do gleby przez badane międzyplony ścierniskowe i obornik (średnie z lat 2002–2004)
The amount of dry matter and macroelements introduced to the soil with stubble catch crops and farm yard manure (mean for 2002–2004)

Międzyplon ścierniskowy Stubble catch crop	Sucha masa Dry matter	Makroelementy Macroelements				
		N	P	K	Ca	Mg
Obornik Farmyard manure	7,4	163,9	48,2	133,4	63,1	39,9
Gorczyca biała White mustard	6,5	115,2	27,1	121,0	47,9	17,2
Gorczyca biała — mulcz White mustard — mulch	6,4	114,8	27,0	120,8	47,7	17,0
Facelia Phacelia	4,6	112,9	38,0	93,2	43,4	21,2
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	4,7	113,2	38,2	93,4	43,9	21,3
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,8	10,4	1,1	7,0	4,9	2,8

Tabela 3

Plon ogólny bulw ziemniaka, t·ha⁻¹
The total yield of potato tubers, t·ha⁻¹

Nawożenie międzyplonem ścierniskowym Stubble catch crop fertilization	Lata — Years			Średnie Mean
	2003	2004	2005	
Obiekt kontrolny Control object	10,8	31,2	32,4	24,8
Obornik Farmyard manure	19,0	48,4	49,7	39,0
Gorczyca biała White mustard	18,3	47,5	48,9	38,2
Gorczyca biała — mulcz White mustard — mulch	16,9	45,3	46,2	36,1
Facelia Phacelia	20,2	51,0	52,6	41,3
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	18,7	48,2	49,4	38,8
Średnie Mean	17,3	45,3	46,5	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				1,4
Lata — years				1,0
Nawożenie międzyplonem ścierniskowym — stubble catch crop fertilization				1,6
Interakcja — interaction				

Strukturę plonu bulw ziemniaka istotnie różnicowało nawożenie międzyplonem ścierniskowym (tab. 4). Największy udział bulw drobnych w plonie (o średnicy poniżej 30 mm) odnotowano na obiekcie kontrolnym. Nawożenie ziemniaka międzyplonem ścierniskowym w porównaniu do obiektu kontrolnego powodowało spadek udziału frakcji bulw małych w plonie, a wzrost udziału frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków odnotowano z obiektu nawożonego facelią.

Tabela 4

Procentowy udział frakcji bulw w plonie (średnie z lat 2003–2005)
The percentage of tubers fractions in the yield (mean for 2003–2005)

Nawożenie międzyplonem ścierniskowym Stubble catch crop fertilization	Ziemniaki jadalne Table potatoes ≥ 40 mm	Sadzeniaki Seed potatoes 30–60 mm	Bulwy małe Small tubers ≤ 30 mm
Obiekt kontrolny Control object	52,6	56,2	39,7
Obornik Farmyard manure	85,7	83,4	6,8
Gorczyca biała White mustard	87,9	83,9	6,7
Gorczyca biała — mulcz White mustard — mulch	80,2	78,5	12,6
Facelia Phacelia	93,7	90,4	3,2
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	86,9	84,7	7,0
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	2,3	1,8	1,6

Tabela 5

Plon suchej masy bulw ziemniaka, t·ha⁻¹
The dry matter yield of potato tubers, t·ha⁻¹

Nawożenie międzyplonem ścierniskowym Stubble catch crop fertilization	Lata — Years			Średnie Mean
	2003	2004	2005	
Obiekt kontrolny Control object	3,0	6,9	7,4	5,8
Obornik Farmyard manure	5,2	9,9	10,3	8,5
Gorczyca biała White mustard	4,7	9,2	9,8	7,9
Gorczyca biała — mulcz White mustard — mulch	4,3	8,6	9,0	7,3
Facelia Phacelia	5,6	11,2	11,8	9,5
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	5,0	9,6	10,2	8,3
Średnie Mean	4,6	9,2	9,8	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				0,3
Nawożenie międzyplonem ścierniskowym — stubble catch crop fertilization				0,6
Interakcja — interaction				0,8

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków pogodowych, nawożenia międzyplonem ścierniskowym i ich interakcji na plon suchej masy bulw ziemniaka i plon białka ogólnego (tab. 5 i 6). Największe plony odnotowano w korzystnym 2005 roku, istotnie mniejsze w 2004 roku, a najmniejsze w suchym 2003 roku. Nawożenie międzyplonem ścierniskowym także istotnie różnicowało plon suchej masy bulw ziemniaka i plon białka ogólnego. Największe plony odnotowano z obiektów nawożonych facelią. Na pozostałych obiektach nawożonych międzyplonami, z wyjątkiem gorczycy białej stosowanej w formie mulczu plony te kształtowały się na zbliżonym poziomie, jak na oborniku. Ze współdziałania warunków pogodowych z nawożeniem międzyplonem ścierniskowym wynika, że największy plon suchej masy bulw ziemniaka i plon białka ogólnego odnotowano z obiektu nawożonego facelią w latach 2005 i 2004, a najmniejsze z obiektu kontrolnego, w niekorzystnym 2003 roku.

Tabela 6

Plon białka ogólnego, kg·ha ⁻¹ The yield of total protein, kg·ha ⁻¹				
Nawożenie międzyplonem ścierniskowym Stubble catch crop fertilization	Lata — Years			Średnie Mean
	2003	2004	2005	
Obiekt kontrolny Control object	227	540	599	455
Obornik Farmyard manure	453	888	935	759
Gorczyca biała White mustard	376	762	820	653
Gorczyca biała — mulcz White mustard — mulch	338	688	728	585
Facelia Phacelia	553	1124	1198	958
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	485	952	1024	820
Średnie Mean	405	826	884	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				48
Nawożenie międzyplonem ścierniskowym — stubble catch crop fertilization				63
Interakcja — interaction				70

DYSKUSJA

Podstawowym nawozem naturalnym stosowanym w uprawie ziemniaka jest obornik. Jednak rozwój integrowanej produkcji ziemniaka i niedobór obornika skłaniają do wysycenia płodozmianu międzyplonami z przeznaczeniem na zielony nawóz (Dzienia i in., 2004; Kołodziejczyk i in., 2007; Płaza i in., 2009). Spośród międzyplonów największy udział powinny mieć międzyplony ścierniskowe i to zarówno przyorane jesienią, jak i pozostawione do wiosny w formie mulczu. W badaniach własnych międzyplony ścierniskowe chociaż wytworzyły istotnie mniej suchej masy i makroelementów niż obornik, to jednak pod względem wartości nawozowej dorównywały obornikowi. Jest to

zbieżne z wynikami badań Sadowskiego (1992), Grzeskiewicza i Trawczyńskiego (1997), Dzieni i Szarka (1999), Boligłowy i Gleń (2003) oraz Kołodziejczyka i in. (2007). W nawożeniu ziemniaka międzyplony ścierniskowe można stosować także w formie mulczu. Jednak w badaniach własnych wartość nawozowa gorczycy białej stosowanej w formie mulczu nie dorównywała wartości nawozowej obornika. Potwierdzają to badania Boligłowy i Dzieni (1996) oraz Dzieni i Szarka (1999). W integrowanej uprawie ziemniaka można zalecać ten sposób nawożenia, a zwłaszcza mulczem z facelii, po zastosowaniu którego plon bulw ziemniaka nie różnił się istotnie od odnotowanego na oborniku. Ponadto międzyplon stosowany w formie mulczu pełni wiele korzystnych funkcji: spowalnia proces mineralizacji substancji organicznej, nie dopuszcza do wymywania azotu, magazynuje wodę z opadów jesienno-zimowych, poprawia strukturę gleby i wzbogaca ją w masę organiczną (Hoyt i Hargrove, 1986; Dzienia i Boligłowa, 1993; Songin, 1998).

Badania własne, analogicznie jak Głuskiej (2000) dowodzą, że wielkość plonu bulw ziemniaka zależy nie tylko od czynników agrotechnicznych, lecz również od czynników środowiskowych, a przede wszystkim od sumy opadów i rozkładu temperatur w okresie wegetacji roślin. Niekorzystne warunki pogodowe odnotowane w 2003 roku spowodowały silny spadek plonów bulw ziemniaka pomimo dużej produkcji biomasy międzyplonów ścierniskowych, w roku poprzedzającym uprawę ziemniaka. Wynika to z faktu, iż niedobór opadów w okresie wegetacji ziemniaka hamuje rozkład biomasy w glebie, co zmniejsza ilość składników pokarmowych udostępnianych roślinie uprawnej, efektem czego jest niski plon bulw ziemniaka.

Badania własne wykazały, że nawożenie międzyplonem ścierniskowym oddziałuje nie tylko na plon, ale i na jego strukturę. Spośród badanych międzyplonów najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie facelią. Można zauważyć tu pewną zależność, którą potwierdzają badania innych autorów (Roztropowicz, 1994; Boligłowa i Dzienia, 1996; Płaza in., 2009). Mianowicie, na obiektach, na których otrzymuje się największe plony ziemniaka, występuje wzrost udziału bulw jadalnych i sadzeniaków, a spadek udziału bulw małych w plonie.

WNIOSKI

1. Międzyplony ścierniskowe wprowadziły do gleby istotnie mniej suchej masy i makroelementów niż obornik. Spośród badanych międzyplonów najwięcej suchej masy, azotu i potasu wprowadziła do gleby gorczyca biała, a fosforu i magnezu facelia.
2. Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań istotnie różnicowały plony ziemniaka.
3. Największe plony bulw ziemniaka otrzymano z kombinacji nawożonej facelią przyoraną jesienią.
4. Stosowanie pod ziemniak międzyplonów ścierniskowych, z wyjątkiem gorczycy białej pozostawionej do wiosny w formie mulczu w pełni zastępuje obornik.

LITERATURA

- Bolińska E., Dzińska S. 1996. Wpływ nawożenia organicznego i sposobu uprawy roli na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 172, Rol. 62: 37 — 42.
- Bolińska E., Gieł K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and methods. Elec. Jour. Pol. Agric. Univ. Ser. Agron. 1, 6, www.ejpau.media.pl.
- Dzińska S., Bolińska E. 1993. Rola mulczowania w podnoszeniu żyzności i urodzajności gleby. Post. Nauk Rol. 1: 107 — 111.
- Dzińska S., Szarek P. 1999. Wpływ systemów uprawy i nawożenia organicznego na plonowanie ziemniaka. Pol. Univ. Agric. Stetin, Agric. 195(74): 197 — 202.
- Dzińska S., Szarek P., Pużyński S. 2004. Plonowanie i jakość ziemniaka w zależności od systemu uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 235 — 242.
- Głuska A. 2000. Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. Biul. IHAR 213: 173 — 178.
- Hoyt G.D., Hargrove W.L. 1986. Legume cover crop for improving crop and soil management in the Southern United States. Hort. Sci. 21: 67 — 74.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S. 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka uprawianego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. Fragm. Agron. 24 (2): 142 — 150.
- Płaza A. 2007. Nawożenie ziemniaka międzyplonami ścierniskowymi i słomą. Fragm. Agron. 24 (4): 100 — 105.
- Płaza A., Ceglarek F., Królikowska M.A., Próchnicka M. 2009. Nawożenie ziemniaka jadalnego biomasą międzyplonów w warunkach środkowo-wschodniej Polski. Biul. IHAR 254: 137 — 143.
- Roztropowicz S. 1994. Poplony ścierniskowe jako cenny nawóz organiczny pod ziemniak. Ziemn. Pol. 4: 11 — 14.
- Sadowski W. 1992. Porównanie efektywności obornika, słomy, nawozów zielonych i biohumusu w uprawie ziemniaka. Mat. konf. nauk. nt. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”. ART Olsztyn, 25–26 marca 1992: 216 — 222.
- Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. Post. Nauk Rol. 2: 43 — 51.

ANNA PŁAZA**FELIKS CEGLAREK****MILENA ANNA KRÓLIKOWSKA****MAŁGORZATA PRÓCHNICKA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Rola wsiewek międzyplonowych w nawożeniu ziemniaka jadalnego odmiany Syrena

The role of undersown crops in fertilization of table potato cultivar Syrena

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2004–2007 mające na celu ocenę wartości nawozowej wsiewek międzyplonowych stosowanych w uprawie ziemniaka jadalnego odmiany Syrena. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, koniczyna biała, koniczyna biała + życica wielokwiatowa, życica wielokwiatowa. W biomacie wsiewek międzyplonowych oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). W pierwszym roku po nawożeniu wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Syrena. Podczas zbioru ziemniaka określono plon ogólny świeżej masy bulw, a po zbiorze strukturę plonu bulw. Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż spośród badanych wsiewek międzyplonowych najwięcej suchej masy wprowadziła do gleby życica wielokwiatowa, a także mieszanka koniczyny białej z życicą wielokwiatową, a makroelementów koniczyna biała oraz mieszanka koniczyny białej z życicą wielokwiatową. Nawożenie wsiewkami międzyplonowymi, z wyjątkiem życicy wielokwiatowej w pełni zastępuje obornik w uprawie ziemniaka jadalnego. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział bulw małych w plonie odnotowano na obiektach nawożonych mieszanką koniczyny białej z życicą wielokwiatową oraz koniczyną białą.

Słowa kluczowe: nawożenie, plon, struktura plonu bulw, wsiewka międzyplonowa, ziemniak

The paper presents the results of the studies carried out in the years 2004–2007, which aimed to evaluate the fertilizer value of undersown crops applied in the cultivation of table potato cv. Syrena. The following combinations of undersown crops fertilization were used: control object (without undersown crops fertilization), farmyard manure, white clover, white clover + Italian ryegrass, Italian ryegrass. In the biomass of undersown crops the content of dry mass and macroelements (N, P, K, Ca and Mg) was evaluated. Potato cv. Syrena was cultivated in the first year after soil fertilization with undersown crops. During harvest the total yield of fresh mass of tubers was assessed, and after harvest the structure of tuber yield was determined. The results showed that the largest amount of dry mass was introduced into the soil with Italian ryegrass and with the mixture of white clover and Italian ryegrass, and that of macroelements with white clover and with the mixture of white clover and Italian ryegrass. Fertilization with undersown crops, with the exception of Italian ryegrass, can fully substitute for farmyard manure in potato cultivation. The highest percentage of table potatoes and seed potatoes and

the lowest percentage of small tubers in the yield were recorded for the plots fertilized with the mixture of white clover with Italian ryegrass and with white clover alone.

Key words: fertilization, undersown crop, potato, yield, yield structure

WSTĘP

Ziemniak jest rośliną, która do wydania wysokich plonów wymaga zarówno nawożenia organicznego, jak i mineralnego (Sadowski, 1992; Płaza i in., 2009). Podstawowym nawozem naturalnym stosowanym w uprawie ziemniaka jest obornik. Jednak niedostateczna ilość obornika i rozwój integrowanej uprawy ziemniaka skłaniają do poszukiwania innych form nawożenia. Niezwykle cenne są tu międzyplony przeznaczone na przyoranie jako zielony nawóz. Międzyplony traktowane są tu jako „akumulatory” niewykorzystanych w przedplonie składników pokarmowych dla ziemniaka następczo przychodzącego w zmianowaniu. Ich wymywanie do wód gruntowych, z areałów pokrytych szatą roślinną jest wielokrotnie mniejsze niż z gleb pozostających w czarnym ugorze, co ma istotne znaczenie w ochronie środowiska rolniczego (Spiertz i in., 1996; Songin, 1998). Podstawowym międzyplonem powinny być wsiewki (Witkowicz, 1998; Kuraszkiewicz i Pałys, 2002). Wprowadzenie do uprawy wsiewek międzyplonowych umożliwia utrzymanie gleby pod okrywą roślinną w ciągu całego okresu wegetacyjnego, co zapobiega erozji i wymywaniu azotanów (Duer, 1999).

Celem przeprowadzonych badań była ocena wartości nawozowej wsiewek międzyplonowych stosowanych w uprawie ziemniaka jadalnego odmiany Syrena.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2004–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego w Siedlcach. Eksperyment polowy założono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,39%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach. Badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik (dawka $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna biała (ilość wysiewu nasion $18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna biała + życica wielokwiatowa (ilość wysiewu nasion $9 + 15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica wielokwiatowa (ilość wysiewu nasion $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno. Jesienią, w losowo wybranych miejscach, z każdego poletka międzyplonu pobrano próby masy kośnej i resztek późniejszych roślin łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby w celu określenia plonu suchej masy. W pobranym materiale roślinnym oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). Następnie na wyznaczone poletka wywieziono obornik bydlęcy i wykonano orkę przedzimową.

W pierwszym roku po zastosowaniu wsiewek międzyplonowych i obornika uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Syrena. Wczesną wiosną wysiano nawozy mineralne, których

ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39 kg P i 100 kg K. Ziemniaki wysadzono w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka na każdym poletku określono plon ogólny świeżej masy bulw. Następnie pobrano średnie ich próby w celu oznaczenia struktury plonu bulw. Wydzielono frakcje bulw o średnicy poniżej 30, 30–40, 40–50, 50–60 i powyżej 60 mm. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1). Najkorzystniejszym dla uprawy ziemniaka okazał się 2005 rok. Nieco gorsze warunki pogodowe odnotowano w 2007 roku, a najgorsze w 2006 roku (niekorzystny rozkład opadów).

Tabela 1

Warunki pogody podczas badań zgodnie z danymi ze Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Weather conditions in the period of investigations, according to the data from the Meteorological Station at Zawady

Lata Years	Miesiąc Month						Średnie Means
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura (°C) Temperature (°C)							
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	14,1
2005	8,7	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0	15,1
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	15,4	15,8
2007	8,6	14,6	18,2	18,9	18,9	13,1	15,4
1951–2000	7,8	13,8	17,1	18,7	18,0	13,0	14,7
Opady (mm) Rainfall (mm)							
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8	268,8
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	227,6	20,9	358,1
2007	21,2	59,1	59,0	70,2	31,1	67,9	308,5
1951–2000	37,1	50,6	61,5	71,6	53,8	50,0	324,6

WYNIKI

Spośród badanych wsiewek międzyplonowych życica wielokwiatowa, a także mieszanka koniczyny białej z życią wielokwiatową dostarczyły najwięcej suchej masy (tab. 2). Natomiast najwięcej makroelementów wprowadziła do gleby koniczyna biała oraz mieszanka koniczyny białej z życią wielokwiatową. Życica wielokwiatowa, chociaż wytworzyła najwięcej biomasy, to jako roślina nie motylkowa dostarczyła najmniejszej ilości makroelementów.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków sezonu wegetacyjnego, nawożenia wsiewką międzyplonową i ich współdziałania na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka (tab. 3). Największe plony bulw ziemniaka zebrano w korzystnym 2005 roku, istotnie mniejsze w 2007 roku, a najmniejsze w 2006 roku. Nawożenie wsiewką międzyplonową także istotnie różnicowało plon bulw ziemniaka. Największy plon bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego mieszanką koniczyny białej z życią

wielokwiatową. Również plon bulw ziemniaka nawożonego koniczyną białą był istotnie większy od odnotowanego na oborniku. Tylko po zastosowaniu życicy wielokwiatowej plon bulw ziemniaka był istotnie mniejszy od odnotowanego na oborniku. Wykazano interakcje, z której wynika, że największy plon bulw ziemniaka zebrano w 2005 roku z obiektu nawożonego mieszanką koniczyny białej z życicą wielokwiatową, a najmniejszy w 2006 roku z obiektu kontrolnego, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

Tabela 2

Ilość suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i makroelementów ($kg \cdot ha^{-1}$) wprowadzona do gleby przez badane wsiewki międzyplonowe i obornik (średnie z lat 2004–2006)
The amount of dry mass and macroelements introduced into the soil by the applied undersown crops and farmyard manure (mean for 2004–2006)

Wsiewka międzyplonowa Undersown crop	Sucha masa Dry mass	Makroelementy Macroelements				
		N	P	K	Ca	Mg
Obornik Farmyard manure	7,7	162,4	47,9	132,7	62,9	39,2
Koniczyna biała White clover	5,6	157,9	32,3	112,4	49,3	24,0
Koniczyna biała + życica wielokwiatowa White clover + Italian ryegrass	6,1	158,7	31,9	117,0	48,8	19,2
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	6,6	115,9	27,8	110,2	36,0	14,2
NIR _{0,05}	0,8	10,9	5,8	10,4	5,6	3,0
SLD _{0,05}						

Tabela 3

Plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, $t \cdot ha^{-1}$
Total yield of fresh mass of potato tubers, $t \cdot ha^{-1}$

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	2005	2006	2007	Średnie Mean
Obiekt kontrolny Control object	38,9	34,4	36,2	36,5
Obornik Farmyard manure	50,2	45,9	48,7	48,3
Koniczyna biała White clover	54,7	50,2	51,9	52,3
Koniczyna biała + życica wielokwiatowa White clover + Italian ryegrass	56,6	51,7	54,3	54,2
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	44,9	39,3	41,2	41,8
Średnie Mean	49,1	44,3	46,5	—
NIR _{0,05} — SLD _{0,05}				
Lata — years				1,0
Nawożenie wsiewką międzyplonową — undersown crop fertilization				1,1
Interakcja — interaction				1,4

Nawożenie wsiewką międzyplonową w istotny sposób oddziaływało nie tylko na plon, ale i na jego strukturę (tab. 4). Można zauważyć tu pewną zależność, a mianowicie, tam

gdzie otrzymano największe plony bulw ziemniaka odnotowano największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie. Natomiast na obiekcie kontrolnym i nawożonym życią wielokwiatową udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków był mniejszy, przy największym udziale frakcji bulw małych w plonie.

Tabela 4

Procentowy udział frakcji bulw w plonie (średnie z lat 2005–2007)
The percentage of tuber fractions in the yield (mean for 2005–2007)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	Ziemniaki jadalne Table potato ≥ 40 mm	Sadzeniaki Seed potatoes 30-60 mm	Bulwy małe Small tubers ≤ 30 mm
Obiekt kontrolny Control object	57,3	54,2	32,4
Obornik Farmyard manure	88,1	86,7	6,3
Koniczyna biała White clover	94,5	93,4	1,9
Koniczyna biała + życią wielokwiatową White clover + Italian ryegrass	97,1	95,2	1,1
Życią wielokwiatową Italian ryegrass	69,7	68,3	17,8
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	2,2	2,0	1,7

DYSKUSJA

Niedobór obornika spowodowany spadkiem pogłowia zwierząt gospodarskich, niska opłacalność produkcji oraz przesłanki przemawiające za systemem integrowanej uprawy ziemniaka skłaniają do przeprowadzenia alternatywnych rozwiązań. Na szczególną uwagę zasługują tu nawozy zielone (Spiertz i in., 1996; Songin, 1998; Duer, 1999). Niezwykle cennym gatunkiem jest tu koniczyna biała. W badaniach własnych dostarczyła ona porównywalną ilość azotu, jak obornik. Dużą ilość makroelementów wprowadziła do gleby zarówno koniczyna biała uprawiana w czystym siewie, jak i w mieszance z życią wielokwiatową. Na wysoką wartość nawozową wsiewek roślin motylkowatych i ich mieszanek z trawami wskazują też wyniki badań innych autorów (Ceglarek i in., 1998; Witkowicz, 1998; Kuraszkiewicz i Pałys, 2002). Sadowski (1992) oraz Płaza i in. (2009) wskazują na przewagę nawozów zielonych nad obornikiem. Wynika to z faktu, iż składniki pokarmowe zawarte w nawozie zielonym są na ogół łatwiej przyswajalne niż składniki obornika, dzięki szybszemu rozkładowi masy organicznej. W omawianym doświadczeniu spośród międzyplonów najwyższą wartość nawozową wyrażoną plonem bulw ziemniaka wykazała mieszanka koniczyny białej z życią wielokwiatową oraz koniczyna biała. Wynika to z faktu, iż nawóz organiczny, który zawiera najwięcej makroelementów oddziałuje najkorzystniej na plonowanie rośliny następczej (Sadowski, 1992; Ceglarek i in., 1998; Witkowicz, 1998).

Z badań własnych wynika, że nawożenie wsiewką międzyplonową oddziałuje nie tylko na plon bulw ziemniaka, ale i na jego strukturę. Spośród badanych wsiewek międzyplonowych najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie mieszanką koniczyny białej z życią wielokwiatową oraz koniczyną białą. Można zauważyć tu pewną zależność, którą potwierdzają badania innych autorów (Roztropowicz, 1994; Dzienia i in., 2004; Kołodziejczyk i in., 2007). Mianowicie na obiektach, gdzie otrzymano największe plony ziemniaka występuje wzrost udziału bulw dużych, a spadek udziału frakcji bulw średnich i małych. Największy udział bulw drobnych w plonie odnotowano na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

WNIOSKI

1. Spośród badanych wsiewek międzyplonowych najwięcej suchej masy wprowadziła do gleby życią wielokwiatową, a także mieszanka koniczyny białej z życią wielokwiatową, a makroelementów koniczyna biała oraz mieszanka koniczyny białej z życią wielokwiatową.
2. Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań istotnie różnicowały plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka.
3. Nawożenie wsiewkami międzyplonowymi, z wyjątkiem życicy wielokwiatowej w pełni zastępuje obornik w uprawie ziemniaka jadalnego.
4. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział bulw małych w plonie odnotowano na obiektach nawożonych mieszanką koniczyny białej z życią wielokwiatową oraz koniczyną białą.

LITERATURA

- Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D., Jabłońska-Ceglarek R. 1998. Alternatywne nawożenie organiczne ziemniaka jadalnego w makroregionie środkowo-wschodnim. Cz. I. Wartość nawozowa wsiewek poplonowych w zależności od ich sposobu użytkowania na tle obornika i nawożenia słomą. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, T. 113, Z. 3-4: 173 — 188.
- Duer I. 1999. Plon suchej masy kilku odmian koniczyny uprawianej w ekologicznym i integrowanym systemie produkcji oraz akumulacja azotu w glebie. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 347: 69 — 77.
- Dzienia S., Szarek P., Pużyński S. 2004. Plonowanie i jakość ziemniaka w zależności od systemu uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 500: 235 — 242.
- Kołodziejczyk M. 2004. Wpływ nawożenia na wielkość i strukturę plonu bulw ziemniaka. *Annales UMCS, Sec. E* 59, 3: 1455 — 1463.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S. 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 2 (94): 142 — 150.
- Kuraszkiewicz R., Pałys E. 2002. Wpływ roślin ochronnych na plon masy nadziemnej wsiewek międzyplonowych. *Annales UMCS, Sec. E* 57: 105 — 112.
- Płaza A., Ceglarek F., Królikowska M.A., Próchnicka M. 2009. Nawożenie ziemniaka jadalnego biomasą międzyplonów w warunkach środkowo — wschodniej Polski. *Biul. IHAR* 254: 137 — 143.
- Roztropowicz S. 1994. Poplony ścierniskowe jako cenny nawóz organiczny pod ziemniak. *Ziemn. Pol.* 4: 11 — 14.
- Sadowski W. 1992. Porównanie efektywności obornika, słomy, nawozów zielonych i biohumusu w uprawie ziemniaka. *Mat. konf. nauk. nt. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”*. ART Olsztyn: 216 — 222.

- Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. *Post. Nauk Rol.* 2: 43 — 51.
- Spiertz J. H. J., Haverkort A. J., Vereijken P. H. 1996. Environmentally safe and consumer friendly potato production in the Netherlands. 1. Development of ecologically sound production systems. *Potato Res.* 39: 371 — 378.
- Witkiewicz R. 1998. Porównanie plonowania oraz wartości przedplonowej wsiewek roślin motylkowatych i traw na glebie lekkiej. *Rocz. AR Poznań CCCVII, Ser. Rol.* 52: 65 — 70.

ANNA PŁAZA**JAROSŁAW SOSZYŃSKI**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wpływ wsiewek międzyplonowych na cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka odmiany Syrena

The influence of undersown crops on the consumption features of tubers of potato cv. Syrena

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2003–2006 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych na kształtowanie cech konsumpcyjnych bulw ziemniaka w zmiennych warunkach pogodowych. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, lucerna chmielowa, lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa, życica wielokwiatowa. W pierwszym roku na nawożeniu wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Syrena. Podczas zbioru ziemniaka, z każdego poletka pobrano średnie próby bulw w celu oznaczenia ich cech konsumpcyjnych, tj. ciemnienia miąższu surowego i ugotowanego oraz smakowości. Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż warunki sezonu wegetacyjnego istotnie modyfikowały stopień ciemnienia miąższu surowego i ugotowanego oraz smakowość bulw ziemniaka. Cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi nie różniły się istotnie od bulw ziemniaka nawożonych obornikiem. Najlepszymi cechami konsumpcyjnymi, a zwłaszcza smakowością wyróżniały się ziemniaki nawożone lucerną chmielową.

Słowa kluczowe: jakość konsumpcyjna bulw, nawożenie, wsiewka międzyplonowa, ziemniak

The paper presents the results of research carried out in the years 2003–2006, whose aim was to assess the influence of undersown crops on the development of consumption features of potato tubers in changeable weather conditions. The following combinations of undersown crops fertilization applied: control object (without undersown crops fertilization), farmyard manure, black medic, black medic + Italian ryegrass, Italian ryegrass. Table potatoes were cultivated in first year after fertilization with undersown crops. During harvest samples of tubers were collected from each plot to estimate the grade of darkening of fresh and cooked flesh and tuber taste. The results obtained showed that the conditions during of vegetation period significantly influenced the above — mentioned features of tubers. The consumption features of tubers produced by plants fertilized with undersown crops were similar to those of tubers harvested from plots fertilized with farmyard manure. The highest level of consumption features, especially of the taste, characterized the potatoes fertilized with black medic alone.

Key words: consumption quality, fertilization, undersown crop, potato, tubers

WSTĘP

Ziemniak przeznaczony do bezpośredniego spożycia powinien charakteryzować się odpowiednimi cechami zewnętrznymi, wewnętrznymi i właściwościami organoleptycznymi (Silva i in., 1991; Lisińska, 2006). O wartości konsumpcyjnej bulw ziemniaka decyduje ich skład chemiczny. Na jakość bulw ziemniaka, a tym samym na ich skład chemiczny mają wpływ nie tylko uwarunkowania genetyczne ale również czynniki oddziałujące na roślinę w czasie jej wzrostu, m. in. warunki klimatyczno-glebowe, stosowane nawożenie, itp. (Rytel i in., 2008). Zauważa się tu korzystne oddziaływanie nawożenia organicznego (Ceglarek i Płaza, 2000; Różyło, 2002).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wsiewek międzyplonowych na kształtowanie cech konsumpcyjnych bulw ziemniaka odmiany Syrena w zmiennych warunkach pogodowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2003–2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Eksperyment polowy założono na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IVa, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w przyswajalny fosfor i potas. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach. Badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), lucerna chmielowa ($21,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa ($32,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica wielokwiatowa ($33,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Wsiewki międzyplonowe wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno. Jesienią, na każdym poletku określono plon świeżej masy wsiewek międzyplonowych łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby. Następnie na poletka kontrolne z obornikiem wywieziono obornik bydlęcy i wykonano orkę przedzimową.

W pierwszym roku po nawożeniu wsiewkami międzyplonowymi i obornikiem uprawiano ziemniaki jadalne. Wczesną wiosną na wszystkich poletkach rozsiano nawozy mineralne, których ilość dostosowana do zasobności gleby i przewidywanego plonu, w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 36,9 kg P i 99,6 kg K. Ziemniaki wysadzano w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka, z każdego poletka pobrano próby bulw w celu oznaczenia ich cech konsumpcyjnych. Oznaczenia wykonano na przekroju poprzecznym 10 bulw. Ciemnienie miąższu surowego i ugotowanego bulw oceniono według barwnych tablic w odwróconej 9-stopniowej skali duńskiej: liczbą 9 — oznaczono miąższ nie zmieniony, a liczbą 1 — miąższ czarny. Zmiany barwy miąższu surowego oceniono po 4 godzinach od chwili pokrojenia ziemniaków, a ugotowanego po 2 i 24 godzinach. Oceny smakowitości dokonano za pomocą 9-stopniowej skali, przy czym ocenę 9 przyjęto za bardzo dobrą, a ocenę 1 za bardzo złą. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1). Najkorzystniejszym dla uprawy ziemniaka okazał się 2005 rok. Nieco gorsze warunki pogodowe wystąpiły w latach 2004 i 2006.

Tabela 1

Warunki pogody podczas badań zgodnie z danymi ze Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Weather conditions in the period of conducting the investigations, according to the data from the Meteorological Station at Zawady

Lata Years	Miesiąc — Months						Średnie Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura (°C) — Temperature (°C)							
2003	7,1	15,6	18,4	20,0	18,5	13,5	15,5
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	14,1
2005	8,7	13,0	15,9	20,0	17,5	15,0	15,0
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	15,4	15,8
1951–2000	7,8	13,8	17,1	18,7	18,0	13,0	14,7
Opady (mm) — Rainfall (mm)							
2003	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	23,4	131,6
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8	268,8
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	227,6	20,9	358,1
1951–2000	37,1	50,6	61,5	71,6	53,8	50,0	324,6

WYNIKI

Ciemnienie miąższu surowego bulw ziemniaka było istotnie modyfikowane przez warunki sezonu wegetacyjnego, nawożenie wsiewką międzyplonową oraz współdziałanie lat z nawożeniem wsiewką międzyplonową (tab. 2).

Tabela 2

Ciemnienie miąższu surowego bulw ziemniaka po 4 godzinach, w stopniach
The darkening of raw flesh of potato tubers after 4 hours, in degrees

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	2004	2005	2006	Średnie Mean
Obiekt kontrolny Control object	6,7	6,9	6,2	6,6
Obornik Farmyard manure	7,2	7,3	6,8	7,1
Lucerna chmielowa Black medic	7,8	8,0	7,4	7,7
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	7,5	7,7	7,1	7,4
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	6,9	7,1	6,4	6,8
Średnie Mean	7,2	7,4	6,8	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				0,3
Nawożenie wsiewką międzyplonową — undersown crop fertilization				0,4
Interakcja — interaction				0,4

W latach 2005 i 2004 ciemnienie miąższu bulw ziemniaka nie różniło się istotnie, podczas gdy w 2006 roku ziemniaki charakteryzowały się intensywniejszym nasileniem barwy szarej miąższu surowego. Ziemniaki uprawiane po wsiewkach międzyplonowych wykazywały mniejszą tendencję do ciemnienia miąższu surowego niż bulwy roślin uprawianych na obiekcie kontrolnym. Stopień ciemnienia miąższu bulw surowych nawożonych wsiewkami międzyplonowymi, z wyjątkiem lucerny chmielowej nie różnił się istotnie od stopnia ciemnienia miąższu bulw ziemniaka nawożonego obornikiem. Natomiast na obiekcie nawożonym lucerną chmielową odnotowano istotnie najniższy stopień ciemnienia miąższu surowego bulw. Był on niższy o 0,6 pkt. od odnotowanego w bulwach nawożonych obornikiem. Wykazano interakcję, z której wynika, że najniższym stopniem ciemnienia miąższu surowego wyróżniały się bulwy ziemniaka odmiany Syrena nawożonego lucerną chmielową w latach 2005 i 2004, a najwyższym ziemniaki zebrane z obiektu kontrolnego w 2006 roku.

Przebieg warunków pogodowych, nawożenie wsiewką międzyplonową i interakcja warunków pogodowych z nawożeniem wsiewką międzyplonową istotnie różnicowały ciemnienie miąższu ugotowanego bulw ziemniaka po 2 godzinach (tab. 3).

Tabela 3

Ciemnienie miąższu ugotowanego bulw ziemniaka po 2 godzinach, w stopniach
The darkening of cooked flesh of potato tubers after 2 hours, in degrees

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	2004	2005	2006	Średnie Mean
Obiekt kontrolny Control object	7,6	7,8	7,3	7,6
Obornik Farmyard manure	8,0	8,4	7,8	8,1
Lucerna chmielowa Black medic	8,6	8,8	8,4	8,6
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	8,3	8,6	8,1	8,3
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	8,0	8,3	7,7	8,0
Średnie Mean	8,1	8,4	7,9	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				0,2
Nawożenie wsiewką międzyplonową — undersown crop fertilization				0,3
Interakcja — interaction				0,4

Niższym stopniem ciemnienia miąższu ugotowanego charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w 2005 roku, niż w latach 2004 i 2006. Spośród badanych kombinacji nawożenia wsiewką międzyplonową lucerna chmielowa wpłynęła nieznacznie na ciemnienie miąższu bulw ugotowanych. Na pozostałych obiektach odnotowano wzrost ciemnienia miąższu bulw. Jednak stopień ciemnienia miąższu bulw ugotowanych nawożonych obornikiem, mieszanką lucerny chmielowej z życicą wielokwiatową i życicą wielokwiatową nie różnił się istotnie. Najsilniejszym ciemnieniem miąższu ugotowanego charakteryzowały się ziemniaki zebrane z obiektu kontrolnego. Wykazano interakcję lat

z nawożeniem wsiewką międzyplonową, z której wynika, że w najmniejszym stopniu ciemniał miąższ bulw ugotowanych nawożonych lucerną chmielową w latach 2005 i 2004 oraz mieszkanką lucerny chmielowej z życicą wielokwiatową w 2005 roku, a w największym stopniu miąższ bulw ugotowanych zebranych z obiektu kontrolnego w 2006 roku.

Stopień ciemnienia miąższu ugotowanego bulw ziemniaka po 24 godzinach był istotnie różnicowany przez warunki sezonu wegetacyjnego, nawożenie wsiewką międzyplonową i ich współdziałanie (tab. 4). Istotnie mniejszym ciemnieniem miąższu ugotowanego po 24 godzinach charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w 2005 roku niż w latach 2004 i 2006. Nawożenie wsiewką międzyplonową obniżało stopień ciemnienia miąższu ugotowanego bulw ziemniaka w porównaniu do stopnia ciemnienia miąższu ugotowanego bulw ziemniaka z obiektu kontrolnego. Najmniejszym ciemnieniem miąższu ugotowanego po 24 godzinach wyróżniały się bulwy ziemniaka nawożonego lucerną chmielową oraz mieszkanką lucerny chmielowej z życicą wielokwiatową. Ze współdziałania lat z nawożeniem wsiewką międzyplonową wynika, że ziemniaki nawożone lucerną chmielową oraz mieszkanką lucerny chmielowej z życicą wielokwiatową w latach 2005 i 2004 charakteryzowały się najmniejszym ciemnieniem miąższu bulw, a zebrane z obiektu kontrolnego w 2006 roku największym.

Tabela 4

Ciemnienie miąższu ugotowanego bulw ziemniaka po 24 godzinach, w stopniach
The darkening of cooked flesh of potato tubers after 24 hours, in degrees

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	2004	2005	2006	Średnie Mean
Obiekt kontrolny Control object	7,3	7,6	7,0	7,3
Obornik Farmyard manure	7,9	8,2	7,6	7,9
Lucerna chmielowa Black medic	8,4	8,6	8,0	8,3
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	8,3	8,4	7,9	8,2
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	7,8	8,1	7,5	7,8
Średnie Mean	7,9	8,2	7,6	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				0,2
Nawożenie wsiewką międzyplonową — undersown crop fertilization				0,3
Interakcja — interaction				0,4

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków pogodowych, nawożenia wsiewką międzyplonową i ich interakcji na smakowitość bulw ziemniaka (tab. 5). Lepszą smakowitością charakteryzowały się ziemniaki zebrane w korzystnym 2005 roku, o mniejszej ilości opadów i słonecznej pogodzie w ostatnich miesiącach sezonu wegetacyjnego, niż w latach 2004 i 2006. Nawożenie wsiewką międzyplonową polepszało smakowitość bulw ziemniaka w porównaniu do obiektu kontrolnego. Najlepszą

smakowitością wyróżniały się ziemniaki nawożone lucerną chmielową. Na pozostałych obiektach nawożonych wsiewkami międzyplonowymi smakowitość bulw ziemniaka nie różniła się istotnie od odnotowanej na oborniku. Ze współdziałania lat z nawożeniem wsiewką międzyplonową wynika, że najlepszą smakowitością we wszystkich latach badań charakteryzowały się ziemniaki nawożone lucerną chmielową, a najgorszą bulwy z obiektu kontrolnego.

Tabela 5

Smakowitość bulw ziemniaka, w punktach
The taste of potato tubers, in points

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	2004	2005	2006	Średnie Mean
Obiekt kontrolny Control object	6,0	6,3	5,8	6,0
Obornik Farmyard manure	7,0	7,1	6,7	6,9
Lucerna chmielowa Black medic	8,4	8,6	8,2	8,4
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	7,0	7,3	6,9	7,1
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	6,7	7,0	6,5	6,7
Średnie Mean	7,0	7,3	6,8	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				0,2
Nawożenie wsiewką międzyplonową — undersown crop fertilization				0,4
Interakcja — interaction				0,5

DYSKUSJA

Cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka decydują o ich przydatności do bezpośredniego spożycia. W przeprowadzonym doświadczeniu określono oddziaływanie warunków sezonu wegetacyjnego i nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na stopień ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych oraz ich smakowitość. Ciemnienie miąższu bulw surowych następuje podczas enzymatycznego utleniania związków fenolowych (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985; Sawicka, 1991; Leszczyński, 2002). Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych jest procesem nieenzymatycznym i uważane jest za cechę odmianową związaną z zawartością w bulwach ziemniaka związków fenolowych, kwasu cytrynowego, kwasu chlorogenowego, skrobi, żelaza i wapnia. Ilość tych związków zależy od warunków edaficznych, a głównie od nawożenia (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985; Man i Lambert, 1989; Silva i in., 1991). W badaniach własnych nawożenie wsiewkami międzyplonowymi istotnie modyfikowało ciemnienie miąższu bulw. Ziemniaki uprawiane na wsiewkach międzyplonowych cechowały się mniejszym nasileniem ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych niż bulwy ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym. Powyższą zależność potwierdzają badania Ceglarka i in. (1998) oraz Różyły (2002), którzy

wykazali, że ziemniaki uprawiane tylko na nawozach mineralnych charakteryzowały się większym nasileniem barwy szarej niż ziemniaki uprawiane na oborniku.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaka również istotnie modyfikowały stopień ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych. W latach niekorzystnych, o większej ilości opadów w ostatnich miesiącach sezonu wegetacyjnego, obserwuje się większe nasilenie ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych niż w latach suchych i ciepłych (Zgórska, 1979; Sawicka, 1991; Nowacki i in., 20000). Analogiczną zależność odnotowano w badaniach własnych.

Smakowitość uważana jest za najbardziej subiektywną cechę charakteryzującą ziemniaki jadalne. Badania własne wykazały, że smakowitość bulw ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi dorównywała, a nawet przewyższała smakowitość bulw ziemniaka nawożonego obornikiem. Na szczególne wyróżnienie zasługuje tu lucerna chmielowa, po zastosowaniu której ziemniaki charakteryzowały się najlepszym smakiem. Jest to zbieżne z wynikami badań Ceglarka i Płazy (2000) oraz Różyły (2002). Należy tłumaczyć to tym, iż ziemniaki uprawiane w stanowisku użyźnionym roślinami motylkowatymi zawierają więcej składników odżywczych, a głównie białka właściwego, witamin i soli mineralnych.

WNIOSKI

1. W latach o korzystnym rozkładzie opadów i temperatur bulwy ziemniaka charakteryzowały się mniejszym ciemnieniem miąższu surowego i ugotowanego oraz lepszą smakowitością niż bulwy zebrane w latach niekorzystnych.
2. Cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi kształtowały się na zbliżonym poziomie, jak ziemniaka nawożonego obornikiem.
3. Najlepszymi cechami konsumpcyjnymi, a zwłaszcza smakowitością wyróżniały się ziemniaki nawożone lucerną chmielową.

LITERATURA

- Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D., Jabłońska-Ceglarek R. 1998. Alternatywne nawożenie organiczne ziemniaka jadalnego w makroregionie środkowo-wschodnim. Cz. II. Wartość odżywcza i konsumpcyjna ziemniaka. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, T. 113, Z. 3–4: 189 — 201.
- Ceglarek F., Płaza A. 2000. Wartość konsumpcyjna bulw ziemniaka w zależności od rodzaju nawożenia organicznego. *Biul. IHAR* 213: 117 — 123.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 47 — 64.
- Lisińska G. 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna Polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 81 — 94.
- Mann J. D., Lambert C. D. 1989. A fast test for after-cooking darkening in potato. *New Zealand of Crop and Hort. Sci.* 2: 207 — 209.
- Nowacki W., Głuska A., Gruczek T., Lis B., Lutomińska B., Roztropowicz S., Zarzyńska K. 2000. Uprawa ziemniaków a wartość konsumpcyjna i technologiczna bulw. *Mat. konf. nauk. nt. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”*. AR Wrocław: 23 — 32.

- Różyło K. 2002. Wstępna ocena walorów konsumpcyjnych odmiany Irga różnie nawożonej na glebie lekkiej i ciężkiej. Mat. konf. nauk. nt. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Perspektywy ekologicznej produkcji ziemniaka w Polsce”. AR Wrocław: 97 — 98.
- Rytel E., Lisińska G., Pytlarz-Kozicka M. 2008. Wpływ sposobu uprawy na jakość konsumpcyjną bulw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 530: 259 — 269.
- Sawicka B. 1991. Próba ustalenia niektórych czynników środowiska i zabiegów agrotechnicznych na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka. Biul. IHAR 179: 67 — 74.
- Silva G. H., Chase R. W., Hammerschmidt R., Cash J.N. 1991. After – cooking darkening of Spartan Pearl potatoes as influenced by location phenolic acids, and citric acid. J. Agric. Food Chem. 39: 871 — 873.
- Zgórska K. 1979. Czynniki warunkujące cechy jakościowe ziemniaka jadalnego. Ziemniak 3: 183 — 206.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1985. Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 33: 109 — 120.

ANNA PŁAZA

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wpływ nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego

The influence of fertilization with undersown crops on profitability of table potato cultivation

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2004–2007 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych na plonowanie i opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową; obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, komonica zwyczajna, komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa, życica wielokwiatowa. W pierwszym roku po nawożeniu wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. Podczas zbioru ziemniaka określono plon ogólny i handlowy. Dokonano także oceny ekonomicznej uprawy ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia. Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają stwierdzić, iż stosowanie mieszanki komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową oraz komonicy zwyczajnej w pełni zastępuje obornik w nawożeniu ziemniaka jadalnego. Bezpośrednie koszty produkcji ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi były istotnie niższe niż nawożonych obornikiem. Najbardziej opłacalną okazała się uprawa ziemniaka nawożonego mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową oraz komonicą zwyczajną.

Słowa kluczowe: efektywność ekonomiczna, nawożenie, plon, wsiewka międzyplonowa, ziemniak

The paper presents the results of the research carried out in the years 2004–2007, which aimed to assess the influence of undersown crops on yielding and profitability of table potato cultivation. The following combinations of undersown crops fertilization were applied: control object (without undersown crops fertilization), farmyard manure, birdsfoot trefoil, birdsfoot trefoil + Italian ryegrass, Italian ryegrass. Table potatoes were cultivated in the first year after soil fertilization the table with undersown crops. During harvest the total yield and trade yield were evaluated. Cultivation of table potatoes under conditions of differentiated fertilization has been assessed from the economic point of view. The results obtained indicated that applying of a mixture of birdsfoot trefoil and Italian ryegrass or birdsfoot trefoil alone could substitute for fertilization with farmyard manure in table potato cultivation. Direct production costs for potatoes fertilized with undersown crops were significantly lower than those for potatoes fertilized with farmyard manure. The most profitable was cultivation of potato fertilized with a mixture of birdsfoot trefoil and Italian ryegrass or with birdsfoot trefoil alone.

Key words: economic effectiveness, fertilization, undersown crop, potato, yield

WSTĘP

Podstawowym nawozem naturalnym stosowanym w uprawie ziemniaka jest obornik (Dzienia i Szarek, 2000). Jednak duża kosztocłonność stosowania tej formy nawożenia skłania do poszukiwania alternatywnych rozwiązań, takich jak nawozy zielone (Sadowski, 1992; Richards i in., 1996; Dzienia i Szarek, 2000). Na szczególną uwagę zasługują tu wsiewki międzyplonowe (Ceglarek i Płaza, 2006). Niekwestionowaną zaletą stosowania nawozów zielonych jest duża oszczędność pracy i energii w stosunku do jej ilości wydatkowanej na prace związane ze stosowaniem tradycyjnej formy nawożenia w postaci obornika (Gruczek, 1994; Dzienia i Szarek, 2000). Zdaniem wielu badaczy nawozy zielone działają na glebę i ziemniaka podobnie, jak obornik (Sadowski, 1992; Richards i in., 1996; Stopes i in., 1996; Dzienia i Szarek, 2000).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wsiewek międzyplonowych na plonowanie i opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2004–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach. Badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, komonica zwyczajna $24,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa $31,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, życica wielokwiatowa $32,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wsiewki międzyplonowe wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno. Jesienią na wyznaczone poletka wywieziono obornik bydlęcy i wykonano orkę przedzimową.

W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi i obornikiem uprawiano ziemniaki jadalne. Wczesną wiosną wysiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39 kg P i 100 kg K. Ziemniaki wysadzano w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. Podczas zbioru, na każdym poletku określono plon ogólny i handlowy, przyjmując za plon handlowy bulwy zdrowe, o średnicy powyżej 40 mm. Ocenę ekonomiczną uprawy ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia dokonano według cen z 2007 roku. Koszty stosowania obornika rozłożono na 3 lata, a wsiewek międzyplonowych na 2 lata. Ziemniaki obciążono kosztami w wysokości 60% poniesionych na nawożenie obornikiem i 50% na nawożenie wsiewkami międzyplonowymi. Stosowane nawozy zielone i obornik stanowiły element różnicujący bezpośrednio koszty produkcji. Wartość obornika wyceniono metodą porównawczą na podstawie zawartych składników mineralnych. Ponadto cenę obornika powiększono o tzw. koszty manipulacyjne (30%) związane z załadunkiem, transportem i roztrzaskaniem obornika. Natomiast wartość nawozów zielonych obliczono według kosztów wydatkowanych na materiał siewny, nawozy mineralne i zabiegi uprawowe. Pozostałe elementy bezpośrednich kosztów produkcji ziemniaka dla wszystkich kombinacji nawożenia były stałe. Uwzględniono w nich koszty materiałowe (sadzeniaki, nawozy

mineralne, środki ochrony roślin) oraz nakłady pracy ludzkiej i mechanicznej ustalone na podstawie technologii stosowanej w doświadczeniu i pracochłonności poszczególnych zabiegów w warunkach produkcyjnych RSD w Zawadach, według cen za 2007 rok. Wartość produkcji ustalono jako iloczyn plonu bulw i ich ceny. Jednak w przypadku ziemniak jadalnego otrzymujemy dwa plony o różnym przeznaczeniu. Są to ziemniaki jadalne towarowe wycenione według cen zbytu oraz ziemniaki drobne i uszkodzone wycenione według cen ziemniaków paszowych. Nadwyżka bezpośrednia stanowiła różnicę pomiędzy wartością produkcji a bezpośrednimi kosztami produkcji. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

WYNIKI

Plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka był istotnie różnicowany przez badane wsiewki międzyplonowe (tab. 1). Największe plony otrzymano z obiektów nawożonych mieszanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową oraz komonicą zwyczajną. Plony te były większe od plonu odnotowanego na oborniku odpowiednio o $2,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $1,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Natomiast na obiekcie nawożonym życią wielokwiatową plon świeżej masy bulw ziemniaka był mniejszy niż na oborniku.

Tabela 1

Plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka (średnie z lat 2005–2007)
Total yield of fresh mass of potato tubers (mean for 2005–2007)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	Plon ogólny, $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ Total yield	Wzrost plonu w porównaniu z kontrolą, % Increase in yield in comparison with control	Wzrost plonu w porównaniu z obornikiem, % Increase in yield in comparison with farmyard manure fertilization
Obiekt kontrolny Control object	27,7	0,0	-14,9
Obornik Farmyard manure	40,6	+14,9	0,0
Komonica zwyczajna Birdsfoot trefoil	41,8	+16,1	+1,2
Komonica zwyczajna + życią wielokwiatową Birdsfoot trefoil + Italian ryegrass	42,9	+17,2	+2,3
Życią wielokwiatową Italian ryegrass	36,0	+10,3	-4,6
NIR _{0,05}	1,1	—	—
LSD _{0,05}			

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ nawożenia ziemniaka wsiewką międzyplonową na plon handlowy (tab. 2). Istotnie największy plon handlowy bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego mieszanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową. Również plon handlowy bulw ziemniaka nawożonego komonicą zwyczajną był większy od odnotowanego na oborniku. Tylko po zastosowaniu życicy wielokwiatowej plon handlowy był istotnie mniejszy od odnotowanego na oborniku. Jednak i w tym przypadku plon handlowy bulw ziemniaka był istotnie większy od odnotowanego na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

Tabela 2

Plon handlowy (średnie z lat 2005–2007)
The commercial yield (mean for 2005–2007)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	Plon handlowy, t·ha ⁻¹ Commercial yield	Wzrost plonu w porównaniu z kontrolą, % Increase in yield in comparison with control	Wzrost plonu w porównaniu z obornikiem, % Increase in yield in comparison with farmyard manure fertilization
Obiekt kontrolny Control object	16,9	0,0	-20,1
Obornik Farmyard manure	37,0	+20,1	0,0
Komonica zwyczajna Birdsfoot trefoil	38,4	+21,5	+1,4
Komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa Birdsfoot trefoil + Italian ryegrass	41,6	+24,7	+4,6
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	30,7	+13,8	-6,3
NIR _{0,05}	0,9	—	—
LSD _{0,05}			

O poziomie przychodów, czyli o wartości produkcji potencjalnie towarowej decydują dwa czynniki, tj. poziom przychodów oraz ceny rynkowe. W badaniach własnych wartość produkcji była istotnie różnicowana przez badane wsiewki międzyplonowe (tab. 3). Najwyższą wartość produkcji odnotowano na obiekcie nawożonym mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową. Również wartość produkcji ziemniaka nawożonego komonicą zwyczajną była istotnie wyższa od odnotowanej na oborniku. Natomiast na pozostałych obiektach wartość produkcji była istotnie niższa niż na oborniku.

Tabela 3

Efektywność ekonomiczna nawożenia ziemniaka wsiewkami międzyplonowymi wg cen z 2007 roku
Economic effectiveness of undersown crop fertilization of potato according to the prices from 2007

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	Wartość produkcji, PLN·ha ⁻¹ Production value	Bezpośrednie koszty produkcji, PLN·ha ⁻¹ Direct costs of production	Nadwyżka bezpośrednia, PLN·ha ⁻¹ Gross margin
Obiekt kontrolny Control object	3584	3237	374
Obornik Farmyard manure	6280	4592	1688
Komonica zwyczajna Birdfoot trefoil	6484	3987	2497
Komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa Birdsfoot trefoil + Italian ryegrass	6786	3992	2794
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	5442	4020	1422
NIR _{0,05}	144	123	138
LSD _{0,05}			

Poziom kosztów produkcji ziemniaka jadalnego zależy od zastosowanej technologii uprawy, a więc od wyboru energooszczędnej formy nawożenia. Stosowanie wsiewek

międzyplonowych spowodowało istotny spadek bezpośrednich kosztów produkcji w porównaniu do obornika.

Nadwyżka bezpośrednia, jako wypadkowa wartości produkcji i bezpośrednich kosztów produkcji jest najważniejszą cechą niezbędną do oceny ekonomicznej uprawy ziemniaka jadalnego. Poziom nadwyżki bezpośredniej odnotowany na obiektach nawożonych wsiewkami międzyplonowymi był istotnie wyższy od odnotowanego na obiekcie kontrolnym, bez stosowania wsiewek międzyplonowych. Najwyższą nadwyżkę bezpośrednią odnotowano na obiekcie nawożonym mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową. Również na obiekcie nawożonym komonicą zwyczajną poziom nadwyżki bezpośredniej był wyższy od odnotowanego na oborniku.

DYSKUSJA

Badania własne wykazały, iż stosowanie wsiewek międzyplonowych, z wyjątkiem życicy wielokwiatowej w pełni zastępuje obornik w nawożeniu ziemniaka. Plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka był istotnie większy od odnotowanego na oborniku. Nowak (1982) również wskazuje na przewagę nawozów zielonych nad obornikiem. Wynika to z faktu, iż składniki zawarte w nawozie zielonym są na ogół łatwiej przyswajalne niż składniki obornika, dzięki szybszemu rozkładowi masy organicznej. W przeprowadzonym doświadczeniu tylko życica wielokwiatowa pod względem wartości nawozowej nie dorównywała obornikowi. Należy tłumaczyć to tym, iż życica wielokwiatowa, jako roślina niemotylkowa charakteryzuje się niską zawartością azotu, a przez to jej działanie następne jest niższe niż działanie następne obornika (Sadowski, 1992; Szałajda i Nowak, 1993; Ceglarek i Płaza, 2006).

O poziomie przychodów, czyli o wartości produkcji potencjalnie towarowej decydują dwa czynniki, tj. poziom plonów oraz ceny rynkowe (Chotkowski, 2000). W badaniach własnych najwyższą wartość produkcji odnotowano na obiektach nawożonych mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową oraz komonicą zwyczajną. Natomiast wartość produkcji ziemniaka nawożonego życicą wielokwiatową była istotnie niższa od odnotowanej na oborniku. Potwierdzają to wyniki badań Dziemi i in. (2004) oraz Ceglarka i Płazy (2006).

Poziom kosztów produkcji ziemniaka jadalnego zależy przede wszystkim od zastosowanej technologii uprawy, a więc od wyboru energooszczędnej formy nawożenia organicznego (Chotkowski, 2000; Dziemi i Szarek, 2000; Ceglarek i Płaza, 2006). W przeprowadzonym doświadczeniu, analogicznie jak w badaniach Gruczka (1994), Dziemi i Szarka (2000) oraz Ceglarka i Płazy (2006), nawożenie międzyplonami spowodowało istotny spadek bezpośrednich kosztów produkcji w porównaniu do nawożenia obornikiem.

Nadwyżka bezpośrednia, jako wypadkowa wartości produkcji i bezpośrednich kosztów produkcji, jest najważniejszą cechą niezbędną do oceny ekonomicznej uprawy ziemniaka jadalnego (Chotkowski, 2000). W badaniach własnych najwyższą nadwyżkę bezpośrednią odnotowano na obiekcie nawożonym mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową oraz komonicą zwyczajną. Na obiektach nawożonych życicą

wielokwiatową poziom nadwyżki bezpośredniej był istotnie niższy od odnotowanego na oborniku. Jest to zbieżne z wynikami badań Gruczka (1994), Dzienni i Szarka (2000) oraz Ceglarka i Płazy (2006), którzy wykazali, że najlepszy wynik ekonomiczny uzyskuje się z tych kombinacji, z których otrzymuje się najlepszy wynik produkcyjny.

WNIOSKI

1. Stosowanie mieszanki komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową oraz komonicy zwyczajnej w pełni zastępuje obornik w nawożeniu ziemniaka jadalnego.
2. Bezpośrednie koszty produkcji ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi były istotnie niższe od odnotowanych na oborniku.
3. Najbardziej opłacalną okazała się uprawa ziemniaka nawożonego mieszanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową oraz komonicą zwyczajną.

LITERATURA

- Ceglarek F., Płaza A. 2006. Ocena ekonomiczna uprawy ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 511: 451 — 457.
- Chotkowski J. 2000. Technologiczne i rynkowe czynniki opłacalności produkcji ziemniaków. *Zag. Ekon. Rol.* 2–3: 48 — 59.
- Dzienia S., Szarek P. 2000. Efektywność uprawy bezpłużnej oraz międzyplonów i słomy w produkcji ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 470: 145 — 152.
- Dzienia S., Szarek P., Pużyński S. 2004. Plonowanie i jakość bulw ziemniaka w zależności od systemu uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 500: 235 — 241.
- Gruczek T. 1994. Gospodarka bezobornikowa na glebie lekkiej. *Fragm. Agron.* 2: 72 — 82.
- Nowak G. 1982. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem C_{14} w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol.* 35: 3 — 57.
- Richards I., Wallace P., Turner I. 1996. A comparison of six clover crop types in terms of nitrogen uptake and effect on response by nitrogen by a subsequent spring barley crop. *J. Agric. Sci. Camb.* 127: 441 — 449.
- Sadowski W. 1992. Porównanie efektywności obornika, słomy, nawozów zielonych i biohumusu w uprawie ziemniaka. *Mat. konf. nauk. nt. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”*. Olsztyn, 25–26 marca 1992: 216 — 222.
- Stopes C., Milington S., Woolward L. 1996. Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following crop in organic production system. *Agric. Ecos. Envir.* 57: 189 — 196.
- Szałajda R., Nowak J. 1993. Masa i skład chemiczny resztek późniwnych traw oraz ich działanie następce. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 183, Ser. Rol. 34: 43 — 50.

ANNA PŁAZA**FELIKS CEGLAREK****BARBARA GĄSIOROWSKA****MILENA ANNA KRÓLIKOWSKA****MAŁGORZATA PRÓCHNICKA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Fianna nawożonego międzyplonami i słomą

Chemical composition of tubers of potato cultivar Fianna fertilized with intercrops and straw

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2003–2006 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych i międzyplonów ścierniskowych oraz słomy jęczmiennej na wybrane elementy składu chemicznego bulw ziemniaka. W doświadczeniu badano dwa czynniki. I. Nawożenie międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik, wsiewka międzyplonowa (komonica zwyczajna, komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa), międzyplon ścierniskowy (rzodkiew oleista). II. Nawożenie słomą: bez słomy, ze słomą. W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia organicznego uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Fianna. W pobranych próbach bulw ziemniaka oznaczono zawartość: skrobi, cukrów redukujących, sumy cukrów oraz białka ogólnego. Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż nawożenie międzyplonem istotnie modyfikowało zawartość skrobi, cukrów redukujących, sumy cukrów oraz białka ogólnego, a nawożenie słomą tylko zawartość skrobi i białka ogólnego w bulwach ziemniaka. Najwyższą zawartością skrobi wyróżniały się ziemniaki nawożone mieszanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową oraz rzodkwią oleistą w kombinacjach bez słomy lub ze słomą, a białka ogólnego ziemniaki nawożone komoniką zwyczajną i komoniką zwyczajną ze słomą. Najniższą zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów odnotowano w ziemniakach nawożonych mieszanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową z dodatkiem słomy lub bez słomy.

Słowa kluczowe: nawożenie międzyplonem, nawożenie słomą, skład chemiczny bulw, ziemniak

The paper presents the results of investigations carried out in 2003–2006 aimed to assess the influence of intercrops, stubble catch crops and spring barley straw on some chemical constituents of potato tubers. The experiment included: I. Intercrop fertilization: control object (without intercrop fertilization), farmyard manure, undersown crop (birdsfoot trefoil, birdsfoot trefoil + Italian ryegrass), stubble catch crop (oil radish) and II. Straw fertilization: without straw, with straw. Plants of potato table cultivar Fianna were cultivated in the first year after organic fertilization. In the collected samples of tubers contents of the following constituents were measured: starch, reducing sugar, total sugar and total protein. The results indicated that intercrop fertilization significantly influenced the contents of the all the four constituents, whereas straw fertilization only affected the contents of starch and total

protein. The highest starch content characterized the potatoes fertilized with the mixture of birdsfoot trefoil with Italian ryegrass, or with oil radish, both in combinations with or without straw. The highest content of total protein was found in the potatoes fertilized with birdsfoot trefoil alone or in combination with straw. The lowest content of reducing sugars and of total sugar was recorded with potatoes fertilized with the mixture of birdsfoot trefoil with Italian ryegrass with or without the addition of straw.

Key words: chemical composition of tubers, intercrop fertilization, potato, straw fertilization

WSTĘP

Bulwy ziemniaka przeznaczone do bezpośredniego spożycia powinny charakteryzować się jak najlepszymi cechami jakościowymi. O jakości bulw decyduje ich skład chemiczny, który jest uwarunkowany genetycznie, lecz modyfikowany przez czynniki środowiskowe i agrotechnikę (Sadowski, 1992; Leszczyński, 2002; Boligłowa i Gleń, 2003; Marks i in., 2004). Czynniki te wpływają na wzrost i rozwój roślin, a przez to na plon i jego jakość. Spośród czynników agrotechnicznych korzystny wpływ na skład chemiczny bulw ziemniaka wykazuje nawożenie organiczne (Ceglarek i Płaza, 2000; Gleń i in., 2002; Leszczyński, 2002; Dzienia i in., 2004). Podstawowym nawozem naturalnym stosowanym w uprawie ziemniaka jest obornik. Zmniejszająca się jego produkcja i rozwój integrowanej uprawy ziemniaka skłaniają do poszukiwania zastępczych źródeł biomasy. Cenne są tu nie tylko międzyplony ale i słoma pozostająca na polu po zbiorze zbóż (Boligłowa i Gleń, 2003; Dzienia i in., 2004; Płaza i in., 2004; Kołodziejczyk i in., 2007).

Celem badań było określenie wpływu wsiewek międzyplonowych i międzyplonów ścierniskowych oraz słomy jęczmiennej na wybrane składniki chemiczne bulw ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2003–2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono w układzie split-block, w trzech powtórzeniach. Badano dwa czynniki. I. Nawożenie międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), wsiewka międzyplonowa (komonica zwyczajna $18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa $9 + 15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), międzyplon ścierniskowy (rzodkiew oleista $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Nawożenie słomą: bez słomy, ze słomą.

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno, a międzyplony ścierniskowe wysiewano po jego zbiorze. Podczas zbioru jęczmienia jarego, na każdym poletku określono plon słomy, który wynosił średnio dla trzech lat $4,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na obiektach ze słomą, rozdrobnioną słomę pozostawiono, a na obiektach bez słomy zebrano ją i wywieziono z pola. Na wszystkich poletkach ze słomą, z wyjątkiem komonicy zwyczajnej stosowano wyrównawczą dawkę azotu w ilości 7 kg na 1 tonę słomy. Jesienią na każdym poletku określono plon świeżej masy międzyplonów łącznie z ich masą korzeniową z 30 cm warstwy gleby. Średni plon świeżej masy wynosił: dla komonicy zwyczajnej $24,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, mieszanki komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową $29,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz rzodkwi oleistej $31,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia organicznego uprawiano ziemniaki jadalne. Wczesną wiosną wysiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39,6 kg P i 99,6 kg K. Ziemniaki wysadzano w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka pobrano próby bulw w celu oznaczenia zawartości: skrobi (metodą Kóniga), cukrów redukujących i sumy cukrów (metodą Luffa-Schoorla) oraz białka ogólnego (metodą Kjeldahla). Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

WYNIKI

Zawartość skrobi w ziemniaku była istotnie różnicowana przez nawożenie międzyplonem, nawożenie słomą i ich interakcję (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka, % (średnie z lat 2004–2006)
Starch content in potato tubers, % (mean for 2004–2006)

Nawożenie międzyplonem Intercrop fertilization	Nawożenie słomą Straw fertilization		Średnie Mean
	bez słomy — without straw	ze słomą — with straw	
Obiekt kontrolny Control object	13,9	14,3	14,1
Obornik Farmyard manure	14,7	14,9	14,8
Komonica zwyczajna Birdsfoot trefoil	14,3	14,6	14,5
Komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa Birdsfoot trefoil + Italian ryegrass	15,0	15,1	15,1
Rzodkiew oleista Oil radish	14,8	14,9	14,9
Średnie Mean	14,5	14,8	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie międzyplonem — intercrop fertilization			0,2
Nawożenie słomą — straw fertilization			0,1
Interakcja — interaction			0,3

Nawożenie międzyplonem powodowało istotny wzrost zawartości skrobi w bulwach ziemniaka w porównaniu do jej koncentracji odnotowanej w ziemniakach z obiektu kontrolnego, bez nawożenia międzyplonem. Najwyższą zawartością skrobi charakteryzował się ziemniak nawożony mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową. Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego rzodkwią oleistą nie różniła się istotnie od jej koncentracji odnotowanej w ziemniakach nawożonych obornikiem. Natomiast w bulwach nawożonych komonicą zwyczajną była istotnie niższa niż w ziemniaku nawożonym obornikiem. Również nawożenie słomą istotnie modyfikowało zawartość skrobi w bulwach ziemniaka. Koncentracja tego składnika w bulwach nawożonych słomą była istotnie wyższa od odnotowanej w ziemniakach na obiektach bez nawożenia słomą. Wykazano interakcję nawożenia międzyplonem z nawożeniem słomą, z której wynika, że najwyższą koncentracją skrobi charakteryzowały się ziemniaki nawo-

zone mieszkanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową, a najniższą bulwy z obiektu kontrolnego, bez stosowania międzyplonów.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ nawożenia międzyplonem i interakcji badanych czynników na zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów w bulwach ziemniaka (tab. 2 i 3).

Tabela 2

Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka, % (średnie z lat 2004–2006)
Content of reducing sugars in potato tubers, % (mean for 2004–2006)

Nawożenie międzyplonem Intercrop fertilization	Nawożenie słomą Straw fertilization		Średnie Mean
	bez słomy — without straw	ze słomą — with straw	
Obiekt kontrolny Control object	0,32	0,27	0,30
Obornik Farmyard manure	0,24	0,23	0,24
Komonica zwyczajna Birdsfoot trefoil	0,21	0,24	0,23
Komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa Birdsfoot trefoil + Italian ryegrass	0,19	0,18	0,19
Rzodkiew oleista Oil radish	0,26	0,25	0,26
Średnie Mean	0,24	0,23	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie międzyplonem — intercrop fertilization			0,02
Nawożenie słomą — straw fertilization			n.i. — n.s.
Interakcja — interaction			0,04

Tabela 3

Zawartość sumy cukrów w bulwach ziemniaka, % (średnie z lat 2004–2006)
Content of total sugar in potato tubers, % (mean for 2004–2006)

Nawożenie międzyplonem Intercrop fertilization	Nawożenie słomą Straw fertilization		Średnie Mean
	bez słomy — without straw	ze słomą — with straw	
Obiekt kontrolny Control object	0,64	0,55	0,60
Obornik Farmyard manure	0,51	0,52	0,52
Komonica zwyczajna Birdsfoot trefoil	0,50	0,48	0,49
Komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa Birdsfoot trefoil + Italian ryegrass	0,47	0,44	0,46
Rzodkiew oleista Oil radish	0,54	0,52	0,53
Średnie Mean	0,53	0,50	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie międzyplonem — intercrop fertilization			0,03
Nawożenie słomą — straw fertilization			n.i. — n.s.
Interakcja — interaction			0,04

Nawożenie międzyplonem powodowało istotne zmniejszenie zawartości cukrów redukujących i sumy cukrów w porównaniu do ich koncentracji odnotowanej w bulwach

ziemniaka z obiektu kontrolnego. Istotnie najniższą koncentrację cukrów odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową. Na pozostałych obiektach nawożonych międzyplonami zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów nie różniła się istotnie od odnotowanej w ziemniakach nawożonych obornikiem. Ze współdziałania badanych czynników wynika, że istotnie najniższą zawartość cukrów odnotowano w ziemniakach nawożonych mieszanką komonicy zwyczajnej z życicą wielokwiatową zarówno w kombinacjach bez słomy, jak i ze słomą.

Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka była istotnie modyfikowana przez badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie (tab. 4). Istotnie najwyższą koncentrację białka ogólnego odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego komonicą zwyczajną. Na pozostałych obiektach nawożonych międzyplonami zawartość białka ogólnego w bulwach kształtowała się na zbliżonym poziomie do jego koncentracji w ziemniaku nawożonym obornikiem. Nawożenie słomą także istotnie różnicowało zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka. Na obiektach ze słomą koncentracja białka ogólnego w bulwach była istotnie wyższa niż w ziemniakach na obiektach bez słomy. Wykazano interakcję, z której wynika, że najwyższą zawartością białka ogólnego charakteryzowały się ziemniaki nawożone komonicą zwyczajną ze słomą oraz komonicą zwyczajną, a najniższą bulwy z obiektu kontrolnego, bez nawożenia międzyplonem.

Tabela 4

Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka, % s.m. (średnie z lat 2004–2006)
Content of total protein in potato tubers, % d.m. (mean for 2004–2006)

Nawożenie międzyplonem Intercrop fertilization	Nawożenie słomą — Straw fertilization		Średnie Mean
	bez słomy — without straw	ze słomą — with straw	
Obiekt kontrolny Control object	8,14	9,17	8,66
Obornik Farmyard manure	9,38	9,44	9,41
Komonica zwyczajna Birdsfoot trefoil	10,32	10,47	10,40
Komonica zwyczajna + życica wielokwiatowa Birdsfoot trefoil + Italian ryegrass	9,43	9,62	9,53
Rzodkiew oleista Oil radish	9,36	9,41	9,39
Średnie Mean	9,33	9,62	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie międzyplonem — intercrop fertilization			0,20
Nawożenie słomą — straw fertilization			0,14
Interakcja — interaction			0,27

DYSKUSJA

Skład chemiczny bulw ziemniaka był istotnie modyfikowany przez nawożenie międzyplonem i nawożenie słomą. Badania własne, analogicznie jak Sadowskiego (1992), Ceglarka i Płazy (2000), Leszczyńskiego (2002), Boligłowy i Gleń (2003) oraz

Kołodziejczyka i in. (2007) wskazują na korelację pomiędzy nawożeniem organicznym a zawartością skrobi w bulwach ziemniaka. W przeprowadzonym doświadczeniu istotnie najwyższą zawartość skrobi wystąpiła w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową. Na pozostałych obiektach nawożonych międzyplonami, z wyjątkiem komonicy zwyczajnej zawartość skrobi w bulwach ziemniaka kształtowała się na podobnym poziomie do jej zawartości występującej w bulwach nawożonych obornikiem. Po zastosowaniu tej formy nawożenia koncentracja skrobi w bulwach była istotnie niższa. Wynika to z faktu, iż nawóz zielony, który zawiera więcej azotu (komonica zwyczajna) stymuluje zawartość białka, a nie skrobi w bulwach ziemniaka. Odmienny pogląd prezentuje Makaraviciute (2003) twierdząc, że nawożenie rośliną motylkową działa lepiej na procentową zawartość skrobi niż nawożenie obornikiem. W badaniach własnych na obiektach ze słomą wystąpił wzrost zawartości skrobi w bulwach ziemniaka, a w badaniach Gleń i in. (2002) oraz Dziemiński i in. (2004) na obiektach ze słomą nie wystąpił istotny wzrost zawartości tego składnika.

Bulwy ziemniaka konsumpcyjnego powinny zawierać możliwie, jak najmniej cukrów redukujących i sumy cukrów. Przy podwyższonej zawartości sumy cukrów ziemniaki mają słodkawy smak (Głuska, 2000; Leszczyński, 2002). W badaniach własnych nawożenie międzyplonami i obornikiem istotnie obniżało koncentrację cukrów redukujących i sumy cukrów w bulwach w porównaniu do ich zawartości odnotowanej w ziemniakach z obiektu kontrolnego, bez nawożenia międzyplonem. Zdaniem Leszczyńskiego (2002) oraz Makaraviciute (2003) nawozy organiczne powodowały obniżenie koncentracji cukrów w bulwach ziemniaka. Natomiast w omawianym doświadczeniu nawożenie słomą nie różnicowało istotnie zawartości cukrów w bulwach ziemniaka. Ponadto badania Wiatera (2002) wykazały, że wzbogacenie gleby w substancję organiczną charakteryzującą się wysoką zawartością azotu zmniejsza zawartość skrobi, a zwiększa zawartość cukrów w bulwach ziemniaka.

W badaniach własnych analogicznie, jak u Mazura i Jułkowskiego (1982), Boligłowy i Gleń (2003) oraz Płazy i in. (2004) nawozy organiczne powodowały wzrost zawartości białka ogólnego w bulwach ziemniaka. Najwyższą koncentracją białka ogólnego wyróżniały się ziemniaki nawożone komoniką zwyczajną. Należy tłumaczyć to tym, iż azot zawarty w biomacie komonicy zwyczajnej stopniowo ulega mineralizacji i równomiernie udostępniany jest roślinie ziemniaka, co zapewnia jego całkowitą zamianę na azot białkowy. Podobną zależność udowodnił Mazur i Jułkowski (1982) oraz Wiater (2002).

WNIOSKI

1. Nawożenie międzyplonem istotnie modyfikowało zawartość skrobi, cukrów redukujących, sumy cukrów oraz białka ogólnego, a nawożenie słomą tylko zawartość skrobi i białka ogólnego w bulwach ziemniaka.
2. Najwyższą zawartością skrobi wyróżniały się ziemniaki nawożone mieszanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową oraz rzodkwią oleistą w kombinacjach bez słomy lub ze słomą, a białka ogólnego ziemniaki nawożone komoniką zwyczajną i komoniką zwyczajną ze słomą.

3. Najniższa zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów wystąpiła w bulwach ziemniaka nawożonego mieszkanką komonicy zwyczajnej z życią wielokwiatową z dodatkiem słomy lub bez słomy.

LITERATURA

- Boligłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *Elec. J. Pol. Agric. Univ. Ser. Agron.* 1, 6, www.ejpau.media.pl.
- Ceglarek F., Płaza A. 2000. Wpływ nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na jakość ziemniaka jadalnego uprawianego w rejonie Siedlec. *Biul. IHAR* 213: 109 — 116.
- Dzienia S., Szarek P., Pużyński S. 2004. Plonowanie i jakość ziemniaka w zależności od systemu uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 500: 235 — 242.
- Gleń K., Boligłowa E., Pisulewski P. 2002. Wpływ różnego rodzaju nawożenia organicznego na jakość bulw ziemniaka. *Mat. konf. nauk. nt. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Perspektywy ekologicznej produkcji ziemniaka w Polsce”*. Polanica-Zdrój/AR Wrocław, 13–16 maja 2002: 100 — 101.
- Głuska A. 2000. Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. *Biul. IHAR* 213: 173 — 178.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S. 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 2(94): 142 — 150.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 47 — 64.
- Makaraviciute A. 2003. Effect of organic and mineral fertilization on the yield and quality of different potato varieties. *Agron. Res.* 1(2): 197 — 209.
- Marks N., Sobol Z., Kołodziejczyk M. 2004. Wpływ gleby i nawożenia na kształtowanie cech jakościowych bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 500: 341 — 350.
- Mazur T., Jułkowski M. 1982. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na plonowanie, cechy jakościowe dwóch odmian ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Ser. Rol.* 34: 187 — 194.
- Płaza A., Ceglarek F., Buraczyńska D. 2003. Tuber yield and quality of potato fertilized with intercrop companion crops and straw. *Elec. Jour. Pol. Agric. Univ. Ser. Agron.* 7, 1, www.ejpau.media.pl.
- Sadowski W. 1992. Porównanie efektywności obornika, słomy, nawozów zielonych i biohumusu w uprawie ziemniaka. *Mat. konf. nauk. nt. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”*. ART Olsztyn, 25–26 marca 1992: 216 — 222.
- Wiater J. 2002. Wpływ współdziałania niektórych odpadów z roślinami motylkowatymi na ilość i jakość białka ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484: 743 — 752.

WANDA WADAS**TERESA ŁĘCZYCKA**

Katedra Warzywnictwa

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Efektywność stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka

The efficiency of application of complex multi-nutrient fertilizers in cultivation of very early potato cultivars

Celem badań była ocena efektywności stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex (NPKMgS 12-11-18-3-8 + B, Mn, Zn, Fe), Nitrophoska® blue special (NPKMgS 12-12-17-2-6 + B, Zn), Polimag® S (NPKMgS 10-8-15-5-14 + B, Cu, Mn, Zn) i Viking 13 (NPKMgCaS 13-13-21-1-4-1) w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka Aster, Fresco i Gloria. Efektywność nawożenia wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi porównywano do nawozów jednoskładnikowych (saletra amonowa, superfosfat pojedynczy, siarczan potasu). Efektywność nawożenia oceniano na podstawie efektywności rolniczej i efektywności fizjologicznej oraz wskaźnika opłacalności jednostkowej i opłacalności przeciętnej nawożenia. Stosowanie HydroComplexu, Polimagu® S i Vikinga 13 dało podobny efekt produkcyjny jak nawozy jednokładnikowe, natomiast przy zastosowaniu Nitrophoski® blue special plon bulw frakcji handlowej był istotnie większy. Efektywność rolnicza nawożenia była największa przy stosowaniu wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex i Nitrophoska® blue special, a efektywność fizjologiczna przy stosowaniu nawozów Viking 13 i Polimag® S. Ekonomicznie uzasadnione było tylko stosowanie HydroComplexu i Nitrophoski® blue special. Efektywność nawożenia zależała od odmiany.

Słowa kluczowe: efektywność nawożenia, opłacalność nawożenia, wieloskładnikowe nawozy kompleksowe, ziemniak

The aim of the study was to evaluate the efficiency of application of four complex multi-nutrient fertilizers: HydroComplex (NPKMgS 12-11-18-3-8 + B, Mn, Zn, Fe), Nitrophoska® blue special (NPKMgS 12-12-17-2-6 + B, Zn), Polimag® S (NPKMgS 10-8-15-5-14 + B, Cu, Mn, Zn) and Viking 13 (NPKMgCaS 13-13-21-1-4-1) in cultivation of very early potato cultivars Aster, Fresco and Gloria. The complex multi-nutrient fertilizers were compared with single-component fertilizers (ammonium nitrate, single superphosphate, potassium sulphate). The fertilization efficiency was evaluated on the basis of agricultural and physiological efficiencies and based on unit profitability index and average profitability of fertilization. The productive effects of applying HydroComplex, Polimag® S and Viking 13 were similar to those observed with the single-component fertilizers. However, when Nitrophoska® blue special was applied, the yield of marketable tuber fraction was significantly higher than that obtained using the single-component fertilizers. The highest agricultural efficiency of

fertilization characterized the complex multi-nutrient fertilizers HydroComplex and Nitrophoska® blue special, whereas the highest physiological efficiency was recorded with the fertilizers Viking 13 and Polimag® S. Only the use of HydroComplex and Nitrophoska® blue special appeared to be economically profitable. The fertilization efficiency depended on the potato cultivar.

Key words: complex multi-nutrient fertilizers, fertilization efficiency, fertilization profitability, potato

WSTĘP

Oferta nawozów mineralnych na rynku jest bardzo zróżnicowana zarówno pod względem jakości jak i ceny. Obok nawozów jednoskładnikowych coraz więcej jest nawozów wieloskładnikowych. Nowe technologie produkcji nawozów mineralnych dają możliwość dostosowania proporcji poszczególnych składników do potrzeb nawozowych roślin uprawnych. Odpowiednio dobrany nawóz wieloskładnikowy nie powoduje przenawożenia jednym składnikiem, a jednakowy skład granul zwiększa efektywność nawożenia. Stosowanie takich nawozów ma szczególne uzasadnienie w przypadku szybko rosnących cen nawozów mineralnych. W ostatnich latach nawozy jednoskładnikowe, zwłaszcza azotowe, podrożały w większym stopniu niż nawozy wieloskładnikowe (Biskupski i Malinowski, 2003; Biskupski, 2008; Zalewski, 2008). W najbliższych latach należy spodziewać się zwiększenia zużycia nawozów wieloskładnikowych. Przy wyborze nawozu wieloskładnikowego, poza składem chemicznym i wzajemną proporcją między składnikami, należy uwzględnić czynniki agrotechniczne — gatunek uprawianej rośliny i kierunek użytkowania, stanowisko, zasobność gleby w fosfor i potas, właściwości agrochemiczne nawozu, termin i technikę stosowania oraz czynniki ekonomiczne — cenę jednostkową składnika w nawozie i koszty nawożenia (Grzebisz, 2000). W literaturze naukowej omawiany jest wpływ nawozów wieloskładnikowych na plon i skład chemiczny bulw ziemniaka, natomiast niewielu autorów podejmuje problem efektywności nawożenia. Efektywność rolnicza i efektywność fizjologiczna nawożenia zależały od rodzaju stosowanego nawozu i odmiany (Kukresz i Hodjankowa, 1998; Jabłoński 2001, 2002; Szmigiel i Kołodziejczyk, 2004). Stosowanie wieloskładnikowego nawozu kompleksowego w uprawie kilkunastu odmian ziemniaka, należących do różnych grup wczesności, powodowało największy przyrost plonu odmiany bardzo wczesnej (Makaraviciute, 2003 a, b). Pomimo wyższej ceny 1 kg NPK w nawozach wieloskładnikowych, nakłady ponoszone przy stosowaniu tych nawozów były niższe od nakładów ponoszonych przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych (Bernat i Jabłoński, 1998; Grześkiewicz i Trawczyński, 2000; Staugaitis i in., 2006).

Celem badań była ocena efektywności stosowania wybranych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych o podobnym stosunku $N:P_2O_5:K_2O$, zbliżonym do zalecanego dla ziemniaka jadalnego, w uprawie odmian bardzo wczesnych.

MATERIAŁ I METODY

Badano efektywność stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex (NPKMgS 12-11-18-3-8 + B, Mn, Zn, Fe), Nitrophoska® blue special

(NPKMgS 12-12-17-2-6 + B, Zn), Polimag® S (NPKMgS 10-8-15-5-14 + B, Cu, Mn, Zn) i Viking 13 (NPKMgCaS 13-13-21-1-4-1) w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka. Efektywność nawożenia wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi porównywano do nawozów jednoskładnikowych (saletra amonowa, superfosfat pojedynczy, siarczan potasu). Badania przeprowadzono w latach 2005–2007, na glebie lekkiej, o bardzo wysokiej zasobności w przyswajalny fosfor, niskiej do bardzo wysokiej zasobności w potas i średniej zasobności w magnez, pH w KCl od 5,00 do 6,85. Badania prowadzono na trzech odmianach ziemniaka: Aster, Fresco i Gloria. Doświadczenie polowe prowadzono w układzie split-plot w trzech powtórzeniach. Powierzchnia każdego poletka do zbioru wynosiła 15 m². Obornik w dawce 30 t·ha⁻¹ stosowano jesienią, a nawozy mineralne w czasie wiosennego przygotowania pola przed sadzeniem ziemniaków. Wieloskładnikowe nawozy kompleksowe i nawozy jednoskładnikowe stosowano w ilości równoważnej zalecanej dla uprawianych odmian dawce azotu 100 kg N·ha⁻¹. Podkielkowały przez 4 tygodnie sadzeniaki w kolejnych latach prowadzenia badań wysadzano 15, 20 i 18 kwietnia, w rozstawie 62,5 cm × 30 cm. Ziemniaki zbierano w fazie dojrzałości fizjologicznej bulw, w latach 2005 i 2006 odpowiednio 25 i 31 lipca, a w roku 2007 dopiero 8 sierpnia. Efektywność nawożenia bardzo wczesnych odmian ziemniaka badanymi wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi oceniano na podstawie efektywności rolniczej i efektywności fizjologicznej nawożenia oraz wskaźnika opłacalności jednostkowej i opłacalności przeciętnej nawożenia. W obliczeniach przyjęto plon bulw frakcji handlowej (o średnicy powyżej 35 mm) oraz ceny rynkowe zakupu nawozów (nawozy jednoskładnikowe: w roku 2005 — 7,99 zł, w latach 2006 i 2007 — 8,18 zł za 1 kg NPK; HydroComplex: w roku 2005 — 11,64 zł, w roku 2006 — 11,71 zł, w roku 2007 — 11,92 zł za 1 kg NPK; Nitrophoska® blue special odpowiednio 11,72 zł, 11,75 zł i 11,90 zł; Polimag® S 9,93 zł, 10,05 zł i 10,01 zł; Viking 13: w roku 2005 — 6,95 zł, a w latach 2006 i 2007 — 6,99 zł za 1 kg NPK) i sprzedaży ziemniaków (w roku 2005 — 0,90 zł, w roku 2006 — 1,40 zł, a w roku 2007 — 0,50 zł za 1 kg bulw). Efektywność rolniczą nawożenia określano przyrostem plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK zastosowanego w nawozach, a efektywność fizjologiczną nawożenia przyrostem plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK pobranego przez roślinę. Wskaźnik opłacalności jednostkowej nawożenia wyliczono jako stosunek ceny 1 kg NPK w nawozach do wartości (ceny sprzedaży) 1 kg bulw, a opłacalność przeciętną nawożenia oceniono na podstawie stosunku przeciętnej efektywności nawożenia do wskaźnika opłacalności jednostkowej (Grześkowiak, 2001; Fotyma, 2002; Szmigiel i Kołodziejczyk, 2004). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji. Przy porównywaniu średnich istotność różnic oceniano testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

W trzyletnim okresie badań najkorzystniejsze warunki dla wzrostu i rozwoju bardzo wczesnych odmian ziemniaka były w bardzo ciepłym i umiarkowanie wilgotnym sezonie wegetacyjnym 2007 roku. W roku 2005 wzrost i rozwój roślin ograniczały zbyt niska temperatura po wysadzeniu ziemniaków oraz silna posucha w drugiej połowie okresu wegetacji ziemniaka, a w roku 2006 silna posucha w ciągu całego okresu wegetacji ziemniaka.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rodzaj stosowanego nawozu miał istotny wpływ na plon bulw frakcji handlowej (tab. 1). Efekty produkcyjne stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex, Polimag® S i Viking 13, oceniane przyrostem plonu bulw w porównaniu z obiektem kontrolnym bez nawożenia mineralnego były podobne jak powszechnie stosowanych nawozów jednoskładnikowych. Największy przyrost plonu uzyskano przy stosowaniu Nitrophoski® blue special z najmniejszą zawartością azotu w formie amonowej. Przy stosowaniu tego nawozu plon bulw frakcji handlowej był większy średnio o $1,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (9,8%), niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych. Rodzaj nawozu azotowego powinien być dostosowany do warunków glebowych i uprawianych roślin. Na glebach o odczynie kwaśnym lepszym źródłem azotu jest forma azotanowa. Ziemniak należy do roślin wrażliwych na nadmiar azotu w formie amonowej (Britto i Kronzucker, 2002). Korzystne efekty nawożenia Nitrophoską 12 special i Nitrophoską 15 perfect w uprawie ziemniaka na glebie średniozwięzłej wykazały badania Jabłońskiego (2006). Efekty plonotwórczego działania nawozów zależą od warunków meteorologicznych (Jabłoński, 1998), co potwierdzają przeprowadzone badania. Ilość opadów w okresie wegetacji ziemniaka miała większy wpływ na efekty nawożenia Nitrophoską® blue special i HydroComplexem, niż Polimagiem® S i Vikingiem 13 (tab. 1). Lepsze efekty dało stosowanie tych nawozów w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę. Niezależnie od rodzaju stosowanego nawozu, najlepiej plonowała odmiana hodowli krajowej Aster. Plon bulw frakcji handlowej tej odmiany był większy w 3-letnim okresie badań średnio o $3,43 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (18,7%) w porównaniu z odmianą holenderską Fresco i o $2,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (14,6%) w porównaniu z odmianą niemiecką Gloria.

Tabela 1

Plon bulw frakcji handlowej (t·ha ⁻¹) Yield of marketable tuber fraction (t·ha ⁻¹)							
Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Bez nawożenia mineralnego Without fertilizer	13,72	8,89	24,50	16,69	14,35	16,07	15,70
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	16,38	13,58	30,39	22,01	18,49	19,86	20,12
HydroComplex	15,73	13,62	35,18	25,10	19,36	20,08	21,51
Nitrophoska® blue special	15,67	14,53	36,11	23,23	22,10	20,97	22,10
Polimag® S	16,17	11,58	31,36	22,42	18,22	18,48	19,70
Viking 13	16,49	10,63	29,63	21,01	17,35	18,38	18,92
Średnia — Mean	15,69	12,14	31,20	21,74	18,31	18,97	19,68
NIR _{0,05} — LSD _{0,05} : lata — years = 0,99; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 1,74; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 3,01; odmiana — cultivar = 1,07							

Efektywność rolnicza i efektywność fizjologiczna nawożenia zależy od rodzaju stosowanego nawozu i odmiany (Szmigiel i Kołodziejczyk, 2004), co potwierdzają omawiane badania. Przeprowadzone badania wykazały większą efektywność rolniczą nawożenia wieloskładnikowymi nawozami kompleksowymi HydroComplex i Nitrophoska® blue

special, z grupy nitrofosek z dodatkiem mikroelementów, niż nawozami jednoskładnikowymi (tab. 2). Przy stosowaniu HydroComplexu przyrost plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK był większy średnio o 5,49 kg (33,3%), a przy stosowaniu Nitrophoski® blue special o 8,04 kg (48,8%) w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi. Efektywność rolnicza nawożenia Polimagiem® S, z grupy amofosek z dodatkiem mikroelementów nie różniła się istotnie, a Vikingiem 13, z grupy nitrofosek bez dodatku mikroelementów, była mniejsza w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi, ale przy stosowaniu tych nawozów większa była efektywność fizjologiczna nawożenia. Przy stosowaniu Polimagu® S przyrost plonu bulw frakcji handlowej na 1 kg NPK pobranego przez roślinę był większy średnio o 15,32 kg (10,1%), a przy stosowaniu Vikinga 13 o 29,20 kg (19,2%) w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi (tab. 3). Efektywność fizjologiczna nawożenia HydroComplexem nie różniła się istotnie, a Nitrophoską® blue special była mniejsza w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi. Efektywność nawożenia zależała od warunków meteorologicznych w okresie wegetacji ziemniaka (tab. 2 i 3). W bardzo ciepłym i umiarkowanie wilgotnym sezonie wegetacyjnym 2007 roku efektywność 1 kg NPK zastosowanego w nawozach wyrażona w plonie bulw frakcji handlowej była ponad 3-krotnie większa niż w roku 2005 z niedoborem opadów w drugiej połowie okresu wegetacji ziemniaka i 2-krotnie większa niż w roku 2006 z posuchą w ciągu całego okresu wegetacji ziemniaka. Efektywność fizjologiczna nawożenia była najmniejsza w roku 2005. Efektywność rolnicza nawożenia odmiany hodowli krajowej Aster była istotnie większa niż odmian zagranicznych Fresco i Gloria, natomiast efektywność fizjologiczna nawożenia była największa w uprawie odmiany holenderskiej Fresco (tab. 2 i 3). Przyrost plonu bulw frakcji handlowej odmiany Fresco na 1 kg NPK pobranego przez rośliny był większy średnio 1,5 razy niż odmian Aster i Gloria.

Tabela 2

Efektywność rolnicza nawożenia (ilość kg bulw na 1 kg NPK z nawozu)
Agricultural efficiency of fertilization (tuber yield (kg) per 1 kg NPK from fertilizer)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	9,96	17,48	21,96	19,83	15,43	14,14	16,47
HydroComplex	7,63	17,90	40,36	31,77	18,95	15,17	21,96
Nitrophoska® blue special	7,47	21,58	44,47	25,04	29,71	18,77	24,51
Polimag® S	9,46	10,34	26,46	22,05	14,92	9,29	15,42
Viking 13	9,98	6,27	18,48	15,55	10,82	8,36	11,58
Średnia — Mean	8,90	14,72	30,35	22,85	17,97	13,15	17,99

NIR_{0,05} — LSD_{0,05}: lata — years = 0,88; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 1,63; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 2,82; odmiana — cultivar = 1,26

Tabela 3

Efektywność fizjologiczna nawożenia (ilość kg bulw na 1 kg NPK w plonie bulw)
Physiological efficiency of fertilization (tuber yield (kg) per 1 kg NPK in tuber yield)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	122,73	151,11	182,92	154,57	150,74	151,45	152,25
HydroComplex	133,47	147,18	165,27	137,73	160,77	147,42	148,64
Nitrophoska® blue special	122,80	130,19	140,58	112,44	161,61	119,52	131,19
Polimag® S	181,90	182,72	138,09	164,26	212,11	126,34	167,57
Viking 13	147,00	182,88	214,47	133,07	303,02	108,26	181,45
Średnia — Mean	141,58	158,82	168,26	140,42	197,65	130,60	156,22

NIR_{0,05} — LSD_{0,05}: lata — years = 3,60; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 6,67; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 11,56; odmiana — cultivar = 4,97

Opłacalność jednostkowa nawożenia zależy od kosztów poniesionych na zakup nawozów i od ceny zbytu ziemniaków. Opłacalność jednostkowa nawożenia Polimagiem® S i Vikingiem 13 była większa niż HydroComplexem i Nitrophoską® blue special (tab. 4). Przy stosowaniu najdroższych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex i Nitrophoska® blue special na pokrycie kosztów zakupu 1 kg NPK należało przeznaczyć równowartość średnio 15,10 kg bulw frakcji handlowej, tj. prawie 1,5 razy więcej niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych. Wskaźnik opłacalności jednostkowej nawożenia Polimagiem® S był większy średnio o 2,27 w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi. Najniższa była cena 1 kg NPK przy stosowaniu Vikinga 13 i nawóz ten zapewniał największą opłacalność jednostkową nawożenia. Opłacalność jednostkowa nawożenia była najmniejsza w najbardziej korzystnym dla uprawy ziemniaka sezonie wegetacyjnym 2007 roku. W roku tym, na pokrycie kosztów zakupu 1 kg NPK należało przeznaczyć równowartość średnio 2-krotnie większej masy bulw niż w roku 2005 i prawie 3-krotnie większej niż w roku 2006.

Tabela 4

Wskaźnik opłacalności jednostkowej nawożenia (koszt nawozu / wartości plonu w PLN)
Unit profitability index of fertilization (cost of fertilizer / tuber yield value in PLN)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Średnia Mean
	2005	2006	2007	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	8,80	5,84	16,36	10,33
HydroComplex	12,97	8,35	23,90	15,07
Nitrophoska® blue special	13,06	8,41	23,90	15,12
Polimag® S	11,00	7,13	19,96	12,70
Viking 13	7,72	4,96	13,90	8,86
Średnia Mean	10,71	6,94	19,60	12,42

Efektywność ekonomiczna nawożenia zależała od stosowanego nawozu (tab. 5). Spośród badanych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych, ekonomicznie uzasadnione było tylko stosowanie HydroComplexu i Nitrophoski® blue special. Każdy 1 zł

kosztów poniesionych na zakup HydroComplexu powodował przyrost wartości produkcji średnio o 1,14 zł, a na zakup Nitrophoski® blue special o 1,27 zł. Przy stosowaniu Polimag® S i Vikinga 13 poniesione koszty nie dały opłacalnego przyrostu wartości produkcji. Badania innych autorów wykazały wysoką efektywność ekonomiczną stosowania HydroComplexu w uprawie cebuli, natomiast stosowanie tego nawozu w uprawie kapusty zwiększało koszty produkcji nie dając wymiernych korzyści (Szwonek i in., 1998; Sher, 2004). W okresie prowadzenia badań nawożenie było efektywne ekonomicznie tylko w latach 2006 i 2007, kiedy przyrost wartości produkcji był istotnie większy niż koszty poniesione na zakup nawozów (tab. 5). W sezonie wegetacyjnym 2005 roku, z silną posuchą w drugiej połowie okresu wegetacji ziemniaka, koszty nawożenia były większe od wartości przyrostu plonu. Opłacalność przeciętna nawożenia zależała od odmiany (tab. 5). Efektywność ekonomiczna nawożenia odmiany hodowli krajowej Aster i odmiany holenderskiej Fresco była istotnie większa niż odmiany niemieckiej Gloria. Każdy 1 zł kosztów poniesionych na zakup nawozów powodował przyrost wartości plonu odmiany Aster średnio o 1,33 zł, a odmiany Fresco o 1,13 zł. Wartość przyrostu plonu odmiany Gloria pokrywała jedynie koszty zakupu nawozów.

Tabela 5

Opłacalność przeciętna nawożenia (wartości plonu / zł kosztu nawozu w PLN)
Average profitability of fertilization (tuber yield value / cost of fertilizer in PLN)

Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Lata Years			Odmiana Cultivar			Średnia Mean
	2005	2006	2007	Aster	Fresco	Gloria	
Nawozy jednoskładnikowe Single-component fertilizer	0,87	2,29	1,03	1,34	1,37	1,47	1,40
HydroComplex	0,45	1,66	1,31	1,56	0,97	0,89	1,14
Nitrophoska® blue special	0,44	1,96	1,42	1,21	1,47	1,14	1,27
Polimag® S	0,68	1,14	1,04	1,31	0,98	0,57	0,95
Viking 13	0,99	0,97	1,02	1,26	0,88	0,84	0,99
Średnia Mean	0,68	1,60	1,16	1,33	1,13	0,98	1,15

NIR_{0,05} — LSD_{0,05}; lata — years = 0,06; rodzaj nawozu — kind of fertilizer = 0,11; lata × rodzaj nawozu — years × kind of fertilizer = 0,19; odmiana — cultivar = 0,09

WNIOSKI

1. Efekty produkcyjne stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex, Polimag® S i Viking 13 były podobne jak powszechnie stosowanych nawozów jednoskładnikowych, natomiast przy stosowaniu Nitrophoski® blue special plon bulw frakcji handlowej był istotnie większy niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych.
2. Efektywność rolnicza nawożenia HydroComplexem i Nitrophoską® blue special była większa niż Polimagiem® S i Vikingiem 13, ale przy stosowaniu tych nawozów efektywność fizjologiczna nawożenia była mniejsza.

3. Efektywność rolnicza nawożenia odmiany hodowli krajowej Aster była większa niż odmian zagranicznych Fresco i Gloria, natomiast efektywność fizjologiczna nawożenia była największa w uprawie odmiany holenderskiej Fresco.
4. Opłacalność jednostkowa nawożenia HydroComplexem i Nitrophoską® blue special była mniejsza niż Polimagiem® S i Vikingiem 13. Przy stosowaniu najdroższych wieloskładnikowych nawozów kompleksowych HydroComplex i Nitrophoska® blue special na pokrycie kosztów zakupu 1 kg NPK należało przeznaczyć równowartość średnio prawie 1,5 razy większej masy bulw niż przy stosowaniu nawozów jednoskładnikowych.
5. Ekonomicznie uzasadnione było tylko stosowanie HydroComplexu i Nitrophoski® blue special. Przy stosowaniu Polimagu® S i Vikinga 13 poniesione koszty nie dały opłacalnego przyrostu wartości plonu.
6. Efektywność ekonomiczna nawożenia odmian Aster i Fresco była większa niż odmiany niemieckiej Gloria. Wartość przyrostu plonu odmiany Gloria pokrywała jedynie koszty zakupu nawozów.

LITERATURA

- Biskupski A. 2008. Metody granulacji stosowane w krajowych wytwórniach nawozów oraz własności uzyskanych nawozów. *Chemik* 9: 398 — 408.
- Biskupski A., Malinowski P. 2003. Asortyment nawozów mineralnych wytwarzanych przez krajowe wytwórnie. *Chemik* 11: 368 — 377.
- Bernat E., Jabłoński K. 1998. Agrotechniczne i ekonomiczne efekty nawożenia ziemniaków nawozem wieloskładnikowym Kemira Solanum. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura* 72: 21 — 27.
- Britto D., Kronzucker H. 2002. NH_4^+ toxicity in higher plants: a critical review. *J. Plant Physiol.* 159: 567 — 584.
- Fotyma A. 2002. Efektywność i opłacalność nawożenia. W: *Chemia rolna. Podstawy teoretyczne i praktyczne* (red. nauk. S. Mercik). Wyd. SGGW, Warszawa: 237 — 245.
- Grzebiusz W. 2000. Agrochemiczne zalety nawozów wieloskładnikowych – zasady doboru i stosowania. *Wies Jutra* 11: 15 — 17.
- Grzeškiewicz H., Trawczyński C. 2000. Nawozy wieloskładnikowe w nawożeniu ziemniaka. *IHAR Oddz. Jadwisin*.
- Grzeškowiak A. 2001. Systemy nawożenia "Police". Zakłady Chemiczne Police S.A.
- Jabłoński K. 1998. Wpływ nawożenia Polifoską 6, Polifoską 12 i Polimagiem 305 na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura* 72: 109 — 114.
- Jabłoński K. 2001. Wpływ sposobów nawożenia ziemniaków wieloskładnikowym nawozem Agro Solanum na plon, jego strukturę i jakość bulw. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 223, Agricultura* 89: 81 — 86.
- Jabłoński K. 2002. Agrotechniczne i jakościowe efekty precyzyjnego proekologicznego nawożenia ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 183 — 193.
- Jabłoński K. 2006. Wpływ nawożenia wieloskładnikowymi nawozami nowej generacji na plon i jakość ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 309 — 315.
- Kukresz S., Hodjankowa A. 1998. Wpływ sposobów wprowadzania nawozów kompleksowych na plony, jakość roślin uprawnych i przemiany składników odżywczych w glebie. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura* 72: 175 — 180.
- Makaraviciute A. 2003 a. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. *Agron. Res.* 1(2): 197 — 209.
- Makaraviciute A. 2003 b. Effect of fertilization on potato tuber yield, starch and dry matter content. *Zemes ukio Mokslai* 2: 35 — 42.
- Sher D. J. 2004. Changing fertilizers costs money. *Grower* 3: 40 — 44.

- Staugaitis G., Kucinskas J., Petrauskienė R., Dalangauskienė A. 2006. Influence of different kinds of fertilizers on early potato crop. *Sodininkystė ir Daržininkystė* 25 (1): 216 — 227.
- Szmigiel A., Kołodziejczyk M. 2004. Wybrane wskaźniki efektywności nawożenia ziemniaka. *Annales UMCS Sec. E* 59, 3: 1445 — 1453.
- Szwonek E., Konieczny M., Filipowicz M. 1998. Oddziaływanie nawozu wieloskładnikowego HydroComplex na zawartość składników pokarmowych w roślinach i plon cebuli. *Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt. Ekologiczne aspekty produkcji ogrodnictwa*. Poznań, 17–18 listopada: 109 — 114.
- Zalewski A. 2008. Kierunki zmian zużycia nawozów mineralnych w latach 2000–2007. *Rocz. Nauk. SERiA* X(3): 581 — 586.

TOMASZ JAKUBOWSKIInstytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Wpływ napromieniowania mikrofalami sadzeniaków ziemniaka na plonowanie roślin

The effect of microwave irradiation of seed tubers on potato plant yield

W latach 2007–2009 przeprowadzono doświadczenie poletkowe w którym badano wpływ mocy generatora (100–300 W) i czasu (5–30 s) napromieniowania mikrofalami (2,45 GHz) zastosowanych do stymulacji sadzeniaków na plonowanie roślin ziemniaka bardzo wczesnej odmiany Felka Bona. Przy przyjętych w doświadczeniu parametrach pracy generatora mikrofal stwierdzono istotny wpływ całkowitej dawki napromieniowania mikrofalami na masę plonu bulw ziemniaka spod jednej rośliny. Nie stwierdzono natomiast aby tożsame wartości dawek całkowitych (uzyskanych z różnych wartości mocy urządzenia generującego mikrofałę i czasu ekspozycji sadzeniaków) miały taki sam wpływ na plonowanie roślin ziemniaka.

Słowa kluczowe: mikrofała, plon, ziemniak

The influence of microwave stimulation of potato seed tubers on plant yield was studied in a field experiment carried out in the years 2007–2009. Various values of (2,45 GHz) generator power (100–300 W) and irradiation time (5–30 s) were applied on seed tubers of very early potato cultivar Felka Bona. A significant effect of total dose of the radiation on the yield was stated, however there was no equivalence of the same total doses applied at different levels of power and time factors.

Key words: microwaves, yield, potato

WSTĘP

Zagadnienia wpływu promieniowania mikrofalowego na materiał siewny zostały omówione w pracach Olchowik i wsp. (1997) oraz Wójcik i wsp. (2004) a w opracowaniach autorstwa Marksa i wsp. (2003) przedstawiono efekt napromieniowania mikrofalami roślin ziemniaka (*Solanum tuberosum*). Według badań wspomnianych Autorów promieniowanie to, w zależności od jego częstotliwości, mocy z jaką pracuje generator mikrofal i czasu naświetlania materiału daje różny efekt w postaci zmian w procesach kiełkowania, wegetacji czy plonowania roślin. W prezentowanych powyżej pracach, dotyczących wpływu promieniowania mikrofalowego o częstotliwości 2,45 GHz na rośliny ziemniaka, aby określić energię jaką pochłania bulwa w trakcie jej napromieniania mikrofalami posługiwano się między innymi parametrem będącym iloczynem mocy

urządzenia generującego mikrofałę i czasu ekspozycji materiału. Uzyskany w ten sposób parametr określano mianem dawki całkowitej i wyrażano w Joule'ach. Specyfika prac doświadczalnych dotycząca wpływu metod fizycznych na przebieg ontogenezy roślin wymaga prawidłowego doboru zmiennych niezależnych (w tym przypadku mocy urządzenia generującego mikrofałę i czasu ekspozycji materiału) a w dalszej kolejności obserwacji zmian zachodzących w ich procesach życiowych. W przypadku wspomnianych zmiennych niezależnych, prowadzący badania może natrafić na przypadek w którym z iloczynu kilku różnych wartości mocy i czasu otrzyma tą samą wartość dawki całkowitej. Czy w związku z powyższym, tożsame wartości dawek całkowitych, uzyskane z różnych wartości mocy urządzenia generującego mikrofałę i czasu ekspozycji materiału będą miały taki sam wpływ na procesy życiowe napromienionych roślin? Na podstawie tak sformułowanego problemu badawczego ustalono cel pracy.

Celem pracy było zbadanie wpływu mocy generatora mikrofal i czasu napromieniania sadzeniaków na plonowanie roślin ziemniaka bardzo wczesnej odmiany Felka Bona.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2007–2009 z wykorzystaniem bardzo wczesnej odmiany ziemniaka Felka Bona. Doświadczenie usytuowano w rejonie Polski południowej na glebie lekkiej, piasek słabo gliniasty, klasa bonitacyjna IIIa. Czynniki doświadczalne (zmiennymi niezależnymi) były moc generatora mikrofal i czas napromieniania sadzeniaków. Zmienne niezależne dobrano tak, aby iloczyn odpowiednich wartości mocy generatora i czasów napromieniania utworzył takie same co do wartości dawki całkowitej promieniowania mikrofalowego (tab. 1). Dodatkowo wprowadzono jednostkę doświadczalną (grupę kontrolną) nie poddaną działaniu promieniowania mikrofalowego. Frakcjonowane sadzeniaki ziemniaka o masie w przedziale 38–43 g (przy wartości średniej 41,3 g i odchyleniu standardowym 1,9 g) przydzielono losowo do poszczególnych poziomów czynnika doświadczalnego. W celu oceny i kontroli wariancji błędu losowego oraz zmienności osobniczej doświadczenie prowadzono w trzech replikacjach. Doświadczenie założono według układu bloków losowych. W każdej kombinacji doświadczalnej wykorzystano 90 sadzeniaków ziemniaka (30 sadzeniaków dla każdej replikacji). Sadzeniaki, będące w okresie rozbudzenia, przed posadzeniem napromieniano mikrofalami o częstotliwości 2,45 GHz zgodnie z metodą opisaną w pracy autora (Jakubowski, 2009). Wszelkie prace agrotechniczne prowadzone na poletkach doświadczalnych przeprowadzono zgodnie z zasadami prawidłowej uprawy rośliny ziemniaka. Jednostkowe dawki promieniowania mikrofalowego, uwzględniające masę sadzeniaków, zawierały się w przedziale 23,3–78,9 J·g⁻¹. Plon zebrano po 143 dniach w roku 2007, 135 w 2008 i 139 w roku 2009. Bezpośrednio po zbiorze, przy użyciu wagi platformowej o dokładności 2 g, określono masę całkowitą plonu bulw spod jednego krzaka. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu STATISTICA 8.0. na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Normalność rozkładu w próbach stwierdzono poprzez wynik testu Kołmogorowa-Smirnowa, a jednorodność wariancji testem Levena. Wpływ dawki promieniowania mikrofalowego na plonowanie roślin ziemniaka w poszczególnych latach

badan określano poprzez dwuczynnikową analizę wariancji. Różnice między statystycznie istotnymi średnimi badano z zastosowaniem testu wielokrotnych porównań Tukeya. Jest to test oparty na studentyzowanym rozstępie umożliwiając grupowanie średnich i gwarantujący łączny poziom istotności dla wszystkich testowanych par. Obliczono poziom prawdopodobieństwa testowego dla badanych par średnich oraz oznaczono jednorodne grupy średnich.

Tabela 1

Zastosowane w doświadczeniu wartości mocy generatora i czasu napromieniania sadzeń mikrofalami

Used in the experiment values of the generator power and the tubers irradiation time

Dawka całkowita promieniowania mikrofalowego Total dose of microwave radiation	Poziom czynnika doświadczalnego Level of the experimental factor	Moc generatora mikrofal i czas napromieniania sadzeń Microwave power generator and time of exposure	
		moc — power	czas — time
1000 J	A1	200 W	5 s
	A2	100 W	10 s
1500 J	B1	300 W	5 s
	B2	100 W	15 s
2000 J	C1	200 W	10 s
	C2	100 W	20 s
3000 J	D1	300 W	10 s
	D2	100 W	30 s
Kontrola Control	K	—	—

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Przeprowadzona analiza wariancji (tab. 2) wykazała istotny wpływ dawki napromieniania mikrofalami na masę plonu bulw ziemniaka spod jednej rośliny.

Tabela 2

Wynik analizy wariancji (jednowymiarowe testy istotności), wpływ roku badań oraz zastosowanej dawki promieniowania mikrofalowego na plonowanie roślin ziemniaka
Result of variance analysis (one-dimensional tests of significance), the impact of years and the applied doses of microwave radiation on the potato plants yielding

Zmienne niezależne Independent variables	Suma kwadratów Sum of squares	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średnia kwadratów Mean square	Wartość testu F F-test value	Poziom prawdopodobieństwa testowego Probability level F-test
Wyraz wolny Absolute term	1042,604	1	1042,604	100356,8	0,000
Rok Year (1)	0,025	2	0,013	1,2	0,298
Poziom Level (2)	32,161	8	4,020	387,0	0,000
1×2	0,494	16	0,031	3,0	0,001
Błąd — Error	24,965	2403	0,010		

Istotna była również interakcja roku w którym przeprowadzono badania oraz dawki napromieniowania mikrofalami. Dla statystycznie istotnego wpływu zmiennej niezależnej (dawki napromieniowania mikrofalami) na zmienną zależną (masę plonu bulw ziemniaka), poprzez porównania wielokrotne, określono wartości prawdopodobieństwa oraz grupy jednorodnych średnich (tab. 3 i 4).

Tabela 3

Przybliżone wartości prawdopodobieństwa dla porównań wielokrotnych między wartościami średniej masy plonu bulw ziemniaka w zależności od zastosowanej dawki promieniowania mikrofalowego
Approximate values of probabilities for multiple comparisons between the values of average yield mass of potato tubers, depending on the dose of microwave radiation

Nr No.	Poziom Level	Średnia masa plonu bulw ziemniaka Average mass of potato tubers yield (g)								
		{1} 707	{2} 792	{3} 708	{4} 769	{5} 519	{6} 704	{7} 496	{8} 478	{9} 722
1	A1		0	1,00	0	0	0,99	0	0	0,73
2	A2	0		0	0,23	0	0	0	0	0
3	B1	1,00	0		0	0	0,99	0	0	0,82
4	B2	0	0,23	0		0	0	0	0	0
5	C1	0	0	0	0		0	0,14	0	0
6	C2	0,99	0	0,99	0	0		0	0	0,49
7	D1	0	0	0	0	0,14	0		0,55	0
8	D2	0	0	0	0	0	0	0,55		0
9	K	0,73	0	0,82	0	0	0,49	0	0	

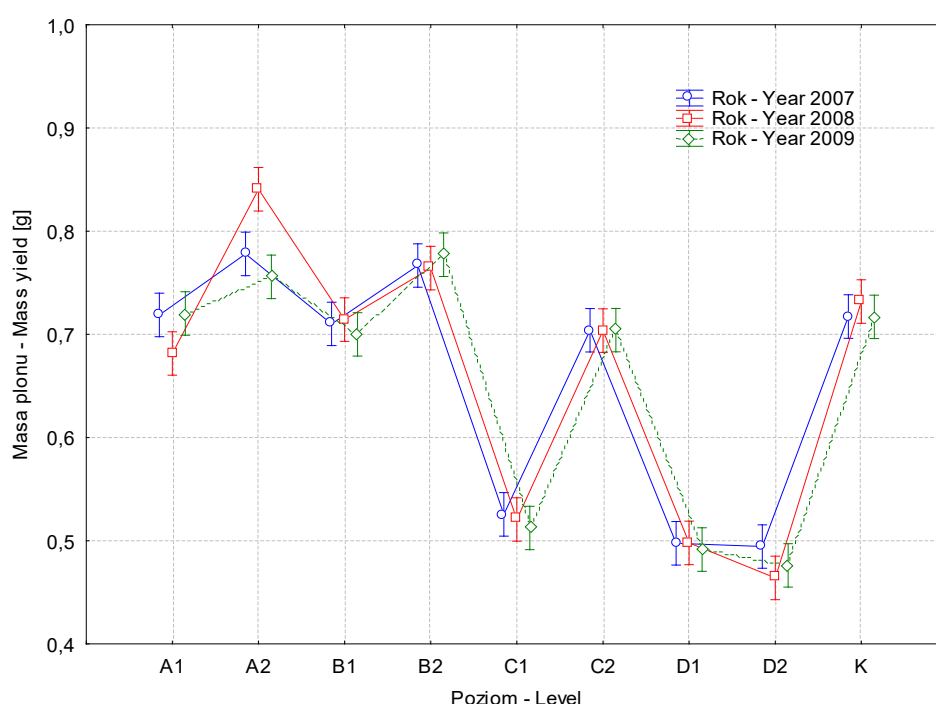
Tabela 4

Grupy jednorodne, wartości średniej masy plonu bulw ziemniaka w zależności od zastosowanej dawki promieniowania mikrofalowego
Homogeneous groups, and average yields of potato tubers, depending on the dose of microwave radiation

Nr No.	Poziom Level	Średnia masa plonu bulw ziemniaka Average mass of potato tubers yield (g)	Grupy jednorodne — Homogeneous groups			
			1	2	3	4
8	D2	478		****		
7	D1	496		****		
5	C1	519			****	
6	C2	704	****			
1	A1	707	****			
3	B1	708	****			
9	K	722	****			
4	B2	769				****
2	A2	792				****

Dane zawarte w tabelach 3 i 4 prezentują przybliżone wartości prawdopodobieństwa oraz cztery wyodrębnione grup jednorodne. W jednej grupie znalazły się rośliny wyrosłe z sadzeniaków napromieniowanych mikrofalami pochodzącymi z generatora działającego z mocą 100 W w czasie 20 s, 200 i 300 W w czasie 5 s, oraz próba kontrolna, w następnej grupie znalazły się rośliny wyrosłe z sadzeniaków napromieniowanych mikrofalami pochodzącymi z generatora działającego z mocą 100 i 300 W w czasie 30 i 10 s, w kolejnej grupie znalazły się rośliny wyrosłe z sadzeniaków napromieniowanych mikrofalami pochodzącymi z generatora działającego z mocą 200 i 300 W w czasie 10 s. Osobną grupę

homogeniczną utworzyły rośliny wyrosłe z sadzeniaków napromieniowanych mikrofalami pochodzącymi z generatora działającego z mocą 100 W w czasie 10 i 15 s. Spodziewanym efektem było, że w części doświadczenia, rośliny wyrosłe z sadzeniaków napromieniowanych mikrofalami, pochodzącymi z generatora działającego z mocą 100 W w czasie 10 i 15 s, utworzą osobną grupę jednorodną, gdyż podobne wyniki uzyskano w pracy autora (Jakubowski, 2010). Rośliny ziemniaka prób D1 i D2 (rośliny wyrosłe z sadzeniaków napromieniowanych mikrofalami pochodzącymi z generatora działającego z mocą 100 i 300 W w czasie 30 i 10 s, a więc dawkami 3000 J) utworzyły jedną grupę homogeniczną. Rośliny ziemniaka próby D1 zostały przyporządkowane równocześnie do innej, osobnej grupy jednorodnej. Na podstawie uzyskanych wyników badań nie można stwierdzić, że napromieniowanie sadzeniaków ziemniaka tożsamymi dawkami całkowitymi (uzyskanymi z różnych wartości mocy urządzenia generującego mikrofalę i czasu ekspozycji materiału) ma taki sam wpływ na masę plonu bulw spod jednej rośliny.



Rys. 1. Wpływ interakcji dawki promieniowania mikrofalowego i roku badań na średnią masę plonu bulw ziemniaka spod jednej rośliny

Fig. 1. Interaction effect of microwave radiation dose and year of study on average yield mass of potato tubers (per single plant)

Dalsza analiza danych zawartych w tabeli 4 pozwala na stwierdzenie, że promieniowanie mikrofalowe w dawkach całkowitych 1000–1500 J (lecz pochodzących wyłącznie z generatora działającego z mocą 100 W przez okres 10 lub 15 s) powoduje,

w porównaniu z próbą kontrolną, zwiększenie masy plonu rośliny ziemniaka. Efektu takiego nie stwierdzono w próbach napromieniowanych dawkami mikrofal w zakresie 1000–1500 J generowanych z urządzenia działającego z mocą 200 i 300 W w czasie 5 s. Dane liczbowe (zestawione w tabeli 4 oraz na rys. 1) pozwalają również na sformułowanie dodatkowego, ogólnego stwierdzenia, że wzrost całkowitej dawki promieniowania mikrofalowego powyżej 1500 J wpływa negatywnie na rośliny ziemniaka powodując obniżenie masy ich plonu.

W przypadku ekspozycji sadzeniaków ziemniaka na mikrofałe można mówić o termicznym i atermicznym działaniu promieniowania. Wnikające w głąb sadzeniaka mikrofałe wywołują oscylację jonów w elektrolitach oraz drobin w spolaryzowanych dielektrykach w następstwie czego (uwodniona) bulwa ziemniaka ulega ogrzaniu. Według Dewiatkova (1987) efekt termiczny ma miejsce wówczas, gdy w wyniku absorpcji energii promieniowania elektromagnetycznego następuje wzrost temperatury obiektu, większy niż 0,2°C. Skutki termiczne zależą także od stosunku rozmiarów napromienianego ciała do długości fali oraz ułożenia obiektu w stosunku do kierunku wektora pola elektrycznego. Jethon i wsp. (2000) twierdzi, że mikrofałe mogą wywoływać zmiany w układach adaptacyjnych organizmów przy czym działanie na te układy może obejmować zmiany bioelektryczne, metaboliczne i strukturalne na poziomie komórkowym i subkomórkowym. Można zatem przyjąć, że uzyskane w trakcie przeprowadzonego doświadczenia wyniki wskazują zarówno na pozytywne jak i negatywne oddziaływanie mikrofal na roślinę ziemniaka. Na tym etapie badań trudno jest jednoznacznie wskazać, które z przyjętych w doświadczeniu czynniki i w jakim stopniu oddziałują na plonowanie tej rośliny i dlaczego nie odnotowano podobnego efektu działania tożsamyh dawek mikrofal. Z jednej strony założyć należy, że zbyt intensywne ogrzanie sadzeniaka może prowadzić do uszkodzenia błon komórkowych i denaturacji lub zwyrodnienia jego struktur białkowych. Będzie to miało w konsekwencji negatywny wpływ na dalszy rozwój (w tym i plonowania) rośliny (jak w przypadku sadzeniaków napromieniowanych dawkami mikrofal powyżej 1500 J). Z drugiej strony (jak w przypadku sadzeniaków napromieniowanych dawkami mikrofal poniżej 1500 J) jeśli efekt termiczny nie byłby dla rośliny stresogenny to mógłby pozytywnie, poprzez przyspieszenie przemian biochemicznych, wpływać na jej metabolizm i skutkować np. zwiększeniem plonowania. Zaznaczyć należy, że w przedstawionym doświadczeniu, w przypadku sadzeniaków ziemniaka napromieniowanych w czasie 10 i 15 s z urządzenia generującego mikrofałe o mocy 100 W, może występować również i efekt atermiczny. Za takim tłumaczeniem prezentowanego zjawiska przemawiają wyniki badań Belajewa i wsp. 1996, Grundlera 1992 oraz Dewiatkova i wsp. 1991 wskazujące, że promieniowanie mikrofalowe wpływa na przebieg wielu procesów życiowych również gdy natężenie pola jest znacznie niższe od dolnej granicy efektu cieplnego.

WNIOSKI

1. W przyjętych w doświadczeniu parametrach pracy generatora mikrofal nie stwierdzono, aby tożsame wartości dawek całkowitych (uzyskanych z różnych

- wartości mocy urządzenia generującego mikrofalę i czasu ekspozycji sadzeniaków) miały taki sam wpływ na plonowanie roślin ziemniaka.
2. Stwierdzono istotny wpływ całkowitej dawki napromieniowania mikrofalami na masę plonu bulw ziemniaka spod jednej rośliny.

LITERATURA

- Belajew I. Y., Shcheglov V. S., Alipov Y. D., Polunin V. A. 1996. Resonance effect of millimeter waves in the power range from 10-19 to 3×10^{-3} W·cm² on *Escherichia coli* cells at different concentrations. *Bioelectromagnetics* 17: 312 — 321.
- Dewiatkow N. D. 1987. Ispolzowanie niekogierentnych i kogierentnych elektromagnitnych kolebanij w medicinie i biologii. *Elektronnaja tehnika. Elektronika*, SWCZ9.
- Dewiatkow N. D., Golant M. B., Beckij O. W. 1991. Milimetrovyje wolny i ich rol w processach zyzniedejatelnosti. *Radio i Swiaz*. Moskwa.
- Grundller W. 1992. Intensity – and frequency – dependent effects of microwaves on cell growth rates. *Bioelektrochem. Bioenerg.* 27: 361 — 365.
- Jakubowski T. 2009. Efekt cieplny mikrofalowego ogrzewania bulwy ziemniaka. *Acta Agrophysica* 14 (2): 345 — 354.
- Jakubowski T. 2010. Wpływ promieniowania mikrofalowego o różnych częstotliwościach na wybrane procesy życiowe roślin ziemniaka. *Materiały XVII Konferencji Naukowej nt. "Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie"*, Zakopane 2010: 19.
- Jethon Z., Grzybowski A. 2000. *Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL: 23 — 24.
- Marks N., Sobol Z., Baran D. 2003. Ocena mikrofalowej stymulacji bulw ziemniaka. *Inżynieria Rolnicza* Nr 11 (53): 131 — 137.
- Olchowik G., Dziamba S. 1997. The influence of microwave radiation on the buckwheat yields. 6th International Conference on Agrophysics, Sept. 15-18 Lublin, Book of abstracts, v. 2: 289 — 290.
- Wójcik S., Dziamba M., Pietruszewski S. 2004. Wpływ promieniowania mikrofalowego na plonowanie i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego. *Acta Agrophysica* vol. 3/3: 623 — 630.

JANUSZ URBANOWICZ

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB

Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

Fitotoksyczna reakcja pięciu odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny* Część I. Wpływ na plon bulw i jego strukturę

Phytotoxic reaction of five potato cultivars to metribuzin applied postemergence Part I. The influence on tuber yield and its structure

W latach 2005–2008 w Boninie przeprowadzono doświadczenia polowe w celu określenia reakcji pięciu odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny oraz jej wpływu na plon i jego strukturę. Wrażliwość odmian określono za pomocą 9° skali EWRC (European Weed Research Council). Na podstawie reakcji odmian, wyrażonej skalą porażenia, zakwalifikowano odmiany do 5 grup.

Słowa kluczowe: fitotoksyczność, metrybuzyna, odmiana, plon, ziemniak

The phytotoxic effect and influence on tuber yield and its structure of metribuzin applied postemergence on five potato cultivars were studied in Bonin in the years 2005–2008. The sensitivity of cultivars was estimated according to a 9° scale elaborated by the EWRC (European Weed Research Council). On the basis of their reaction, the five cultivars were classified into 5 groups.

Key words: cultivar, metribuzin, potato, phytotoxicity, yield

WSTĘP

Ziemniak jest rośliną charakteryzującą się silną reakcją na zachwaszczenie. Spowodowane jest to uprawą w szerokiej rozstawie rzędów oraz powolnym początkowym wzrostem, co ogranicza jego konkurencyjne oddziaływanie w stosunku do chwastów i stwarza idealne warunki dla ich rozwoju (Pomykańska, 1991; Gruczek, 2001 a). Straty plonów wywołane obecnością chwastów mogą być większe niż powodowane przez choroby i szkodniki (Adamczewski, 2000; Gruczek, 2001 b). Wielu autorów wykazało, że w zależności od stanu i stopnia zachwaszczenia mogą one wynosić nawet do 70% (Roztropowicz, 1992; Sawicka i Skalski, 1996; Hashim, 2003; Zarzecka i Gugała, 2006).

* Badania prowadzono w ramach projektu badawczego numer: NN 310144735, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Istnieją różne metody ograniczania zachwaszczenia, jednak nie wszystkie dają efekt zadowalający. Zabiegi mechaniczne niszczą chwasty w 95–98%, gdy znajdują się one w fazie siewek, gdy chwasty są w pełni wschodów, skuteczność zwalczania spada do 45–60% (Zarzecka i in., 2004; Gruczek, 2004 a). Najczęściej efekty zabiegów mechanicznych są niezadowalające (Renner, 1998) i dlatego stosownie herbicydów wydaje się konieczne, gdyż redukują one zachwaszczenie nawet do 99% (Mišovic i in., 1997). Odpowiednio dobrane herbicydy i właściwie zastosowane pozwalają na osiągnięcie wzrostu plonowania nawet o około 50% (Leistra, 1980; Gruczek, 2002; Zarzecka i in., 2009).

Oprócz wielu korzyści wynikających ze stosowania herbicydów istnieją również pewne zagrożenia, do których zalicza się możliwość fitotoksycznego ich oddziaływania na niektóre odmiany roślin uprawnych, fitotoksyczne oddziaływanie na rośliny uprawiane następczo oraz uodpornianie się chwastów na substancje aktywne herbicydów (Rola i Rola, 2001). Selektywnie działające herbicydy powinny działać tylko na chwasty, nie uszkadzając przy tym chronionej rośliny (Praczyk, 2002). Reakcja roślin ziemniaka na stosowane herbicydy uzależniona jest od wielu czynników: odmiany, terminu wykonania zabiegu, ilości opadów po jego wykonaniu oraz zawartości substancji organicznej w glebie (Gruczek, 1980). Najczęściej do efektu fitotoksycznej reakcji dochodzi, gdy herbicydy są stosowane po wschodach roślin ziemniaka. W niesprzyjających warunkach istnieje możliwość jej wystąpienia również po aplikacji herbicydów w terminie przedwschodowym (Urbanowicz i in., 1999). Fitotoksyczna reakcja ma szczególnie duże znaczenie w produkcji nasiennej, gdyż może utrudnić, a nawet uniemożliwić prawidłowe przeprowadzenie selekcji negatywnej poprzez zwiększenie problemów z identyfikacją chorób wirusowych. W produkcji towarowej może natomiast powodować spadek plonu i zdrobnienie bulw, co najbardziej jest widoczne w przypadku odmian o najkrótszym okresie wegetacji, które mają zbyt mało czasu na odbudowę chlorofilu (Choroszewski 1994). Do zwalczania chwastów w ziemniaku, głównie z klasy dwuliściennych, powszechnie stosuje się herbicyd Sencor 70 WG, zawierający metrybuzynę, który stosowany po wschodach może na niektórych odmianach powodować fitotoksyczną reakcję. Pierwsze badania dotyczące tego zagadnienia rozpoczęto w Instytucie Ziemniaka (Gójski i in., 1987), które kontynuowane były również przez wielu innych autorów (Sawicka, 1993; Choroszewski, 1994; Zarzecka, 2000; Gruczek, 2001 b; Praczyk, 2002; Urbanowicz, 2006). Do roku 2008 przebadano w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie 152 odmiany ziemniaka (112 jadalnych i 40 skrobiowych) pod kątem wrażliwości na powschodowe stosowanie metrybuzyny (Urbanowicz, 2009). W licznych pracach dotyczących fitotoksycznej reakcji roślin na stosowane herbicydy podkreśla się fakt, że plonowanie zmniejsza się wraz ze wzrostem uszkodzeń (Eberlien i Guttieri, 1994). Z niektórych badań wynika, że niewielkie objawy fitotoksyczności nie tylko nie obniżają plonowania, a wręcz przeciwnie, odnotowuje się jego wzrost poprzez wysoki efekt chwastobójczy metrybuzyny (Anyszka i Dobrzański, 2003; Channappagoudard i in., 2007).

Celem badań było określenie wrażliwości badanych odmian na metrybuzynę stosowaną po wschodach oraz jej wpływu na plon bulw i jego strukturę.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w Boninie (województwo zachodniopomorskie) w latach 2005–2008, w których oceniano fitotoksyczną reakcję odmian ziemniaka i tempo jej zanikania po powschodowym zastosowaniu metrybuzyny oraz jej wpływu na plon bulw i jego strukturę.

Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach, na pięciu odmianach z różnych grup wczesności i o różnym typie użytkowym: Denar, Lord i Molli (bardzo wczesne, jadalne), Satina (średnio wczesna, jadalna) oraz Sonda (późna, skrobiowa). Doświadczenie podzielono na dwa równe bloki, w których poletka z ocenianymi wariantami czynników badawczych były całkowicie zrandomizowane. Bulwy sadzono ręcznie w ostatniej dekadzie kwietnia, w rozstawie 0,75 m i gęstości sadzenia w rzędzie 0,3 m. Poletka składały się z pięciu redlin po 10 roślin. Czynniki badawcze dla każdej odmiany były: — metrybuzyna w dawce $0,35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, zastosowana po wschodach ziemniaka (w formie handlowej herbicyd Sencor 70 WG w dawce $0,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); — poletka kontrolne — bez herbicydu.

Metrybuzynę stosowano po wschodach ziemniaka, gdy rośliny osiągnęły wysokość 10–15 cm (I dekada VI). Całe doświadczenie było chronione w jednakowy sposób przed stonką ziemniaczaną i zarazą ziemniaka. Na poletkach kontrolnych prowadzono ręczne odchwaszczanie, by wyeliminować wpływ zachwaszczenia na plon, zgodnie z wytycznymi metodyki EPPO — PP 1/135 (2) (Anonim, 2007). Od momentu zastosowania herbicydu Sencor 70 WG, co 7 dni prowadzono obserwacje fitotoksycznej reakcji roślin oraz oceniano tempo jej zanikania do momentu całkowitego ich ustąpienia. Uszkodzenia odmian ziemniaka określano na podstawie skali 9-stopniowej, według EWRC (European Weed Research Council), w której 1 — oznacza brak uszkodzeń, a 9 — całkowite zniszczenie roślin.

Badania przeprowadzono na glebach wchodzących w skład użytków rolnych: rodzaj — mineralne, typ — gleby pseudobielicowe. Oznaczenia zasobności gleby i jej składu granulometrycznego zostały przeprowadzone w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Koszalinie. W poszczególnych latach badań gleby różniły się zawartością makroelementów, zasobnością w próchnicę oraz odczynem (pH od bardzo kwaśnego do lekko kwaśnego). Najwyższą zawartość próchnicy odnotowano w roku 2005 — $23,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a najniższą w 2008 — $14,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. W latach 2006 i 2007 zawartość próchnicy kształtowała się na podobnym poziomie i wynosiła odpowiednio: 16,0 i $16,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Na podstawie składu granulometrycznego scharakteryzowano glebę w Boninie jako glinę lekką w 2005 roku i glinę piaszczystą w pozostałych latach badań.

Przebieg warunków pogodowych scharakteryzowano na podstawie danych uzyskanych ze stacji meteorologicznej umieszczonej w ogródku meteorologicznym w Boninie, zlokalizowanej w ogródku meteorologicznym w sąsiedztwie pola doświadczalnego. Ilość opadów w sezonie 2005 wynosiła 330,6 mm, w 2006 — 510,4 mm, 2007 — 613,8 mm, a w 2008 — 391,2 mm. W miesiącach prowadzenia obserwacji (VI–VII) ilość opadów pozostawała na zbliżonym poziomie w poszczególnych latach badań. Średnie dobowe

temperatury powietrza (średnia za IV–IX) wahały się w granicach od 13,9 do 15,1°C (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka warunków klimatycznych okresu wegetacji w Boninie (2005–2008)
Characteristics of climatic conditions in the vegetation period in Bonin (2005–2008)

Miesiące Months	Temperatury powietrza Air temperatures (°C)	Opady Rainfall (mm)	Współczynnik hydrotermiczny Hydrothermic coefficient
2005			
IV	7,8	10,8	0,46
V	11,7	86,8	2,39
VI	14,6	30,6	0,70
VII	18,8	96,4	1,65
VIII	16,3	74,6	1,47
IX	14,9	31,4	0,70
IV–IX	14,0	330,6	1,23
2006			
IV	6,8	62,2	3,05
V	12,4	69,8	1,82
VI	16,4	68,6	1,39
VII	21,4	21,2	0,32
VIII	16,9	233,2	4,45
IX	16,5	55,4	1,12
IV–IX	15,1	510,4	2,02
2007			
IV	8,8	34,6	1,30
V	13,9	75,0	1,74
VI	17,3	126,6	2,43
VII	17,0	203,6	3,86
VIII	17,8	74,2	1,34
IX	12,9	99,8	2,57
IV–IX	14,6	613,8	2,20
2008			
IV	7,3	64,8	2,96
V	12,6	6,4	0,16
VI	16,0	85,4	1,78
VII	18,0	55,4	0,99
VIII	17,3	135,2	2,51
IX	12,6	44,0	1,16
IV–IX	13,9	391,2	1,59

W celu oceny wpływu fitotoksycznej reakcji odmian na plon i jego strukturę w każdym roku badań pobierano próby bulw do dalszych analiz, w terminach fizjologicznej dojrzałości dla poszczególnych grup wczesności odmian (Kamasa, 1992). Odmiany bardzo wczesne zbierano po 90 dniach, średnio wczesne po 120 dniach, a późne po 145 dniach od sadzenia. Wielkość plonu oceniano na podstawie ogólnej masy zebranych bulw z każdego poletka. Natomiast bulwy do dalszych badań były pobierane z dwóch środkowych redlin (plon z 20 roślin). Plon oceniano po upływie około 2 tygodni od zbioru. Wszystkie próby rozdzielano za pomocą sortownika ręcznego na 3 frakcje: bulwy powyżej 60 mm, od 30 do 60 mm i poniżej 30 mm (bulwy drobne). Następnie szacowano liczbę bulw w poszczególnych frakcjach i określano ich masę. Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji (ANOVA), przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, a wartości średnie testowano

testem Tukeya w celu określenia istotnych różnic pomiędzy badanymi obiektami doświadczalnymi. Każdą z odmian analizowano oddzielnie ze względu na ich różny potencjał plonotwórczy oraz zróżnicowaną reakcję na metrybuzynę stosowaną po wschodach.

WYNIKI I DYSKUSJA

Fitotoksyczna reakcja odmian i tempo jej zanikania

Powschodowe stosowanie metrybuzyny w dawce $0,35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało zróżnicowaną reakcję badanych odmian. Różnice ocen poszczególnych odmian w latach badań były niewielkie i wynosiły, w zależności od odmiany, od 0,2 do 0,4 punktu w 9-stopniowej skali (tab. 2).

Tabela 2

Fitotoksyczna reakcja odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny
Phytotoxicity reaction of potato cultivars to metribuzin applied postemergence

Odmiany Cultivars	Liczba dni po zabiegu/fitotoksyczność w skali 1–9 Number of days after treatment/phytotoxicity in scale 1–9				
	7	14	21	28	35
2005					
Denar	2,7	1,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Molli	4,6	3,0	2,0	1,0	1,0
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sonda	7,2	5,2	3,4	2,0	1,0
2006					
Denar	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Molli	5,0	3,6	2,0	1,0	1,0
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sonda	7,0	5,0	3,2	2,0	1,0
2007					
Denar	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Molli	5,0	3,2	2,0	1,0	1,0
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sonda	7,2	5,3	3,8	2,0	1,0
2008					
Denar	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Molli	5,0	4,0	2,0	1,0	1,0
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sonda	7,4	5,6	4,2	2,5	1,0

Najbardziej odbiegające oceny fitotoksycznej reakcji odmian odnotowano w sezonie 2005. W roku tym obserwowano słabszą reakcję u odmian Denar i Molli, co było związane z odmiennymi warunkami pogodowymi w porównaniu z pozostałymi latami badań. W czerwcu 2005 roku (czas aplikacji metrybuzyny) stwierdzono najmniejszą ilość opadów i najniższą temperaturę powietrza, jaka wystąpiła w latach badań oraz największą zawartość próchnicy w glebie. Podobne wyniki uzyskali również inni autorzy, którzy stwierdzili, że

najsilniejsza fitotoksyczna reakcja występuje przy wysokich temperaturach i dużych opadach po aplikacji herbicydu (Midmose, 1984; Al-Khatib i in., 1997; Adamiak 1985; Ceglarek i in., 1992). Obserwowane w badaniach objawy fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka miały charakter typowy dla herbicydów z grupy inhibitorów fotosyntezy (Praczyk i Skrzypczak, 2004). W zależności od nasilenia tej reakcji były to lekkie przebarwienia blaszek liściowych (odmiana Lord), chlorozy (odmiany Denar i Molli), aż do silnych uszkodzeń w postaci nekroz na liściach odmiany Sonda.

Spośród badanych odmian tylko Satina nie wykazała żadnych objawów fitotoksycznej reakcji we wszystkich latach badań. Zaliczono ją do grupy odmian niewrażliwych na powschodowe stosowanie metrybuzyny. Na nasilenie objawów u poszczególnych odmian decydujący wpływ mogą wywierać zróżnicowania odmianowe, związane z budową morfologiczną i anatomiczną liści, która decyduje o retencji cieczy użytkowej na ich powierzchni (Caseley, 1989; Praczyk, 2002; Dobrzański, 1999). W badaniach własnych potwierdzono, że reakcja odmian na metrybuzynę jest niezależna od grupy wczesności czy też kierunku użytkowania odmian. Negatywny wpływ fitotoksycznej reakcji przejawia się również tempem zanikania na roślinach. Objawy utrzymywały się najdłużej na odmianie Sonda, którą zaliczono do grupy odmian o wysokiej wrażliwości na powschodowe stosowanie metrybuzyny. Ustały one po upływie 35 dni od aplikacji herbicydu. Natomiast u odmian o słabszej reakcji okres ten wahał się od 14 do 28 dni. Na podstawie uzyskanych wyników badane odmiany uszeregowano pod kątem wrażliwości na metrybuzynę stosowaną po wschodach. Odmianę Molli zaliczono do grupy odmian o podwyższonej, Denar — o średniej, a Lord — o niskiej wrażliwości. Najczęściej liczba odmian reagujących najsilniej (skrajnie wrażliwych) na powschodowe stosowanie metrybuzyny jest niewielka (Munzert i Kees, 1990; Sawicka, 1993; Choroszewski, 1994; Gruczek, 2004 b; Urbanowicz, 2009). W przypadku bardzo silnie reagujących odmian nie powinno się w ich uprawie stosować metrybuzyny po wschodach (Rola i Gołębiowska 2003; Gruczek, 2004 b; Urbanowicz, 2004; Hutchinson i in., 2006). W trakcie prowadzenia obserwacji nie odnotowano żadnych innych objawów reakcji na zastosowany herbicyd, tylko rośliny odmiany Sonda (we wszystkich latach badań) charakteryzowały się zmienionym pokrojem krzaka i sprawiały wrażenie bardziej delikatnych w porównaniu do roślin z poletek kontrolnych. W większości przypadków fitotoksyczna reakcja ma charakter przemijający, natomiast długość jej utrzymywania się na roślinach może mieć decydujący wpływ na plon bulw (Zarzecka, 2003).

Wpływ powschodowego stosowania metrybuzyny na plon i jego strukturę

Badane odmiany charakteryzowały się zróżnicowanym poziomem plonowania w zależności od roku badań oraz fitotoksycznej reakcji roślin na powschodowe stosowanie metrybuzyny. Nie stwierdzono istotnych, potwierdzonych statystycznie, różnic w przypadku lat badań oraz interakcji lat badań z zastosowanym herbicydem. Tylko w plonie najbardziej wrażliwych odmian stwierdzono istotne różnice pomiędzy ocenianymi obiektami doświadczalnymi. Odmiany Satina, Lord i Denar we wszystkich latach badań reagowały statystycznie nieistotnym zwiększeniem plonowania na poletkach traktowanych metrybuzyną w porównaniu z kontrolnymi. Średni wzrost plonowania tych odmian wynosił: 2,3% (niewrażliwa Satina), 2,2% (o niskiej wrażliwości Lord) i 2,4% (średnio

wrażliwa Denar). Odmiany o niskiej wrażliwości najczęściej nie wykazują negatywnej reakcji w postaci spadku plonowania (Williams i Riches, 2001). Harrisom i Dukes (1996) zaproponowali, by wszystkie odmiany wprowadzane do uprawy były charakteryzowane pod kątem ich wrażliwości na metrybuzynę stosowaną po wschodach, a także jej wpływu na plon (co od wielu lat jest wykonywane w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie).

Podwyższona wrażliwość na metrybuzynę odmiany Molli oraz wolne tempo zanikania objawów fitotoksyczności znalazły wyraźne odbicie w obniżonym plonowaniu ziemniaka, wynoszącym średnio 21,8%. Najbardziej wrażliwa na powschodowe stosowanie metrybuzyny odmiana Sonda zareagowała istotnym, bardzo dużym obniżeniem plonu. Zniszczenie nawet do 50% powierzchni asymilacyjnej liści spowodowało średni spadek plonu z poletek traktowanych metrybuzyną aż o 40,7% w porównaniu z kontrolnymi (tab. 3). Odmiany o najsilniejszej wrażliwości mogą reagować nawet 60% spadkiem plonu. Gruczek (2004 b) uważa, że wzrost fitotoksyczności o jeden stopień (w 9-stopniowej skali) powoduje spadek plonu o $2,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Boligłowa i wsp. (2004) notowali 38% spadek plonu u odmian wrażliwych. Natomiast Arsenault i Ivany (2001) uważają, że spadki plonów mogą wahać się w granicach od 1,0 do $6,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. U odmian tych liczba bulw z jednej rośliny oraz ich masa, które według Kołodziejczyka (1999) mają decydujący wpływ na plon z jednostki powierzchni, były mniejsze w porównaniu z odmianami o słabszej fitotoksycznej reakcji na powschodowe stosowanie metrybuzyny.

Tabela 3

Wpływ powschodowego stosowania metrybuzyny na plon bulw (średnie z lat 2005–2008)
The influence of metribuzin applied postemergence on tuber yield (mean for 2005–2008)

Odmiany Cultivars	Badane czynniki Factors	Plon całkowity Total yield ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Liczba bulw z jednej rośliny Number of tubers per one plant	Masa bulw z jednej rośliny Weight of tubers per one plant (g)	Plon w porównaniu do obiekty kontrolnego Yield as compared with control	
					(%)	($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Denar	M	34,7	15,6	1566,7	+	
	K	33,9	15,5	1525,9	2,4	0,8
NIR — $\text{LSD}_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n.	r.n.		
Lord	M	35,9	14,4	1617,9	+	
	K	35,1	14,2	1582,5	2,2	0,8
NIR — $\text{LSD}_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n.	r.n.		
Molli	M	28,4	10,1	1298,1	-	
	K	36,3	12,3	1659,9	21,8	0,8
NIR — $\text{LSD}_{\alpha=0,05}$		2,5	1,8	108,7		
Satina	M	36,2	13,4	1629,1	+	
	K	35,4	13,1	1598,3	2,3	0,8
NIR — $\text{LSD}_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n.	r.n.		
Sonda	M	21,7	12,2	966,9	-	
	K	36,6	15,1	1671,8	40,7	14,9
NIR — $\text{LSD}_{\alpha=0,05}$		1,7	1,6	132,8		

r.n. — Różnice nieistotne; No significant differences

M — Metrybuzyna; Metribuzin

K — Obiekt kontrolny; Untreated

Tabela 4

Struktura plonu bulw
Structure of tuber yield

Lata Years (A)	Procentowy udział wagowy frakcji bulw Weight percentage of tuber fraction					
	< 30 mm		30–60 mm		> 60 mm	
	M	K	M	K	M	K
(B)						
Denar						
2005	0,7	0,7	29,5	29,8	69,8	69,5
2006	0,7	0,7	28,5	29,3	70,8	70,0
2007	0,6	0,5	29,0	30,9	70,4	68,5
2008	0,6	0,6	28,7	31,5	70,7	67,9
(05-08)	0,7	0,6	28,9	30,4	70,4	69,0
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (A); (B); (A×B)		r.n.	r.n.		r.n.	
Lord						
2005	0,7	0,7	35,3 c*	32,3 c	64,0 a	65,0 a
2006	0,9	0,9	30,3 d	30,1 d	68,8 a	68,7 a
2007	0,6	0,8	57,6 a	62,3 a	41,8 c	36,9 d
2008	0,7	0,5	58,0 a	59,0 a	41,3 c	40,5 c
(05-08)	0,7	0,8	45,8 b	46,4 b	53,5 b	52,8 b
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (A)		r.n.	5,1		5,1	
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (B); (A×B)		r.n.	r.n.		r.n.	
Molli						
2005	3,3 b	0,8 a	55,1 a	51,1 b	39,4 b	48,1 a
2006	4,5 b	0,8 a	56,3 a	53,3 b	39,2 b	45,9 a
2007	4,3 b	0,8 a	54,3 a	51,3 b	41,4 b	47,9 a
2008	4,2 b	0,7 a	52,7 a	50,1 b	43,1 b	49,2 a
(05-08)	4,1 b	0,8 a	56,4 a	53,9 b	39,5 b	45,3 a
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (A); (A×B)		r.n.	r.n.		r.n.	
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (B)		0,8	2,3		3,1	
Satina						
2005	0,7	0,7	41,9 b	42,1 b	57,4	57,2
2006	0,6	0,7	41,5 b	41,3 b	57,9	58,0
2007	0,7	0,9	45,2 a	48,6 a	54,1	50,5
2008	0,6	0,4	45,1 a	47,0 a	54,3	52,6
(05-08)	0,6	0,7	43,1 b	44,7 b	56,3	54,6
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (A)		r.n.	3,6		r.n.	
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (B); (A×B)		r.n.	r.n.		r.n.	
Sonda						
2005	6,8 b	0,8 a	59,8 a	39,4 b	33,4 b	59,8 a
2006	6,5 b	0,7 a	53,6 a	39,7 b	40,0 b	59,6 a
2007	7,4 b	0,9 a	57,3 a	50,6 b	35,3 b	48,6 a
2008	9,5 b	0,9 a	56,1 a	50,3 b	34,4 b	48,8 a
(05-08)	7,6 b	0,8 a	56,7 a	45,0 b	35,7 b	54,2 a
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (A); (A×B)		r.n.	r.n.		r.n.	
NIR — LSD $_{\alpha=0,05}$ (B)		2,6	2,9		9,3	

* — Średnie w kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$; Values followed by the same letter within a column are not significantly different at $\alpha = 0,05$

r.n. — Różnice nieistotne; No significant differences

M — Metrybuzyna; Metribuzin

K — Obiekt kontrolny; Untreated

Oprócz obniżenia plonowania na skutek fitotoksycznej reakcji odmian istnieje niebezpieczeństwo zdrobnienia bulw, czyli zwiększenia w plonie udziału bulw

najdrobniejszych (< 30 mm), które stanowią materiał odpadowy. Zwrócił na to uwagę Choroszewski (1994), który zaobserwował, że wraz ze spadkiem plonowania wzrastał udział bulw najmniejszych. Na podstawie uzyskanych w niniejszej pracy wyników stwierdzono, że największym udziałem w plonie frakcji bulw o najmniejszym kalibrze charakteryzowały się odmiany o najsilniejszej reakcji na powschodowe stosowanie metrybuzyny. U odmian Molli i Sonda było kilkakrotnie więcej bulw drobnych w porównaniu z obiektem kontrolnym. Zwiększenie udziału bulw najmniejszej frakcji (< 30 mm) znalazło swoje odzwierciedlenie w jednoczesnym zmniejszeniu się udziału bulw największych we wszystkich latach badań. Stwierdzono prawidłowość, że wraz ze spadkiem plonowania wzrasta udział bulw najmniejszych, kosztem ilości bulw największych (tab. 4).

U odmian o silniejszej reakcji fitotoksycznej — Molli i najsilniejszej — Sonda odnotowano nawet kilkakrotny wzrost udziału najmniejszych bulw w porównaniu z obiektem kontrolnym. Najwięcej bulw odpadowych (< 30 mm) zebrano po zastosowaniu metrybuzyny w odmianie Sonda — 9,5% plonu w roku 2008 i w odmianie Molli — 4,5% w 2006 roku. Wzrost ich liczby wpłynął ujemnie na udział bulw największych w plonie (> 60 mm), szczególnie widoczny w 2005 roku u odmiany Sonda (udział bulw dużych w wariancie z metrybuzyną — 33,4% wagi plonu, a w wariancie kontrolnym — 59,8%). W plonie tych odmian stwierdzono najwięcej bulw o wielkości od 30 do 60 mm we wszystkich latach badań. Ich udział wynosił średnio dla odmiany Molli 56,4%, a dla odmiany Sonda — 56,7% plonu ogólnego.

Odmiany o najniższym stopniu wrażliwości na metrybuzynę, tj. Satina, Lord i Denar, charakteryzowały się najmniejszą ilością bulw drobnych (o średnicy < 30 mm). W przypadku odmiany Lord odnotowano statystycznie istotne różnice w udziale bulw o średnicy od 30 do 60 mm w latach 2007–2008 (największy plon tej frakcji), a w 2006 roku — najmniejszy. W latach o najmniejszym udziale bulw tej wielkości (2005–2006) nastąpiło „przesunięcie” w kierunku zwiększenia udziału bulw największych. Podobne zmiany wystąpiły u odmiany Satina, chociaż różnice w obrębie tej samej frakcji (30–60 mm) dotyczyły lat 2007–2008, w których odnotowano więcej bulw średnich niż w latach 2005–2006. Jednak w latach tych nie odnotowano zwiększenia czy też zmniejszenia udziału bulw o średnicy > 60 mm. Tylko u odmiany Denar nie odnotowano żadnych różnic w strukturze plonu w latach badań oraz w badanych wariantach doświadczalnych.

WNIOSKI

1. Fitotoksyczna reakcja badanych odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny oraz tempo jej zanikania była zróżnicowana i niezależna od grupy wczesności, a także sposobu ich użytkowania.
2. Tempo zanikania objawów fitotoksycznej reakcji trwało od 21 do 35 dni w zależności od stopnia wrażliwości danej odmiany.
3. Badane odmiany uszeregowano w grupach wrażliwości od bardzo wrażliwej i wrażliwej odmiany Sonda i Molli, poprzez średnio i mało wrażliwą odmianę Denar i Lord, do niewrażliwej odmiany Satina.

4. Wraz z nasileniem fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka (zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej) obserwowano zmniejszenie plonu odmian najbardziej wrażliwych na powschodowe stosowanie metrybuzyny.
5. Odmiana bardzo wrażliwa (Sonda) i wrażliwa (Molli) na powschodowe stosowanie metrybuzyny zareagowała mniejszym plonem oraz zwiększoną liczbą bulw o najmniejszym kalibrze < 30 mm (zdrobnienie). Średnie straty plonu tych odmian wynosiły odpowiednio 40,7 i 21,8%.

LITERATURA

- Adamczewski K. 2000. Rozwój metod zwalczania i perspektywy ograniczania chwastów. Prog. Plant Prot. 40 (1): 101 — 112.
- Adamiak J. 1985. Reakcja odmian ziemniaka na herbicyd Lexone w rejonie Olsztyna. Zesz. Nauk. ART Olsztyn. Rol. 41: 113 — 123.
- Al-Khatib K., Libbey C., Kadir S., Boydston R. 1997. Differential varietal response of green pea (*Pisum sativum*) to metribuzin. Weed Tech., 11: 775 — 781.
- Anonim. 2007. Metodyka EPPO PP 1/135 (3). Ocena skuteczności działania środków ochrony roślin. Ocena fitotoksyczności. OEPP/EPPO Biul., 37: 15 s. <http://www.minrol.gov.pl>.
- Anyszka Z., Dobrzański A. 2003. Ochrona marchwi przed chwastami w oparciu o metrybuzynę i pendimetalinę. Prog. Plant Prot., 43 (2): 513 — 516.
- Arsenault W. J., Ivany J. A. 2001. Response of several potato cultivars to metribuzin and diquat. Crop Prot. 20 (7): 547 — 552.
- Boligłowa E., Gień K., Pisulewski P. 2004. Wpływ stosowania herbicydów na plonowanie i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 391 — 397.
- Caseley J. C. 1989. Variations in foliar pesticide performance attributable to humidity, dew and rains effects. Aspect Appl. Biol., 21: 215 — 224.
- Ceglarek F., Zarzecka K., Płaza A. 1992. Reakcja ważniejszych gospodarczo nowych odmian ziemniaka na herbicyd Bladex. Zesz. Nauk. WSR-P Siedlce. Rol., 31: 73 — 82.
- Channappagoudard B. B., Biradar N.R., Bharmagoudard T. D., Koti R. V. 2007. Crop weed competition and chemical control of weeds in potato. Karnataka J. Agric. Sci., 20 (4): 715 — 718.
- Choroszewski P. 1994. Fitotoksyczne działanie herbicydów na rośliny ziemniaka. Ochr. Rośl., 7: 11 — 12.
- Dobrzański A. 1999 Ochrona warzyw przed chwastami. Wyd. II PWRiL, Warszawa: 198 s.
- Eberlien C. V., Guttieri M. J. 1994. Potato (*Solanum tuberosum*) response to simulated drift of imidazolinone herbicides. Weed Sci. 42: 70 — 75.
- Gójski B., Czyż S., Skalski J. 1987. Reakcja 40 odmian ziemniaka na herbicyd Sencor w 1986 r. W: Agrotechnika ziemniaka i wybrane zagadnienia z przechowywania. Sesja Nauk. Jadwisin, 4—5.03.1987. Inst. Ziemn. Bonin:167 — 168.
- Gruczek T. 1980. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na efektywność działania Afalonu w uprawie ziemniaków. Ziemniak 1980: 79 — 112.
- Gruczek T. 2001 a. System pielęgnowania ziemniaka a jakość plonu. Fragm. Agron. 2 (70): 37 — 51.
- Gruczek T. 2001 b. Efektywne sposoby walki z chwastami i ich wpływ na jakość bulw ziemniaka. Biul. IHAR 217: 221 — 231.
- Gruczek T. 2002. Skuteczność zabiegów mechanicznych w systemach pielęgnowania ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 123 — 135.
- Gruczek T. 2004 a. Chemiczne i mechaniczne zwalczanie chwastów w ziemniakach oraz wpływ na jakość plonu. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 44 (2): 715 — 717.
- Gruczek T. 2004 b. Wrażliwość odmian ziemniaka na metrybuzynę. Biul. IHAR 232: 193 — 199.
- Harrison H. F., Dukes P. D. 1996. Sensitivity of four sweet potato clones to metribuzin herbicide. Hort. Sci. 31 (5): 846 — 847.

- Hashim S. 2003. Chemical weed control efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) under agro-climatic conditions of Peshawar, Pakistan. Pakistan J. Weed Sci. Res. 9 (1–2): 105 — 110.
- Hutchinson P. J., Brentbeutler R., Hancock M. D. 2006. Weed control in potato (*Solanum tuberosum*) crop response with low rate of sulfentrazone applied postemergence with metribuzin. Weed Technol., 20 (4): 1023 — 1029.
- Kamasa J. 1992. Ocena wartości konsumpcyjnej odmian ziemniaka. Instrukcja. COBORU Słupia Wielka: 4s.
- Kołodziejczyk M. 1999. Determinacja plonu bulw ziemniaków jadalnych przez elementy składowe plonu oraz cechy morfologiczne roślin. W: Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego — czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość. Konf. Radzików, 23–25.02.1999. IHAR Oddz. Jadwisin: 177 — 180.
- Leistra M. 1980. Transport in solution. In: Hance R. J. Interaction between herbicides and the soil. Acad. Press London: 349.
- Midmore D. J. 1984. Potato (*Solanum* spp.) in the tropics. A soil temperature effects on emergence, plant development and yield. Field-Crops-Research, 8 (4): 255 — 271.
- Mišovic M. M., Brocic Z. A., Momirovic N. M., Šinzar B. C. 1997. Herbicide combination efficacy and potato field in agro-ecological conditions of Dragacevo. Acta Hort. 462: 363 — 368.
- Munzert M., Kees H. 1990. Further results for herbicide tolerance of potato cultivars. Kartoffelbau, 41 (4): 126 — 129.
- Pomykańska A. 1991. Badania nad określeniem progów szkodliwości chwastów w łanie ziemniaka. Rocz. Nauk Rol., Ser. A, 109, (2): 21 — 34.
- Praczyk T. 2002. Diagnostyka Uszkodzeń Herbicydowych Roślin Rolniczych. PWRiL Poznań: 144 s.
- Praczyk T., Skrzypczak G. 2004. Herbicydy. PWRiL Poznań: 274 s.
- Renner K.A. 1998. Weed control in potato with rimsulfuron and metribuzin. Weed Techn. 12 (2): 406 — 409.
- Rola H., Rola J. 2001. Pozytywne i negatywne aspekty stosowania herbicydów w uprawach rolniczych w Polsce w latach 1950–2000. Prog. Plant Prot., 41 (1): 47 — 57.
- Rola H., Gołębiowska H. 2003. Objawy uszkodzeń odmian kukurydzy powodowane przez herbicydy. Prog. Plant Prot., 43 (1): 337 — 344.
- Roztopowicz S. 1992. Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na agrotechnikę ziemniaka. Cz. I. [W:] Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych. Konf. Nauk. ART Olsztyn: 251 — 262.
- Sawicka B. 1993. The response of 44 varieties of potato to metribuzin. Rocz. Nauk Rol., Ser. E, 23, 1–2: 103 — 110.
- Sawicka B., Skalski J. 1996 Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. I. Skuteczność chwastobójcza herbicydu. Rocz. Nauk Rol., Ser. A, 112, 1–2: 169 — 182.
- Urbanowicz J., Erlichowski T., Pawińska M. 1999. Wpływ herbicydów na rośliny ziemniaka. Prog. Plant Prot., 39 (2): 718 — 720.
- Urbanowicz J. 2004. Zastosowanie herbicydu Sencor 70 WG w produkcji ziemniaka wczesnego. Biul. IHAR, 233: 269 — 276.
- Urbanowicz J. 2006. Reakcja odmian ziemniaka na metrybuzynę stosowaną po wschodach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 355 — 361.
- Urbanowicz J. 2009. Reakcja odmian ziemniaka na stosowane herbicydy. Ziemn. Pol. 2: 31 — 34.
- Williams Ch., Riches D. 2001. Tolerance of different potato cultivars to Sencor (metribuzin) in Southern Australia. South Australian Research and Development Institute, <http://www.sardi.sa.gov.au>.
- Zarzecka K. 2000. Zależność plonowania ziemniaka od zachwaszczenia Frag. Agron. 2: 120 — 134.
- Zarzecka K. 2003. Zastosowanie herbicydu Plateen 41,5 WG do zwalczania chwastów w ziemniaku. Prog. Plant Prot. 43 (2): 1061 — 1063.
- Zarzecka K., Gugała M., Gąsiorowska B. 2004. Plonowanie wybranych odmian ziemniaka w warunkach zróżnicowanej ochrony przed chwastami. Biul. IHAR 232: 167 — 176.
- Zarzecka K., Gugała M. 2006. Porównanie różnych sposobów odchwaszczania plantacji ziemniaka. Pam. Puł. 142: 607 — 615.

Zarzecka K., Baranowska A., Gugała M. 2009. Agrotechniczne uwarunkowania skutecznej ochrony ziemniaka przed chwastami. W: Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Konf. nauk.-szkol. Darłówko, 21–22.05.2009. IHAR ZNiOZ Bonin: 132 — 135.

JANUSZ URBANOWICZ

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB

Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie

Fitotoksyczna reakcja pięciu odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny* Część II. Wpływ na wybrane cechy jakości bulw

Phytotoxic reaction of five potato cultivars to metribuzin applied postemergence Part II. The influence on selected quality features of tubers

W latach 2005–2008 w Boninie przeprowadzono doświadczenia polowe w celu określenia reakcji pięciu odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny oraz jej wpływu na wybrane cechy jakości bulw takie jak: ciemnienie mięszu surowego i po ugotowaniu, smakowitość oraz rdzawa plamistość i pustowatość mięszu. Zastosowany powschodowo herbicyd nie powodował istotnego zróżnicowania badanych cech jakościowych bulw.

Słowa kluczowe: ciemnienie mięszu, metrybuzyna, smakowitość, wady mięszu, ziemniak

The phytotoxic effect and influence of metribuzin applied postemergence on such quality tuber features as discoloration of raw and cooked flesh, taste, incidence of rust spot and hollow heart in five potato cultivars were assessed in Bonin in the years 2005–2008. The herbicide applied after plant emergence did not affect significantly the quality features examined.

Key words: discoloration of tuber flesh, faulty tubers, metribuzin, potato, taste

WSTĘP

Podstawowym celem producentów ziemniaka jadalnego jest uzyskanie wysokiego plonu o dobrej jakości (Lutomirska, 1999; Nowacki, 2006). W ostatnich latach obserwuje się wzrost produkcji, a także spożycia przetworów spożywczych z ziemniaka, głównie frytek i chipsów (Zgórska, 2004). Bulwy do przetwórstwa powinny charakteryzować się odpowiednim kształtem, głębokością oczek, zawartością skrobi i suchej masy, małą skłonnością do ciemnienia bulw surowych i po ugotowaniu, a także małą podatnością na rdzawą plamistość mięszu, pustowatość i ciemną plamistość poudarzeniową (Grudzińska i Zgórska 2008). Spośród innych czynników decydujących o przydatności odmian do przetwórstwa należą: miejsce uprawy, klimat, typ i rodzaj gleby, nawożenie, ochrona i

* Badania prowadzono w ramach projektu badawczego numer: NN 310144735, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

warunki przechowywania. Dodatkowo bulwy powinny zawierać jak najmniej substancji antyżywniowych: azotanów, metali ciężkich, glikoalkaloidów oraz pozostałości środków ochrony roślin (Leszczyński, 2000; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2002). Czynniki, które decydują o jakości ziemniaka jadalnego, są jego walory odżywcze i smakowe.

Jedną z ważniejszych cech określających przydatność odmian ziemniaka do bezpośredniego spożycia, jak i do przetwórstwa jest ciemnienie mięszu bulw, pomimo że cecha ta nie wpływa na smak i wartość żywieniową (Sawicka 2000; Sawicka i in., 2005; Grudzińska i Zgórska, 2006 a). Intensywność ciemnienia enzymatycznego uzależniona jest od zawartości związków fenolowych oraz aktywności enzymów katalizujących ich utlenianie (Grudzińska i Zgórska, 2006 b). Jest to cecha odmianowa, a jej intensywność uzależniona jest dodatkowo od czasu trwania reakcji (Sawicka i Diało, 1997; Leszczyński, 2000; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000 a, b; Mozolewski i Wieczorek, 2002). Ciemnienie bulw ugotowanych jest procesem nieenzymatycznym, uzależnionym od genotypu odmiany i warunków siedliska, które wpływają na koncentrację kwasu chlorogenowego, cytrynowego, askorbinowego i żelaza. Związki te decydują o stopniu ciemnego zabarwienia mięszu, który może przybierać barwę od szarej do prawie czarnej. Podczas gotowania powstaje żelazawy, chlorogenowy, kwaśny kompleks, który następnie utlenia się do niebieskawoszarego, złożonego kwasu żelazowo-dichlorogenowego (Friedman, 1997). Podobnie jak ciemnienie enzymatyczne (mięszu surowego) ciemnienie nieenzymatyczne także przebiega nierównomiernie w całej bulwie. Zdaniem Kołpaka i Paprockiego (1988), cechy jakościowe bulw, głównie zawartość skrobi, białka, skłonność do ciemnienia, smak, zapach – ulegają zmianom na skutek zróżnicowanych dawek nawożenia, obsady roślin oraz stosowanych środków ochrony roślin, a w szczególności przeznaczonych do zwalczania chwastów i desykacji.

Dla uzyskania wysokiej jakości bulw nie bez znaczenia jest stosowanie herbicydów, na co zwraca uwagę wielu autorów, podkreślając zarazem niejednoznaczny ich wpływ na cechy jakościowe plonu (Zarzecka, 1998; Zarzecka i Gąsiorowska, 2000; Boligłowa i in., 2004). Z kolei Homouz i wsp. (2005), porównując konwencjonalną i ekologiczną technologię uprawy ziemniaka, nie stwierdzili negatywnego wpływu herbicydów na cechy kulinarne bulw. Pomimo to literatura dotycząca tej problematyki jest skąpa (Zwolińska-Śniatałowa i in., 1989; Woda-Leśniewska, 1993). Nawet prawidłowo zastosowane herbicydy mogą wywierać uboczny wpływ na jakość bulw poprzez wywoływanie zaburzeń w metabolizmie roślin, które z kolei prowadzą do zmian składu chemicznego bulw. Z badań Mazurczyka (1985) wynika, że herbicyd Sencor 70 WG wpływał na obniżenie zawartości kwasu askorbinowego, skrobi i suchej masy, a zwiększał intensywność ciemnienia mięszu ugotowanego w większym stopniu niż surowego. Również odnotował on pogorszenie smaku, które jednak było nieznaczne i nie dyskwalifikowało badanych odmian do konsumpcji. Do podobnych wniosków doszli Sawicka i Diało (1997), którzy obserwowali wzrost ciemnienia nieenzymatycznego po zastosowaniu herbicydu Sencor 70 WG, przy czym jego stosowanie po wschodach roślin powodowało mniejsze ciemnienie w porównaniu z przedwschodowym terminem aplikacji. Z kolei Zarzecka i Gugała (2004 a, b) stwierdzili, że stosowanie herbicydów, w tym preparatu Sencor 70 WG, pogarsza walory smakowe badanych odmian w porównaniu z zabiegami mechanicznymi. Wiele prac

wskazuje na większy wpływ warunków pogodowych oraz genotypu odmian na cechy jakości bulw niż stosowanie herbicydów zgodnie z zaleceniami (Dobrzański, 2001). Bardzo często po zastosowaniu herbicydów obserwuje się wzrost ciemnienia enzymatycznego i nieenzymatycznego miąższu oraz pogorszenie walorów smakowych. Wpływ herbicydów na pogorszenie cech jakościowych bulw ma najczęściej charakter tendencji, a nie istotnego wpływu (Zarzecka i in., 1997).

Celem badań było określenie wpływu powschodowego stosowania metrybuzyny na wybrane cechy jakości bulw, tj.: ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu, smakowitość oraz wady miąższu.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzone w latach 2005–2008 w Boninie, których metodykę opisano w części I pracy, były podstawą do oceny cech jakościowych bulw ziemniaka. Analizę cech jakościowych bulw wykonano na podstawie metodyki opracowanej pod redakcją Roztropowicz (1999).

Wady miąższu rdzawa plamistość miąższu i pustowatość miąższu

Obydwie wady określono na podłużnym przekroju bulwy. Dla każdego wariantu i powtórzenia wybrano po 10 bulw o średnicy powyżej 30 mm. Do bulw z wadą zaliczono każdą bulwę, w której stwierdzono występowanie rdzawej plamistości lub pustowatości. W zestawieniu końcowym podano procentowy udział bulw z określonymi wadami.

Ciemnienie miąższu surowego

W celu określenia tej cechy wybrano po 10 bulw średniej wielkości (30–60 mm) dla każdego obiektu doświadczalnego w 3 powtórzeniach. Bulwy myto i suszono, następnie krojono wzdłuż osi wierzchołek-stolon. Po każdej bulwie nóż wycierano, by nie przenosić soku na kolejne. Połówki układano na białym papierze przeciętą powierzchnią na zewnątrz. Ocenę przeprowadzano po upływie czterech godzin na podstawie 9-stopniowej skali, w której: 1 — oznacza ciemnienie bardzo silne (barwa miąższu czerwono-brunatna lub szarobrunatna), a 9 — barwę niezmienioną.

Ciemnienie miąższu po ugotowaniu

Ocenę wykonano na 10 bulwach z każdego wariantu w 3 powtórzeniach. Obrane bulwy wrzucano do wrzącej nieosolonej wody. Po ugotowaniu układano je na białym papierze. Ocenę wykonano po upływie 24 godzin, posługując się 9-stopniową odwróconą skalą duńską (barwne tablice), w której 9 — oznacza brak ciemnienia, a 1 — ciemnienie najsilniejsze.

Określenie smaku

Smakowitość określono podczas oceny ciemnienia miąższu po ugotowaniu. Posłużono się 9-stopniową skalą, w której 9 oznacza smak wyśmienity, 8 — smak bardzo dobry, 7 — smak zdecydowanie dobry, 6 — smak dość dobry, 5 — smak średnio dobry, z mało wyraźnymi wadami smaku czy zapachu, 4 — smak średni, z wyraźnymi wadami smaku czy zapachu, a 3, 2 i 1 — smak zły, nie nadający się do konsumpcji. Przy ocenie smaku zwracano również uwagę na możliwość wystąpienia nietypowego dla ziemniaków zapachu, który mógłby świadczyć o pozostałościach zastosowanego herbicydu.

Metody opracowania wyników

Analizy statystyczne wykonano podobnie jak w części I pracy, a wyniki procentowe przed analizą wariancji poddano transformacji (według wzoru Blissa).

WYNIKI I DYSKUSJA

Wpływ metrybuzyny na powstawanie wad miąższu

Zdaniem Kłosińskiej-Rycerskiej (1971 a, b), Leszczyńskiego (2002) oraz Chmury i Rojka (2001) o jakości bulw decyduje genotyp konkretnej odmiany oraz oddziaływanie różnych czynników środowiskowych występujących podczas wegetacji. Nie bez znaczenia jest również racjonalne stosowanie środków ochrony roślin (Hak, 1990; Kołpak i Paprocki, 1988; Puła i Skowera, 2004).

Wady, do których między innymi zalicza się rdzawą plamistość miąższu (RPM) i pustowatość miąższu (inaczej BPS — brunatna plamistość serc), powstają na skutek oddziaływania czynników abiotycznych oraz podatności odmian na ich powstawanie. Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykazała zróżnicowanie pomiędzy badanymi odmianami, dlatego też każdą z nich analizowano oddzielnie. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic pomiędzy ocenianymi obiektami doświadczalnymi ani latami badań (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ powschodowego stosowania metrybuzyny na wady miąższu bulw
Influence of metribuzin applied postemergence on faulty tubers

Lata Years	Rdzawa plamistość miąższu Rust spot (%)		Pustowatość miąższu Hollow hearts (%)	
	M	K	M	K
11	2	3	4	5
Denar				
2005	1,2	1,0	1,8	2,0
2006	1,0	1,0	1,7	1,6
2007	1,3	1,2	2,0	1,9
2008	1,5	1,3	2,1	2,0
05-08	1,3	1,1	1,9	1,9
NIR — LSD _{α = 0.05}		r.n.	r.n.	
Lord				
2005	2,2	2,1	1,9	2,0
2006	2,2	2,2	2,0	2,1
2007	2,0	1,9	1,8	1,9
2008	2,2	2,0	2,1	2,0
05-08	2,1	2,0	2,0	2,0
NIR — LSD _{α = 0.05}		r.n.	r.n.	
Molli				
2005	4,1	3,5	2,3	2,1
2006	4,0	3,8	2,2	2,0
2007	3,8	3,5	2,3	2,2
2008	3,6	3,4	2,4	2,2
05-08	3,9	3,6	2,3	2,1
NIR—LSD _{α = 0.05}		r.n.	r.n.	

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5
Satina				
2005	1,5	1,6	1,1	1,0
2006	1,8	1,6	1,2	1,1
2007	1,6	1,5	1,0	1,0
2008	1,7	1,5	1,3	1,2
05-08	1,7	1,6	1,2	1,1
NIR — LSD $\alpha = 0,05$	r.n.		r.n.	
Sonda				
2005	2,7	2,3	4,2	4,0
2006	3,0	2,9	4,1	4,0
2007	3,3	3,1	4,4	4,2
2008	3,4	3,2	4,5	4,3
05-08	3,1	2,9	4,3	4,1
NIR — LSD $\alpha = 0,05$	r.n.		r.n.	

r.n. — Różnice nieistotne; No significant differences

M — Metrybuzyna; Metribuzin

K — Obiekt kontrolny; Untreated

Największy udział bulw z rdzawą plamistością miąższu stwierdzono u odmian Molli i Sonda. Średni udział bulw z objawami rdzawej plamistości miąższu w latach 2005-2008 z poletek traktowanych metrybuzyną wynosił odpowiednio: 3,9 i 3,1%, podczas gdy z poletek kontrolnych — 3,6 i 2,9%. Najmniej bulw z tą wadą odnotowano u odmiany Denar, średnio 1,3% w wariancie z herbicydem i 1,1% w bulwach z obiektu kontrolnego. U wszystkich testowanych odmian obserwowano wzrost udziału tej wady w bulwach pochodzących z poletek traktowanych powschodowo metrybuzyną.

Objawy pustowości miąższu notowano najczęściej w bulwach odmiany Sonda. Poziom tej wady oceniano średnio na 4,3% w bulwach z poletek traktowanych metrybuzyną i 4,1% w bulwach z obiektu kontrolnego, natomiast w bulwach odmiany Molli odpowiednio na 2,3 i 2,1%. U pozostałych odmian udział bulw z tą wadą nie przekroczył 2,0% w ocenianych wariantach doświadczalnych.

Średnio w latach 2005–2008 więcej bulw z wadami miąższu stwierdzano na obiektach herbicydowych niż na kontrolnych. Różnice między ocenianymi wariantami nie przekraczały 0,3%, w zależności od odmiany. Wyjątkiem była odmiana Molli, u której w roku 2005 różnica ta wynosiła 0,6%.

Wpływ metrybuzyny na ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu

Podobnie jak w przypadku wad miąższu, nie stwierdzono istotnego wpływu powschodowego stosowania metrybuzyny oraz lat badań na wybrane cechy jakości bulw (ciemnienie miąższu surowego i gotowanego oraz smak). Zaburzenia w prawidłowym przebiegu procesu fotosyntezy, na skutek stosowania herbicydów triazynowych (metrybuzyna), zdaniem Dvoraka i Remesovej (1999), Leszczyńskiego i wsp. (1981), oraz Lisińskiej (1981), mogą wpływać na zmiany cech jakościowych bulw. Z kolei Mazurczyk (1985) oraz Laaniste i wsp. (1999) podają, że stosowanie metrybuzyny powoduje wzrost ciemnienia miąższu surowego i gotowanego. Niewielkie zróżnicowanie w ocenie tych cech, nie potwierdzone statystycznie, miało jedynie charakter tendencji, na korzyść wariantu kontrolnego (tab. 2). Wszystkie odmiany charakteryzowano również oddzielnie

ze względu na różny poziom determinacji genetycznej tych cech. Badaniom poddano także odmianę Sonda, która nie jest odmianą jadalną. Zróżnicowanie w intensywności ciemnienia stwierdzono pomiędzy odmianami, co może być potwierdzeniem, że cechy jakościowe bulw determinowane są głównie przez uwarunkowania genetyczne odmian. Różnice w ocenie ciemnienia miąższu surowego wynosiły dla odmian od 0,1 do 0,2 punktu w skali 9-stopniowej, na korzyść wariantu kontrolnego. Wyjątek stanowiła odmiana Satina, u której różnica ta w 2007 roku wyniosła 0,3 punktu.

Tabela 2

Wpływ metribuzyny na wybrane cechy jakościowe bulw (w skali 9-stopniowej)
Influence of metribuzin on selected quality features of tubers (in 9 degree scale)

Lata Years	Ciemnienie miąższu bulw Discoloration of tuber flesh				Smak Taste	
	surowego (po 4 godz.) raw (after 4 hours)		gotowanego (po 24 godz.) after cooking (after 24 hours)			
	M	K	M	K	M	K
Denar						
2005	8,3	8,4	8,1	8,4	7,5	7,5
2006	8,4	8,4	8,2	8,4	7,0	7,0
2007	8,2	8,3	8,2	8,1	7,0	7,0
2008	8,2	8,4	8,2	8,5	7,5	7,5
05-08	8,3	8,4	8,2	8,4	7,3	7,3
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n.		r.n.	
Lord						
2005	8,0	8,1	8,1	8,4	7,0	7,0
2006	8,0	8,1	8,0	8,3	7,0	7,0
2007	7,9	8,0	8,0	8,2	7,0	7,0
2008	8,0	8,1	8,2	8,5	7,0	7,0
05-08	8,0	8,1	8,1	8,3	7,0	7,0
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n.		r.n.	
Molli						
2005	7,3	7,4	8,2	8,4	7,2	7,2
2006	7,4	7,5	7,9	8,2	7,0	7,0
2007	7,5	7,7	7,9	8,1	7,0	7,0
2008	7,4	7,5	8,1	8,4	7,1	7,1
05-08	7,4	7,5	8,0	8,3	7,1	7,1
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n.		r.n.	
Satina						
2005	8,4	8,5	8,1	8,3	8,0	8,0
2006	8,2	8,4	8,0	8,2	7,6	7,6
2007	8,3	8,6	7,8	8,0	7,8	7,6
2008	8,2	8,4	8,0	8,3	8,0	8,0
05-08	8,3	8,5	7,9	8,2	7,9	7,8
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n.		r.n.	
Sonda						
2005	7,3	7,4	6,9	7,2	6,5	6,5
2006	7,1	7,2	6,8	7,0	6,0	6,0
2007	7,1	7,3	6,7	7,0	6,0	6,0
2008	7,2	7,4	7,0	7,2	6,3	6,3
05-08	7,2	7,3	6,8	7,1	6,2	6,2
NIR — $LSD_{\alpha=0,05}$		r.n.	r.n		r.n.	

Objaśnienia jak pod tab. 1; Explanations as for Table 1

Ciemnienie miąższu gotowanego również wykazywało tendencję do jego zwiększenia na wariancie, na którym stosowano metrybuzynę, podobnie jak w przypadku ciemnienia miąższu surowego (tab. 2). Różnice dla poszczególnych odmian wynosiły średnio: 0,2 punktu dla — Denara i Lorda, a 0,3 punktu dla — Molli, Satiny i Sondy. Wcześniejsze badania także wskazują na wzrost intensywności ciemnienia miąższu na skutek powschodowego stosowania metrybuzyny (Bolińska i wsp. 2004). Przedwschodowe jej stosowanie jednak bardziej intensyfikowało ciemnienie niż powschodowe (Sawicka i Działo, 1997), przy czym zaobserwowano większe ciemnienie miąższu gotowanego niż surowego.

Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono także negatywnego wpływu metrybuzyny na smak bulw. Smakowitość bulw nie różniła się istotnie ani w latach badań, ani między wariantami doświadczalnymi (tab. 2). Najgorszą smakowitością charakteryzowała się odmiana Sonda, która jest odmianą skrobiową, uzyskała ocenę 6,2. Odmianę Satina uznano za odmianę o najlepszym smaku, spośród biorących udział w badaniach, ze średnią notą wynoszącą 7,9 punktu, z wariantu herbicydowego (o 0,1 punktu wyższa nota w porównaniu z obiektem kontrolnym). Odmiany Denar, Lord i Molli uzyskały odpowiednio: 7,3 punktu, 7,0 i 7,1. Według niektórych badań stosowana w ochronie plantacji ziemniaka metrybuzyna pogarsza walory smakowe bulw (Zarzecka i Gugała, 2004 b, c; Bolińska i in., 2004). W próbach smakowych nie odnotowano także tzw. „obcego” zapachu czy też smaku, które mogłyby świadczyć o pozostałości metrybuzyny w bulwach. Ziemniak zawiera niewielkie ilości lipidów, w których zdaniem Leszczyńskiego (2002) następuje rozpuszczanie substancji aktywnych środków ochrony roślin. Tak niska ich zawartość powoduje, że w bulwach nie kumulują się pozostałości, większość z nich, około 90%, kumulowanych jest w skórce. W badaniach Galeeva i Mekheeva (2000) nad pozostałościami metrybuzyny w bulwach ziemniaka nie stwierdzono nawet śladowych jej ilości. Herbicyd Sencor 70 WG ma 42-dniowy okres karencji, więc czas od zabiegu do zbioru, a także do rozłożenia metrybuzyny, był wystarczający.

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono negatywnego wpływu powschodowego stosowania metrybuzyny na powstawanie wad miąższu — pustowatości i rdzawej plamistości w bulwach badanych odmian ziemniaka.
2. Nie odnotowano istotnego wpływu metrybuzyny aplikowanej po wschodach roślin ziemniaka na pogorszenie cech jakościowych bulw: ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu oraz smakowitości.
3. Badane cechy jakościowe we wszystkich latach badań i dla wszystkich odmian miały jedynie charakter tendencji do ich pogorszenia na wariancie z zastosowaniem herbicydu Sencor 70 WG w dawce 0,5 kg·ha⁻¹.

LITERATURA

Bolińska E., Gleń K., Pisulewski P. 2004. Wpływ stosowania herbicydów na plonowanie i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 391 — 397.

- Chmura K., Rojek S. 2001. Wpływ przebiegu pogody, nawadniania i nawożenia azotem na plonowanie ziemniaków uprawianych w rejonie Wrocławia. *Frag. Agron.* 1 (69): 76 — 91.
- Dobrzański A. 2001. Wpływ metod ochrony przed chwastami na jakość i wartość odżywczą warzyw. *Biul. Nauk.* 12: 111 — 116.
- Dvorak J., Remesova I. 1999. Sensitivity of potatoes to post-emergence application of metribuzin and bentazon. *Rost. Vyr.* 45 (11): 477 — 486.
- Friedman M. 1997. Chemistry, biochemistry and dietary role of potato polyphenols. A review. *J. Agric. Food Chem.* 45: 1523 — 1540.
- Galeev R.R., Mekheev V.V. 2000. Herbicides on potatoes. *Zashch. Karan. Rastanii* 3: 26.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2006 a. Ciemnienie enzymatyczne miazgi bulw ziemniaka w zależności od odmiany. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 579 — 584.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2006 b. Intensywność ciemnienia enzymatycznego a zawartość związków fenolowych w różnych częściach bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 585 — 591.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2008. Ziemniak – surowcem dla przetwórstwa spożywczego. *Ziemniak – Nowe perspektywy*. Wyd. II Agro Serwis: 112 s.
- Hak P.S. 1990. Niedrige Lagertemperatur für Chipskartoffeln. *Kartoffelbau* 41: 388 — 390.
- Homouz K., Lachman J., Dvořák P., Pivec V. 2005. The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality. *Plant Soil Environ.* 51 (9): 397 — 402.
- Kłosińska-Rycerska B. 1971 a. Chemiczne odchwaszczanie plantacji ziemniaków a jakość otrzymywanego plonu. Cz. I. Wpływ herbicydów systemicznych na niektóre składniki bulwy. *Ziemniak* 1 (71): 187 — 205.
- Kłosińska-Rycerska B. 1971 b. Chemiczne odchwaszczanie plantacji ziemniaków a jakość otrzymywanego plonu. Cz. II. Wpływ herbicydów systemicznych na cechy organoleptyczne bulw ziemniaków odmiany Epoka. *Ziemniak* 1 (71): 207 — 218.
- Kołpak R., Paprocki S. 1988. Badania nad dostosowaniem technologii uprawy do kierunku użytkowania ziemniaków. Cz. II. Wpływ technologii uprawy na skład chemiczny i wartość spożywczą. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 107, (2): 93 — 107.
- Laaniste P., Joudu J., Lohmus A., Jeremejev V. 1999. Mechanical and chemical weed control influence to the potato weeding, yield and quality. *Estonian Agric. Univ. Agron.* 203: 106 — 110.
- Leszczyński W., Lisińska G., Sobkowicz L. 1981. Wpływ stosowania kilku herbicydów triazynowych w uprawie ziemniaka na skład chemiczny i cechy jakościowe bulw. *Zesz. Nauk AR Wrocław* 136: 45 — 61.
- Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność, Nauka – Technologia – Jakość*. AR Kraków 7, Supl. 4 (25): 5 — 27.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 47 — 64.
- Lisińska G. 1981. Wpływ różnych czynników na skład chemiczny bulw ziemniaka i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Rozpr. habilit. AR Wrocław* 31: 1 — 52.
- Lutomirska B. 1999. Zmienność wybranych cech jakości bulw odmian jadalnych i przydatnych dla przemysłu spożywczego. W: *Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość*. Konf. Radzików, 23-25.02.1999. IHAR Oddz. Jadwisin: 15 — 17.
- Mazurek W. 1985. Wpływ herbicydów na jakość bulw ziemniaka. W: *Wpływ herbicydów na jakość plonów*. Kraj. Symp. Wrocław, 6-7.11.1985. IUNG Puławy: 179 — 183.
- Mozolewski W., Wieczorek J. 2002. Wpływ nawożenia ziemniaka azotem na ciemnienie enzymatyczne i nieenzymatyczne bulw po zbiorze i w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484: 393 — 400.
- Nowacki W. 2006. Udział plonu handlowego w plonie ogólnym jadalnych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 429 — 439.
- Puła J., Skowera B. 2004. Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Mila uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. *Acta Agroph.* 3 (2): 359 — 366.
- Roztropowicz S. (red.). 1999. *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. Pr. zbior. IHAR Oddz. Jadwisin: 50 s.

- Sawicka B., Dialo A. S. 1997. Ciemnienie miąższu bulw surowych ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Biul. IHAR, 203: 187 — 197.
- Sawicka B. 2000. Wpływ technologii produkcji na jakość bulw ziemniaka. Pam. Puł. 120: 391 — 401.
- Sawicka B., Barbaś P., Kawalec A. 2005. Zachwaszczenie łąnu ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. Pam. Puł., 139: 211 — 223.
- Woda-Leśniewska M. 1993. Zmiany biochemiczne w roślinie ziemniaka pod wpływem karbofuranu (Furadan) i metribuzinu (Sencor). Prace Nauk. IOR, XXXV, 1/2: 80 — 84.
- Zarzecka K., Gąsiorowska B., Ceglarek F. 1997. Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. Prog. Plant Prot. 37 (2): 167 — 169.
- Zarzecka K. 1998. Badania nad stosowaniem zabiegów pielęgnacyjnych na plantacjach ziemniaka. Cz. II. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonu ziemniaka. Roczn. Nauk Rol., Ser. A, 113, 1 — 2: 179 — 186.
- Zarzecka K., Gąsiorowska B. 2000. Efekty zwalczania chwastów w uprawie ziemniaka i ich wpływ na wybrane cechy jakości bulw. Biul. IHAR 213: 201 — 210.
- Zarzecka K., Gugala M. 2004 a. Kształtowanie się zachwaszczenia odmian ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji. Biul. IHAR 232: 177 — 184.
- Zarzecka K., Gugala M. 2004 b. Wpływ sposobów pielęgnacji ziemniaka na cechy kulinarne bulw. Ann. UMCS, Sec. E, Agric. 59 (3): 1481 — 1488.
- Zarzecka K., Gugala M. 2004 c. Wpływ herbicydu Plateen 41,5 WG na wartość konsumpcyjną bulw ziemniaka. Ann. UMCS Lublin, Sec. E, Agric. 59 (3): 1489 — 1495.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000 a. Czynniki wpływające na ciemną plamistość pouszkodzeniową bulw ziemniaka. Biul. IHAR 213: 253 — 260.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000 b. Wpływ terminu zbioru i warunków przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. W: Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. I Konf. Nauk. Polanica Zdrój, 8-11.05.2000. AR Wrocław: 161.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002. Normy i wymagania jakościowe ziemniaków jadalnych oraz do przetwórstwa spożywczego. W: Produkcja i rynek ziemniaków jadalnych. Pr. zbior. pod red. J. Chotkowskiego. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 183 — 192.
- Zgórska K. 2004. Wymagania jakościowe wobec odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego. Ziemn. Pol. 4: 26 — 28.
- Zwolińska-Śniatałowa Z., Woda-Leśniewska M., Bilka W. 1989. Study of some biochemical aspects of the action of herbicide Sencor (metribuzin) on potato plant. *Solanum tuberosum*. Prace Nauk. IOR, XXXI, 2: 67 — 72.

JAROSŁAW PRZETAKIEWICZInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie
Zakład Fitopatologii, Pracownia Organizmów Kwarantannowych

Odporność polskich odmian ziemniaka na występujące w kraju wirulentne patotypy 2(Ch1) i 3(M1) grzyba *Synchytrium* *endobioticum* (Schilb.) Per.

Resistance of Polish cultivars of potato to virulent pathotypes of *Synchytrium* *endobioticum* (Schilb.) Per.: 2(Ch1) and 3(M1)

Od roku 2008 w Pracowni Organizmów Kwarantannowych oceniana była odporność na wirulentne patotypy *S. endobioticum* 2(Ch1) i 3(M1) 69 polskich odmian ziemniaka. Dziesięć z nich: Ikar, Wist, Cekin, Adam, Ibis, Bzura, Gandawa, Kuba, Zagłoba i Ślęza było odpornych na patotyp 2(Ch1): a jedenaście: Ikar, Wist, Cekin, Adam, Ibis, Bzura, Gandawa, Kuba, Zagłoba, Ślęza i Rudawa uznano za odporne na patotyp 3(M1). Kolejne 7 odmian: Harpun, Neptun, Pasja, Sonda, Hinga, Miłek i Ruta oceniono jako słabo podatne na obydwie testowane patotypy. Odmiana Rudawa wykazała słabą podatność tylko na patotyp 2(Ch1) była natomiast odporna na patotyp 3(M1). Za odmiany odporne na dany patotyp grzyba uznano tylko takie, które wykazały pełną odporność zarówno w warunkach laboratoryjnych jak i w testach doniczkowych. Odmiany, które charakteryzowały się słabą lub krańcową podatnością w testach laboratoryjnych były dyskwalifikowane. Każda z odmian, która została ostatecznie uznana za odporną była oceniana w ciągu 2–3 lat w co najmniej 3 niezależnych doświadczeniach.

Słowa kluczowe: metoda Glynne-Lemmerzahla, odporność odmian, *Synchytrium endobioticum*, patotypy, rak ziemniaka, ziemniak, *Solanum tuberosum*

The resistance of 69 Polish cultivars of potato to virulent pathotypes of *S. endobioticum* 2(Ch1) and 3(M1) has been evaluated since 2008 at the Laboratory of Quarantine Organisms. Ten of them: Ikar, Wist, Cekin, Adam, Ibis, Bzura, Gandawa, Kuba, Zagłoba and Ślęza were found to be resistant to pathotype 2(Ch1). The same cultivars as well as cv. Rudawa appeared to be resistant to pathotype 3(M1). Another 7 cultivars: Harpun, Neptun, Pasja, Sonda, Hinga, Miłek and Ruta have been assessed as weakly susceptible to both pathotypes, whereas cv. Rudawa was found to be weakly susceptible to the 2(Ch1) but resistant to the 3(M1). The group of resistant cultivars included only those which have been classified as resistant both in laboratory and in pot tests. The cultivars assessed as weakly or extremely susceptible under laboratory conditions have been declassified. All the resistant cultivars were tested using the Glynne-Lemmerzahl method in at least 3 independent replications during a period of 2 or 3 years.

Key words: Glynn-Lemmerzahl method, cultivar resistance, *Synchytrium endobioticum*, pathotypes, potato wart disease, potato, *Solanum tuberosum*

WSTĘP

W związku z występowaniem na terytorium Polski lokalnych wirulentnych patotypów *Synchytrium endobioticum* istnieje potrzeba oceny odporności polskich odmian ziemniaka na te patotypy. Należą do nich patotyp 2(Ch1) wykryty w Chromowie w 1961 roku i 3(M1) wykryty w Mieroszowie w 1965 roku (Malec, 1974; 1981; Malinowska i Butrymowicz, 2007). Pomimo kilkudziesięciu lat kwarantanny, patotypy te nadal występują lokalnie na południu kraju, gdzie znajdują się ich żywe przetrwalniki, a nawet objawy raka ziemniaka na roślinach żywicielskich. Wynika to głównie z braku dostępności odmian o wysokiej odporności na te patotypy i w konsekwencji uprawy odmian podatnych. Odporność wszystkich zarejestrowanych w Polsce odmian ziemniaka na patotyp 1(D1) jest w tym wypadku bez znaczenia, ponieważ większość z nich odznacza się krańcową podatnością na patotypy inne niż 1(D1), określane jako wirulentne. Selekcja odmian odpornych na patotyp 2(Ch1) i 3(M1) powinna mieć większe znaczenie dla polskiej hodowli i być brana pod uwagę przy rejestracji nowych odmian jako ważna cecha. Długowieczność zarodni przetrwalnikowych grzyba wymusza nakładanie 20-letniej kwarantanny na ogniska, gdzie wykryto objawy raka ziemniaka (Malec, 1979). Dodatkowo nasilające się powodzie na terenach podgórskich, gdzie występują ogniska tych patotypów stwarza poważne ryzyko rozprzestrzenienia się ich wraz z wodą i wypłukaną glebą na inne niżżej położone tereny, gdzie patotypy te nie występowały wcześniej.

W ramach projektu na rzecz Postępu Biologicznego w Produkcji Roślinnej, w zadaniu pt.: „Opracowanie metod wyróżniania form ziemniaka łączących różne sposoby użytkowania z odpornością na ważne gospodarczo patogeny ziemniaka” finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Departament Hodowli i Ochrony Roślin realizowane jest zadanie mające na celu ocenę odporności polskich odmian ziemniaka na wirulentne patotypy *S. endobioticum* występujące na terenie Polski. Od 2008 roku oceniono 69 polskich odmian ziemniaka pod względem odporności na patotyp 2(Ch1) i 3(M1) *S. endobioticum*. Niniejsza praca przedstawia tylko te odmiany ziemniaka, których badania zostały zakończone. Oznacza to, że w przypadku odmian, które zakwalifikowano wstępnie do odpornych w pierwszym roku badań laboratoryjnych, konieczne jest przeprowadzenie weryfikacji ich odporności w kolejnych niezależnych testach (Przetakiewicz, 2008 a, 2009).

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny

W doświadczeniach wykorzystano 34 odmiany ziemniaka z Pomorsko-Mazurskiej Hodowli Ziemniaka Sp. z o.o. z siedzibą w Strzekącinie: Harpun, Ikar, Inwestor, Neptun, Pokusa, Bryza, Syrena, Tajfun, Owacja, Cykada, Umiak, Rumpel, Monsun, Pasat, Pokusa, Wist, Głada, Żagiel, Ursus, Pasja, Sonda, Hinga, Czapla, Salto, Irys, Irga, Cekin, Adam, Zebra, Zeus, Tara, Kolia, Ibis, Cyprian oraz 35 odmian ziemniaka z Hodowli Ziemniaka

Zamarte Sp. z o.o.: Aruba, Benek, Bzura, Elanda, Eugenia, Finezja, Flaming, Gandawa, Justa, Kuba, Medea, Miłek, Niagara, Oman, Sekwana, Zagłoba, Ruta, Orlik, Aster, Drop, Bard, Lord, Denar, Bila, Cedron, Gracja, Korona, Bartek, Rudawa, Jasia, Skawa, Ślęza, Tetyda, Elanda, Etola. Do testów były używane całe podkiełkowane bulwy poszczególnych odmian ziemniaka.

Zastosowaną w doświadczeniach metodę Glynne-Lemmerzahla wykonano zgodnie z oryginalnymi pracami Glynne (1925), Lemmerzahl (1930) i Noble & Glynne (1970) oraz modyfikacjami wprowadzonymi przez Malca (Malec, 1972 i 1980; Malec & Lubiewska 1979), a także autorów Protokołu Diagnostycznego PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004). Stopień porażenia kielków (pędów) określano według pięciostopniowej skali zgodnie z Protokołem Diagnostycznym EPPO PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004). Nową skalę oceny wprowadzono do użytku w Polsce od 2009 roku (Przetakiewicz, 2009): **1** — krańcowo odporne, **2** — odporne, **3** — słabo odporne, **4** — słabo podatne i **5** — krańcowo podatne.

Cykl badań laboratoryjnych

W pierwszym roku badań przeprowadzano wstępną ocenę na 5–10 bulwach każdej odmiany. W przypadku, gdy odmiana reagowała krańcową podatnością nie była testowana w kolejnych sezonach. W przypadku, gdy odmiana reagowała w stopniu 1, 2 lub 3, wtedy klasyfikowano ją do potencjalnie odpornych i testowano w kolejnych sezonach. Odmiany uznane za odporne były oceniane w trzech niezależnych testach w okresie 2–3 lat. Łączna suma ocenianych bulw była wyższa niż w przypadku oceny na patotyp 1(D1) i wynosiła, co najmniej 45 bulw na 1 odmianę.

Po trzykrotnym przetestowaniu odmian uznanych za odporne na patotypy 2(Ch1) lub 3(M1) przeprowadzono ocenę doniczkową (Przetakiewicz, 2008 a) w obecności zarodni przetrwalnikowych. Ocena ta była wykonywana w okresie zimowym w szklarni.

Inokulum

Patotyp 2(Ch1) otrzymano w postaci kompostu zawierającego zarodnie przetrwalnikowe z Pracowni Chorób i Szkodników Kwarantannowych Ziemniaka, Oddział IHAR w Bydgoszczy.

Patotyp 3(M1) otrzymano w postaci gleby zawierającej zarodnie przetrwalnikowe z miejscowości Mieroszów (z pierwotnego ogniska, w którym wykryto patotyp raka w 1965 roku) z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa we Wrocławiu.

Po uzyskaniu inokulum w postaci świeżych narośli rakowych zawierających zarodnie letnie grzyba, przeprowadzono identyfikację patotypów zgodnie z publikacją Malca (1981), gdzie odmianą różnicującą była Asche Sämling. Do testów laboratoryjnych użyto 6-tygodniowych narośli rakowych. Do testów doniczkowych użyto zarodni przetrwalnikowych w ilości 625 przetrwalników na 1 g ziemi.

WYNIKI I DYSKUSJA

Testy laboratoryjne

Wykryte w latach sześćdziesiątych 2 wirulentne patotypy *S. endobioticum* (Malec, 1981) zostały oznaczone jako: 2(Ch1) i 3(M1). Ze względu na to, że ciągle występują ich żywe przetrwalniki w glebie konieczne jest utrzymywanie w kolekcji odmian ziemniaka

takich, które odznaczają się dostateczną odpornością na te patotypy. Z 69 przebadanych dotychczas polskich 51 odmian Inwestor, Pokusa, Bryza, Syrena, Tajfun, Owacja, Cykada, Umiak, Rumpel, Monsun, Pasat, Pokusa, Głada, Żagiel, Ursus, Czapla, Salto, Irys, Irga, Zebra, Zeus, Tara, Kolia, Cyprian, Aruba, Benek, Elanda, Eugenia, Finezja, Flaming, Justa, Medea, Niagara, Oman, Sekwana, Orlik, Aster, Drop, Bard, Lord, Denar, Bila, Cedron, Gracja, Korona, Bartek, Jasia, Skawa, Tetyda, Elanda, Etola odznaczała się krańcową podatnością na testowane patotypy. Taka reakcja jest całkowicie normalna, ponieważ wszystkie polskie odmiany ziemniaka są obligatoryjnie poddane selekcji tylko pod względem odporności na patotyp 1(D1) *S. endobioticum*. Pomimo braku lub ograniczonej selekcji pod względem odporności ziemniaka na wirulentne patotypy *S. endobioticum*, wyróżniono 11 odmian, które w testach laboratoryjnych wykazywały dostateczną odporność na patotyp 2(Ch1) (10 odmian, tab. 1) i patotyp 3(M1) (11 odmian, tab. 2). Uznanie tych odmian za odporne jest ściśle związane z obowiązującymi przepisami prawa unijnego i polskiego tj.: Dyrektywa 69/464/EWG z dnia 8 grudnia 1969 r. w sprawie zwalczania raka ziemniaka (*Synchytrium endobioticum*) (Dz.Urz. WEL 323, 24.12.1969) oraz Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2004 r. (Dz.U. nr 183, poz. 1891) w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się *Synchytrium endobioticum*. Oznacza to, że za odmiany odporne na określony patotyp można uznać takie, które wykazują wysoki stopień odporność bez ryzyka wtórnych infekcji patogena (ocena odporności od 1 do 3).

Tabela 1

Ocena odporności polskich odmian ziemniaka na patotyp 2 (Ch1) grzyba *S. endobioticum*, wykonana metodą Glynne-Lemmerzahla
Assessment of resistance of Polish cultivars to pathotype 2(Ch1) of *S. endobioticum* using Glynne-Lemmerzahl method

Odmiana Cultivar	Liczba testowanych bulw Number of tested tubers	Liczba podatnych bulw Number of susceptible tubers	Ocena laboratoryjna Laboratory assessment				
			odporne resistant			podatne susceptible	
			1	2	3	4	5
Ikar	63	0	49	14			
Wist	57	0	40	9	8		
Cekin	45	0	11	2	32		
Adam	45	0	19	9	17		
Ibis	53	0	34	14	5		
Bzura	68	0	23	35	10		
Gandawa	50	0	30	7	13		
Kuba	72	0	46	19	7		
Zagłoba	50	0	11	16	23		
Ślęza	45	0	11	20	14		
Rudawa	45	16	13	6	10	13	3
Producent*	45	45					45
Karolin**	45	0		20	25		
Razem Total	683	61	287	171	164	13	48

* Kontrola podatna; Susceptible control

** Kontrola odporna ; Resistant control

Reakcja na porażenie patogenem w warunkach laboratoryjnych w stopniu 1, 2 i 3 kwalifikuje wymienione odmiany w tabeli 1 i 2 do odpornych na testowane patotypy *S. endobioticum*. W przypadku oceny odporności na patotyp 2(Ch1) wszystkie odmiany oceniono maksymalnie w stopniu 3 (tab. 1). Jedynie w przypadku oceny na patotyp 3(M1) znaleziono takie, które odznaczały się krańcową odpornością (odm. Ikar — st. 1) lub takie, które oceniono jako odporne (Adam, Kuba i Zagłoba — st. 1 i 2). Pozostałe odmiany reagowały maksymalnie w stopniu 3 na patotyp 3(M1) (tab. 2).

Tabela 2

Ocena odporności polskich odmian ziemniaka na patotyp 3 (M1) grzyba *S. endobioticum*, wykonana metodą Glynne-Lemmerzahla
Assessment of resistance of Polish cultivars to pathotype 3(M1) of *S. endobioticum* using Glynne-Lemmerzahl method

Odmiana Cultivar	Liczba testowanych bulw Number of tested tubers	Liczba podatnych bulw Number of susceptible tubers	Ocena laboratoryjna Laboratory assessment				
			odporne resistant			podatne susceptible	
			1	2	3	4	5
Ikar	49	0	49				
Wist	65	0	27	22	16		
Cekin	45	0	15	10	20		
Adam	45	0	31	14			
Ibis	45	0	30	8	7		
Bzura	61	0	38	20	3		
Gandawa	47	0	36	7	4		
Kuba	68	0	54	14			
Zagłoba	101	0	60	41			
Ślęza	52	0	24	17	11		
Rudawa	56	0	6	23	27		
Producent*	45	45					45
Karolin**	45	0	45				
Razem Total	724	45	415	176	88	0	45

* Kontrola podatna; Susceptible control

** Kontrola odporna; Resistant control

Odmian Rudawa wykazywała odporność w stopniu 3 tylko na patotyp 3(M1), natomiast w przypadku oceny stopnia porażenia patotypem 2(Ch1) reakcja była znacznie silniejsza i część kielków zakwalifikowana została w stopniu 4, a nawet w 5. Taka ocena dyskwalifikuje tę odmianę jako odporną na patotyp 2(Ch1). Odmiany takie określa się jako odporne, lecz o niskim stopniu odporności (Malec, 1963), ponieważ przy niskiej presji patogena wykazują pewien poziom odporności (Przetakiewicz, 2008 b).

Wśród wszystkich testowanych odmian zidentyfikowano 8 (tab. 3), które odznaczały się niskim poziomem odporności na patotyp 2(Ch1) i 3(M1). Takie odmiany należy uznać za wysoce niewskazane do uprawy w miejscach występowania aktywnych ognisk wirulentnych patotypów ze względu na ryzyko kreacji nowych form patogena o podwyższonej wirulencji (Malec, 1974).

Tabela 3

Wykaz polskich odmian ziemniaka charakteryzujących się niskim stopniem odporności na wirulentne patotypy 2(Ch1) i 3(M1) *S. endobioticum* w testach laboratoryjnych wykonanych metodą Glynne-Lemmerzahla

Polish cultivars of potato expressing low level of resistance to virulent pathotypes of *S. endobioticum* 2(Ch1) and 3(M1) in Glynne-Lemmerzahl tests

Odmiana Cultivar	Patotypy <i>S. endobioticum</i> Pathotypes of <i>S. endobioticum</i>	
	2(Ch1)	3(M1)
Harpun	1,2,3,4,5	1,2,3,4
Neptun	1,2,3,4	Nie badano / Not tested
Pasja	1,2,3,4,5	1,2,3,4
Sonda	1,2,3,4,5	1,2,3,4
Hinga	5	1,2,3,4
Milek	1,2,3,4	Nie badano / Not tested
Ruta	2,3,4	1,2,3,4
Cykada*	5	5
Karolin**	2,3	1

* - Kontrola podatna; Susceptible control

** - Kontrola odporna; Resistant control

Testy doniczkowe

W tabeli 4 przedstawiono wyniki oceny odporności 11 wyróżnionych odmian ziemniaka na patotyp 2(Ch1) i 3(M1). Przeprowadzone badania doniczkowe wymienionych w tabeli 4 odmian nie wykazały oznak porażenia w postaci narośli rakowych. Należy zwrócić uwagę na fakt, że odmiana Rudawa nie uległa porażeniu, przez patotyp 2(Ch1) w testach doniczkowych, pomimo tego że w testach laboratoryjnych została zdyskwalifikowana względem tego patotypu.

Tabela 4

Ocena odporności polskich odmian ziemniaka na wirulentne patotypy 2(Ch1) i 3(M1) *S. endobioticum* w testach doniczkowych
Resistant assessment of Polish potato cultivars to virulent pathotypes of *S. endobioticum* 2(Ch1) and 3(M1) in pot tests

Odmiana Cultivar	Patotypy <i>S. endobioticum</i> Pathotypes of <i>S. endobioticum</i>	
	2(Ch1)	3(M1)
Ikar		
Wist		
Cekin		
Adam		
Ibis		
Bzura	Brak narośli rakowych — No warts	Brak narośli rakowych — No warts
Gandawa		
Kuba		
Zagłoba		
Ślęza		
Rudawa		
Deodara*	Narośla rakowe — Warts	Narośla rakowe — Warts
Karolin**	Brak narośli rakowych — No warts	Brak narośli rakowych — No warts

* - Kontrola podatna; Susceptible control

** - Kontrola odporna; Resistant control

Zgodnie z otrzymanymi wynikami stwierdzono, że w/w odmiany wykazały wymaganą odporność laboratoryjną i polową spełniając tym samym kryteria paragrafu 15 ust. 1 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2004 r. w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. Nr 183, poz. 1891, z późn. Zm¹.).

Dla oceny odporności odmian ziemniaka na *S. endobioticum* kluczowe znaczenie mają testy laboratoryjne, ponieważ tylko w takich warunkach jest możliwe uzyskanie silnej presji patogena względem gospodarza. Zgodnie z polskim prawem jest to jednak niewystarczające do uznania odmian za odporne. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 października 2005 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 207 poz. 1737), za odporną uznaje się „odmianę, która w badaniach przeprowadzonych zgodnie ze standardami w zakresie środków fitosanitarnych wydawanymi przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin reaguje w każdych warunkach na porażenie czynnikiem patogenicznym w taki sposób, że nie istnieje możliwość wtórnego porażenia, wykazując pełną odporność laboratoryjną i polową na określone patotypy grzyba *Synchytrium endobioticum*”. Jest to konieczne z tego względu, że wiele odmian słabo podatnych [np. odm. Rudawa/patotyp 2(Ch1)], przy niskiej presji patogena wykazuje zazwyczaj odporność w warunkach polowych. Niebezpieczeństwo dopuszczenia takich odmian do uprawy na polach zasiedlonych przez odpowiednie patotypy stwarza ryzyko kreacji nowych patotypów o podwyższonej wirulencji względem oryginalnego patotypu (Malec, 1974). W przeszłości znaleziono jednak taką odmianę (Blanik), która ulegała porażeniu rakiem ziemniaka [patotyp 2(Ch1) i 3(M1)] tylko w warunkach polowych, natomiast nigdy nie porażała się w testach laboratoryjnych, pomimo inokulacji setek bulw (Malec, 1981). Wynik ten był podstawą decyzji, aby wszystkie odmiany odporne w warunkach laboratoryjnych były również poddawane weryfikacji w warunkach polowych (obecnie badania doniczkowe) (Malec, 1972, 1980; Malec i Lubiewska, 1979).

WNIOSKI

1. Pomimo braku selekcji polskich odmian ziemniaka pod względem odporności na wirulentne patotypy 2(Ch1) i 3(M1) znaleziono takie, które odznaczają się pełną odpornością na wymienione wyżej patotypy zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i polowych (doniczkowych).
2. Większość odpornych odmian na wirulentne patotypy 2(Ch1) i 3(M1) należy do odmian skrobiowych, jedynie dwie odmiany (Cekin i Zagłoba) należą do odmian jadalnych.

LITERATURA

- Dyrektywa Rady nr 69/464/EEC z dnia 8 grudnia 1969 roku w sprawie zwalczania raka ziemniaka (Dz. Urz. WEL 323, 24.12.1969).
- Glynne M.D. 1925. Infection experiments with wart disease of potato *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Annals of Applied Biology* 12: 34 — 60.
- Lemmerz J. 1930. Neues vereinfachtes Infektionsverfahren zur Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit. *Züchter* 2: 799 — 297.
- Malec K. 1963. Zmiany wirulencji grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. w zależności od stopnia wrażliwości odmian ziemniaków i od terminów zakażenia. *Hod. Rośl. Aklim.* 7: 25 — 54.
- Malec K. 1972. Zmiany w metodyce badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 10: 5 — 10.
- Malec K. 1974. Z badań nad powstawaniem nowych, bardziej wirulentnych biotypów grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Biul. Inst. Ziemn.* 14: 131 — 135.
- Malec K. 1979. Żywotność przetrwalnikowych zarodni grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. w glebie w naturalnych warunkach. *Biul. Inst. Ziemn.* 23: 87 — 95.
- Malec K. 1980. Metodyka badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka stosowana w Samodzielnej Pracowni Badania Odporności na Choroby i Szkodniki Kwarantannowe Instytutu Ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 25: 125 — 139.
- Malec K. 1981. Biotypy grzyba *S. endobioticum* (Schilb.) Perc. w Polsce. Z prac Instytutu Ziemniaka, Bonin 1981: 1 — 38.
- Malec K., Lubiewska E. 1979. Zmiany w metodyce badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 23: 79 — 85.
- Malinowska E., Butrymowicz J. 2007. Patotypy *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. występujące na terenie Polski. *Biul. IHAR* 243: 205 — 217.
- Noble M., Glynne M. D. 1970. Wart disease of potatoes. *FAO Plant Protection Bulletin* 18: 125 — 135.
- OEPP/EPPO. 2004. EPPO Standards PM 7/28 *Synchytrium endobioticum*. *EPPO Bulletin* 34: 155 — 157.
- Przetakiewicz J. 2008 a. Assessment of the resistance of potato cultivars to *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Poland. *Bulletin EPPO/OPPE* 38: 211 — 215.
- Przetakiewicz J. 2008 b. Porównanie dwóch metod oceny stopnia porażenia kielków ziemniaka patotypem 1(D1) grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Biul. IHAR* 248: 67 — 76.
- Przetakiewicz J. 2009. Propozycja zmian w polskiej skali oceny odporności odmian ziemniaka na raka ziemniaka zgodnie z Protokołem Diagnostycznym EPPO PM 7/28. *Biul. IHAR* 254: 169 — 177.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 października 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 207, poz. 1737).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2004 r. w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 183, poz. 1891).

ZBIGNIEW CZERKO

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie

Oddział w Jadwisinie, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

Wpływ wybranych czynników na intensywność kiełkowania ziemniaków podczas przechowywania

The effects of some factors upon the rate of potato tuber sprouting during storage

Celem doświadczenia było określenie terminów rozpoczęcia i intensywności kiełkowania ziemniaków przechowywanych w temperaturach 3°C, 5°C i 8°C oraz poszukiwanie wpływu czynników pogodowych w okresie wegetacji na termin rozpoczęcia kiełkowania. Straty w wyniku kiełkowania zależały od temperatury przechowywania i odmiany. Ziemniaki przechowywane w temperaturze 8°C zależnie od odmiany rozpoczynały kiełkowanie od 2 dekady grudnia (Roxana, Niagara) do 2 dekady lutego (Fribona). Po okresie przechowywania długość kiełków u badanych odmian wynosiła od 23 mm (Marlen) do 93 mm (Niagara). Temperatura przechowywania 5°C spowodowała opóźnienie terminu kiełkowania średnio o 4 dekady w stosunku do przechowywania bulw w temperaturze 8°C. Przechowywanie ziemniaków w 3°C opóźniło rozpoczęcie kiełkowania średnio o 3 miesiące w stosunku do przechowywania w temperaturze 8°C. Warunki wegetacji miały wpływ na termin rozpoczęcia kiełkowania ziemniaków podczas przechowywania

Słowa kluczowe: choroby, kiełki, przechowywanie, straty, ubytki naturalne, ziemniak

The aim of the experiment was to determine the beginning and rate of sprouting of potato tubers stored at 3°C, 5°C and 8°C. Moreover, the effects of main weather factors during the vegetation period on the date of beginning of tuber sprouting were assessed. Losses in mass of tubers caused by tuber sprouting depended on the temperature during storage and potato cultivar. Tubers stored at 8°C started sprouting in the period between 2nd decade of December (cvs Roxana and Niagara) and 2nd decade of February. A length of sprouts produced by tubers during storage depended on the cultivar and ranged from 23 mm (Marlen) to 93 mm (Niagara). The tubers stored at 5°C and 3°C, compared to those stored at 8°C, started sprouting approximately 4 wks and 12 wks later, respectively. The influence of weather conditions during the vegetation of potatoes on the beginning of tuber sprouting during storage was observed.

Key word: diseases, natural losses, potato, sprouting, storage

WSTĘP

Przydatność ziemniaków do długotrwałego przechowywania związana jest z właściwościami genetycznymi odmiany, które mogą ulegać modyfikacjom pod wpływem

warunków uprawy, zbioru i przechowywania (Sowa-Niedziałkowska, 2000 i 2004 a). W przechowalnictwie bardzo cenione są odmiany, które charakteryzują się jak najdłuższym okresem uśpienia bulw i mało intensywnym wzrostem kielków.

Straty w wyniku kiełkowania zależą głównie od odmiany i temperatury przechowywania. W wyższej temperaturze przechowywania kiełkowanie następuje szybciej i jest intensywniejsze. Natomiast przechowywanie w niskich temperaturach wydłuża okres uśpienia oraz ogranicza intensywność wzrostu kielków (Sowa-Niedziałkowska, 2004 b; Czerko, 2008). Ponadto niskie temperatury przechowywania obniżają ubytki naturalne oraz ograniczają rozwój większości chorób przechowalniczych. Jednak przechowywanie ziemniaków w niskiej temperaturze sprzyja gromadzeniu cukrów i pogarsza jakość kulinarną bulw jadalnych (słodki posmak po ugotowaniu). Dla utrzymania dobrej jakości ziemniaków jadalnych, jak również przeznaczonych na inne kierunki użytkowania wymagana jest wyższa temperatura przez cały czas przechowywania. Dlatego też ziemniaki jadalne, jak również przeznaczone na inne kierunki użytkowania (np. przetwórstwo spożywcze), celem utrzymania dobrej jakości, wymagają wyższych temperatur przez cały czas przechowywania. Zalecana temperatura przechowywania dla ziemniaków jadalnych wynosi 5°C i dla ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego 8°C. Zdaniem wielu autorów, wybór optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków uzależniony jest od: tempa fizjologicznego starzenia się bulw, długości okresu spoczynku oraz plonowania roślin w warunkach polowych (Rykaczewska, 1993; Reust i in., 2001). Dla większości odmian zalecana temperatura dla przechowywania sadzeniaków wynosi 3°C, jednak występują odmiany które ze względu na długi okres spoczynku mogą być przechowywane w 5°C. Na wielkość strat w wyniku kiełkowania mają wpływ także warunki wegetacji, tj. przebieg temperatury powietrza i rozkład opadów (Sowa-Niedziałkowska, 2002 a).

Celem doświadczenia było określenie terminów rozpoczęcia intensywności kiełkowania ziemniaków przechowywanych w temperaturach 3°C, 5°C i 8°C oraz poszukiwanie wpływu czynników pogodowych w okresie wegetacji na termin rozpoczęcia kiełkowania podczas przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 12 odmian ziemniaka które rozmnażano na polu doświadczalnym w IHAR — PIB Oddział Jadwisin w latach 2006–2009. Celem zapewnienia takich samych warunków uprawy i rozwoju roślin wysadzano materiał kwalifikowany w stopniu CA lub CB. Przedplonem na ziemniaki była pszenica ozima. Pod ziemniaki stosowano nawożenie organiczne w postaci przeoranej gorczycy w ilości około 30 ton świeżej masy na 1 ha. Stosowano następujące nawożenie mineralne: N — 80 kg·ha⁻¹, P — 66,4 kg·ha⁻¹, K — 52,4 kg·ha⁻¹. W okresie od sadzenia do wschodów prowadzono 2–3 krotne mechaniczne zwalczanie chwastów. Przed wschodami chwasty zwalczano herbicydem Afalon Dysp. 450 SC (2 kg·ha⁻¹) a w momencie pojawienia się wschodów chwastnicy i perzu zastosowano Titus 25 WG+Trend 90 EC (0,05 kg·ha⁻¹+0,1%). Stonka ziemniaczana zwalczana była w stadium L₂ insektycydem Actara 25 WG (0,08 kg·ha⁻¹), pokolenie jesienne preparatem

ProAgro 100 SL ($0,2 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$). W zależności od warunków pogodowych w okresie wegetacji wykonywano 3–5 zabiegów przeciwko zarazie ziemniaka, wykorzystując do 2 pierwszych zabiegów preparaty systemiczne. Ostatni zabieg wykonano preparatem Altima 500 SC ($0,25 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$) skutecznym również do ochrony bulw przed zarazą ziemniaka. Dodatkowo przeprowadzono 2-krotnie selekcję negatywną usuwając rośliny i bulwy porażone chorobami (czarna nóżka, silne objawy porażeniem wirusami i rizoktoniozą), kiedy rośliny osiągnęły 20 cm wysokości i powtórzono po 3 tygodniach. W końcowym okresie wegetacji nać zniszczono rozbijaczem łęcin, a po upływie 2–3 tygodni przeprowadzono zbiór kombajnem w dniach 20–25 września.

Badania prowadzono przez 3 sezony przechowalnicze w następujących warunkach:

- w okresie przygotowawczym przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę na poziomie 15°C , przy wilgotności względnej powietrza około 90%,
- w ciągu następnych dwóch tygodni temperaturę stopniowo obniżano, zachowując taką samą wilgotność,
- w długotrwałym składowaniu, trwającym 5 miesięcy, próby ($2 \times 10 \text{ kg}$) umieszczano w komorach przechowalni w których utrzymywano temperaturę 3°C , 5°C i 8°C , przy wilgotności względnej powietrza 90–95%,
- po 6 miesiącach przechowywania oceniono straty przechowalnicze (ubytki naturalne, choroby, kielki),
- Początek kiełkowania i intensywność wzrostu kielków oceniano na bulwach przechowywanych w skrzynkach umieszczonych w komorach z temperaturą 3°C , 5°C i 8°C . Ocenę wykonywano co 10 dni a za początek kiełkowania przyjęto termin, w którym 75% bulw miało rozbudzone kielki ($>3 \text{ mm}$).

Oceniając wpływ warunków wegetacji na termin rozpoczęcia kiełkowania podczas przechowywania analizowano terminy rozpoczęcia kiełkowania kilkudziesięciu odmian (tab. 6) w 5 sezonach 2004–2008 w zależności od przebiegu temperatury, opadów i współczynnika Sielianinova. Obliczono współczynniki korelacji między badanymi parametrami. Wyniki badań opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji i współczynnika korelacji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Kiełkowanie jako straty przechowalnicze

Straty w wyniku kiełkowania zależały od temperatury przechowywania i odmiany (tab. 1). W niskiej temperaturze przechowywania 3°C (zalecanej dla sadzeniaków) średnie straty dla 12 odmian wyniosły poniżej 0,1%. Najwyższe straty w tej temperaturze miały odmiany Marlen i Elanda. Ziemniaki przechowywane w 5°C miały straty w wyniku kiełkowania nieznacznie wyższe i średnio wynosiły 0,1%. Największe straty w tej temperaturze przechowywania wystąpiły u odmiany Niagara i wynosiły 0,3%. Przechowywanie ziemniaków w temperaturze 8°C (zalecanej dla przetwórstwa) spowodowało intensywne kiełkowanie i średnie straty w postaci masy kielków dla 9 odmian wyniosły 0,7%. Udział strat w wyniku kiełkowania w całkowitych stratach wynosił 5,0%. W niższych temperaturach przechowywania (3°C i 5°C) udział strat w wyniku kiełkowania był mały i

wynosił odpowiednio 0,1% i 0,9%. Największe straty wystąpiły u odmian Agnes i Oman. Najkorzystniejsze w przechowywaniu są odmiany, które mogą być przechowywane w dużym zakresie temperatur bez istotnego pogorszenia ich jakości i strat. W przechowalni w której utrzymywana jest najwyższa zalecana temperatura 8°C koszt wentylacji jest najniższy (Czerko, 1993). Odmianą nadającą się do przechowywania w wyższej temperaturze jest Fribona.

Tabela 1

Straty ziemniaków (%) po przechowywaniu w różnych temperaturach w latach (2006–2009)
Loss in mass of potato tubers (%) after storage at different temperatures (2006–2009)

Odmiana Cultivar	Temperatury przechowywania — Storage temperatures								
	8°C			5°C			3°C		
	ubytki naturalne natural losses	choroby diseases	kiełki sprouts	ubytki naturalne natural losses	choroby diseases	kiełki sprouts	ubytki naturalne natural losses	choroby diseases	kiełki sprouts
Roksana	13,4	6,1	1,0	9,2	6,3	0	8,7	6,6	0
Niagara	8,0	7,3	0,7	4,6	3,9	0,3	6,0	4,3	0
Medea	8,0	1,7	0,7	11,3	6,1	0,1	6,2	3,7	0,02
Elanda	6,9	2,0	0,8	4,8	4,7	0,1	6,5	1,0	0,03
Wist	-	-	-	4,4	0,2	0,1	4,3	0	0
Jelly	14,3	6,4	0,3	11,3	4,6	0	11,0	7,2	0
Marlen	14,2	11,2	0,5	13,8	7,3	0,1	7,7	3,9	0,03
Investor	-	-	-	10,5	4,3	0,1	6,2	0,8	0,01
Oman	4,8	3,1	1,2	3,2	0,1	0	3,4	1,3	0
Adam	-	-	-	5,5	0,9	0,1	5,9	0,7	0
Agnes	4,3	1,5	1,2	4,9	0,4	0,1	3,7	0,8	0,01
Fribona	4,0	2,5	0,2	5,2	0,6	0	4,2	2,1	0
Średnio Mean	8,7	4,6	0,7	7,5	3,3	0,1	6,2	2,7	0,01
Udział (%) Share (%)	62,1	32,9	5,0	68,8	30,3	0,9	69,6	30,3	0,1

(-) Nie przechowywano w 8°C; Not stored at 8°C

Początek kiełkowania i długość kiełków w różnych latach badań

Podobnie jak masa kiełków początek kiełkowania ziemniaków zależał od temperatury przechowywania i od odmiany (tab. 2).

Ziemniaki przechowywane w temperaturze 8°C zależnie od odmiany rozpoczynały kiełkowanie od 2 dekady grudnia (Roksana, Niagara) do 2 dekady lutego (Fribona). Po okresie przechowywania długość kiełków u badanych odmian wynosiła od 23 mm (Marlen) do 93 mm (Niagara).

Temperatura przechowywania 5°C zalecana dla ziemniaków jadalnych spowodowała opóźnienie terminu kiełkowania średnio o 4 dekady w stosunku do bulw przechowywanych w temperaturze 8°C. Bulwy odmiany Fribona przechowywane przez 6 miesięcy w temperaturze 5°C miały tylko rozbudzone kiełki, natomiast odmiany Roksana i Niagara miały kiełki o długości odpowiednio 22 i 20 mm.

Przechowywanie ziemniaków w 3°C opóźniło rozpoczęcie kiełkowania średnio o 3 miesiące w stosunku do przechowywania w temperaturze 8°C. Zalecana temperatura przechowywania sadzeniaków zależy od odmiany. Na podstawie wieloletnich badań

określono spadek plonu ziemniaków po przechowywaniu sadzeniaków w różnych temperaturach (Sowa-Niedziałkowska, 2002 b).

Tabela 2

Początek kielkowania i długość kielków po przechowywaniu (3 dekada marca) w temperaturach w 3°, 5° i 8°C
Beginning of sprouting and length of sprouts after storage (3rd decade of March) at temperatures 3°, 5° and 8°C

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania — Storage temperatures					
	3°C		5°C		8°C	
	początek kielkowania beginning of sprouting	długość kielków length of sprouts	początek kielkowania beginning of sprouting	długość kielków length of sprouts	początek kielkowania beginning of sprouting	długość kielków length of sprouts
Marlen	3.IV	3	1.III	7	1.I	23
Jelly	2.IV	3	1.III	5	2.I	24
Fribona	2.V	3	1.V	3	2.II	29
Medea	3.III	6	2.II	10	1.I	30
Adam	3.IV	3	1.III	5	2.I	35
Agnes	2.III	4	3.II	9	2.I	37
Elanda	1.III	6	1.II	15	3.XII	38
Inwestor	3.III	3	3.II	5	2.I	40
Oman	3.III	3	3.II	7	2.I	45
Wist	3.III	3	1.II	10	3.XII	68
Roxana	3.III	3	3.XII	22	2.XII	68
Niagara	2.IV	3	2.I	20	2.XII	93
Średnio Mean	1.IV	3,6	3.II	9,8	1.I	44,2

Tabela 3

Terminy rozpoczęcia kielkowania badanych odmian ziemniaka w 3 sezonach przechowywalniczych (2006/07, 2007/08, 2008/09) w temperaturze przechowywania 8°C
Dates of beginning of potato sprouting in 3 seasons (2006/07, 2007/08, 2008/09) at storage temperature 8°C

Odmiana Cultivar	Miesiąc/dekada — Month/decade																	
	X			XI			XII			I			II			III		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Roksana						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Niagara						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Medea								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elanda								x	x	x	x	x	x					
Wist								x	x	x	x							
Jelly									x	x	x	x	x	x	x	x		
Marlen									x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Inwestor									x	x	x	x	x	x	x			
Oman									x	x	x	x	x					
Adam										x	x	x	x					
Agnes											x	x	x					
Fribona													x					

Wyodrębniono 3 grupy zachowań badanych odmian charakteryzujących się: spadkiem plonu w wyższej temperaturze przechowywania, tolerancją na temperaturę do 6°C i tolerancją na temperaturę przechowywania do 10°C. Biorąc pod uwagę, oprócz plonu,

czynniki przechowalnicze, takie jak: ubytki naturalne, porażenie chorobami, wyrastanie kielków, przygotowanie sadzeniaków do podkielkowania, zalecana temperatura przechowywania powinna wynosić średnio 3°C (2–4°C). Większość odmian w tym doświadczeniu przechowywanych w temperaturze 3°C pod koniec marca miała bulwy rozbudzone, których kielki nie przekraczały 3 mm. Tylko odmiany Medea i Elanda pod koniec marca wykształciły kielki o długości 6 mm.

W tabeli 3 przedstawiono zakres zmian terminu rozpoczęcia kielkowania badanych odmian w trzech latach (2006–2009) podczas przechowywania w temperaturze 8°C. U odmiany Roxana początek kielkowania zmieniał się od 3 dekady listopada do 3 dekady marca. Ta różnica w terminie rozpoczęcia kielkowania wynosiła 130 dni. Najbardziej stabilny początek kielkowania miała odmiana Fribona, która rozpoczynała kielkowanie w 2 dekadzie lutego w każdym roku badań.

Tempo przyrostu kielków podczas przechowywania

Charakteryzując odmiany zaobserwowano, że tempo przyrostu kielków u poszczególnych odmian przebiegło różnie. W tabeli 4 przedstawiono podział badanych odmian na 3 grupy pod względem średniego tempa przyrostu długości kielków. Najniższe tempo przyrostu kielków poniżej 5 mm/dekadę zaobserwowano u odmian: Marlen — 2,9; Jelly — 3,4; Medea — 3,8; Elanda — 4,2; Adam — 5,0; Inwestor — 5,0 mm/dekadę. Natomiast bardzo intensywnym kielkowaniem charakteryzowała się Niagara — 9,3 mm/dekadę.

Odmiany charakteryzowały się także różną intensywnością przyrostu kielków w okresie przechowywania. Niektóre odmiany jak Marlen, Agnes miały równomierny przyrost kielkowania w całym okresie. Natomiast odmiany Roksana i Wist, miały intensywny przyrost kielków dopiero od 2 dekady marca (tab. 5).

Tabela 4

Tempo przyrostu kielków podczas przechowywania w temperaturze 8°C
Rate of sprout growth during storage at 8°C

Długość kielków (mm/dekadę) Length of sprouts (mm/decade)	Odmiany — długość kielków (mm/dekadę) Cultivars — length of sprouts (mm/decade)
<5,0	Marlen — 2,9; Jelly — 3,4; Medea — 3,8; Elanda — 4,2; Adam — 5,0; Inwestor — 5,0
5,1-8,0	Fribona — 7,3; Wist — 7,6; Agnes — 5,3; Oman — 6,4; Roxana — 6,8
> 8,0	Niagara — 9,3

Tabela 5

Przyrost kielków (mm) w czasie przechowywania w temperaturach 3°C, 5°C i 8°C (średnie 2006–2009)
Increase in sprout length (mm) during storage at temperature 3°C, 5°C and 8°C (mean for 2006–2009)

Odmiana Cultivar	Temp. (°C)	Grudzień December			Styczeń January			Luty February			Marzec March		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Marlen	3												-
	5										+	5	7
	8				+	5	7	10	13	15	17	20	23
Jelly	3												-
	5										+	4	5
	8					+	4	6	7	10	14	18	24

c.d. Tabela 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fribona	3												-
	5												-
	8								+	5	12	20	29
Medea	3										+	5	6
	5								+	4	5	7	10
	8				+	5	6	9	12	15	20	23	30
Adam	3												-
	5										+	4	5
	8					+	4	7	12	17	22	27	35
Agnes	3											+	4
	5									+	4	7	9
	8					+	4	7	11	17	23	29	37
Elanda	3										+	4	6
	5							+	4	5	7	11	15
	8			+	5	7	10	15	18	21	26	32	38
Inwestor	3											+	+
	5								+	+	4	4	5
	8				+	4	7	10	15	19	24	29	40
Oman	3												+
	5									+	4	5	7
	8					+	5	8	14	19	25	32	45
Wist	3												+
	5							+	4	6	7	9	10
	8			+	4	7	12	16	23	32	43	54	68
Roxana	3												+
	5			+	4	6	7	10	12	14	16	19	22
	8		+	4	7	13	19	24	31	37	44	50	68
Niagara	3												-
	5					+	5	8	11	13	15	18	20
	8		+	5	8	12	18	24	38	50	65	78	93

Wpływ warunków wegetacji na terminy rozpoczęcia kiełkowania

W niniejszej pracy przedstawiono obserwację terminu rozpoczęcia kiełkowania co najmniej 25 odmian w 5 sezonach (2004–2008) (tab. 6). Przeprowadzono analizę korelacji podstawowych czynników w okresie wegetacji (temperatura, opady i współczynnik Sielianinova) z terminem rozpoczęcia kiełkowania ziemniaków przechowywanych w temperaturze 8°C. Dane przedstawiono w tabeli 7. Analiza przebiegu temperatury w okresie wegetacji nie wykazała dużej zależności z terminem rozpoczęcia kiełkowania. Największy wpływ na termin rozpoczęcia kiełkowania miały opady w lipcu i sierpniu. Widoczne to jest na podstawie współczynnika korelacji między terminem rozpoczęcia kiełkowania i opadami oraz między terminem rozpoczęcia kiełkowania a wartością współczynnika Sielianinova. Większe opady, a także wyższa wartość współczynnika Sielianinova jakie wystąpiły w badanych latach w sierpniu spowodowały wydłużenie okresu spoczynku. Natomiast większe opady i wyższy współczynnik Sielianinova w lipcu spowodowały skrócenie okresu spoczynku. W literaturze spotyka się opinię, że w warunkach wyższej temperatury i mniejszych opadów następuje skrócenie okresu spoczynku (Zarzyńska, 2004). Jednak szczegółowe badania Ittersuma (1993) wskazują, że nawet w okresach gdy średnia temperatura jest stała następuje duże zróżnicowanie długości

okresu spoczynku. Przy wyższych temperaturach wystąpiło skrócenie okresu spoczynku, ale zanotowano także wydłużenie tego okresu. Duży wpływ na termin rozpoczęcia kiełkowania ma zakres wahań temperatury minimalnej i maksymalnej.

Tabela 6

Średnie terminy rozpoczęcia kiełkowania odmian ziemniaka w latach 2004–2009
Average terms of beginning of sprouting in potato cultivars in the years 2004–2009

Lata Years	Odmiany Cultivars	Początek kiełkowania — numer dekady* Beginning of sprouting — no. of decade*
2004	Rosalind, Delikat, Gracja, Innowator, Karatop, Korona, Vitara, Augusta, Felka Bona, Krasa, Kuklik, Nora, Velox Zeus, Żagiel, Andromeda, Asterix, Redstar, Romula, Victoria, Bartek, Clarissa, Pirol, Monsun, Neptun, Umiak, Dorota, Pasat, Rudawa, Śleza, Syrena	10,9
2005	Delikat, Gracja, Innowator, Karatop, Korona, Vitara, Augusta, Kuklik, Nora, Velox Andromeda, Asterix, Redstar, Romula, Victoria, Clarissa, Pirol, Cekin, Czapla, Tajfun, Raja, Dorota, Pasat, Rudawa, Śleza, Gandawa, Ursus	8,4
2006	Augusta, Kuklik, Nora, Velox, Felka Bona, Krasa, Oman Bartek, Clarissa, Pirol, Monsun, Cekin, Tajfun, Raja, Agnes, Adam, Fribona, Marlen, Roxana Syrena, Śleza, Gandawa, Jelly, Inwestor, Niagara, Medea	13,5
2007	Milek, Oman, Bellarosa, Ewelina, Owacja Cekin, Tajfun, Raja, Agnes, Adam, Fribona, Marlen, Roxana, Benek, Meridian, Gandawa, Ursus, Jelly, Niagara, Inwestor, Wist, Medea	11,0
2008	Flaming, Justa, Milek, Oman, Bellarosa, Ewelina, Owacja, Aruba, Cyprian, Tucan Agnes, Adam, Marlen, Roxana, Benek, Meridian, Elanda, Finecja, Zuzanna, Jelly, Inwestor, Wist, Medea, Kuras, Sekwana, Zagłoba	8,6

* Okres obliczeniowy: 18 dekad, od października do marca; Calculating period: 18 decades, in the period October — March

Tabela 7

Wpływ warunków pogodowych w okresie wegetacji na początek kiełkowania podczas przechowywania w temperaturze 8°C — współczynnik korelacji
Influence of weather conditions in vegetation period on the date of beginning of sprouting during storage at 8°C — correlation coefficient

Lata Years	Temperatura powietrza Air temperature			Opady deszczu Precipitation			Współczynnik Sielanianova Sielianinov's coefficient			Początek kiełkowania — numer dekady* Beginning of sprouting — no. of decade*
	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX	
2004	16,8	18,4	16,2	69,3	37,0	13,2	1,32	0,66	0,27	10,9
2005	19,6	16,2	14,9	67,4	12,3	25,3	1,10	0,24	0,56	8,4
2006	22,0	17,0	14,8	9,2	156,1	11,3	0,13	2,98	0,25	13,5
2007	17,6	17,8	10,8	54,1	74,3	103,7	0,99	1,34	3,20	11,0
2008	18,1	17,6	11,6	68,8	80,9	48,8	1,22	1,48	1,40	8,6
Współczynnik korelacji Correlation coefficient	0,46	0,22	0,22	-0,86	0,76	-0,16	-0,78	0,76	-0,12	

* Okres obliczeniowy: 18 dekad, od października do marca; Calculating period: 18 decades, in the period October — March

WNIOSKI

1. Najmniejsze straty u większości odmian stwierdzono po przechowywaniu bulw w temperaturze 3°C.
2. Badane odmiany były bardzo zróżnicowane pod względem terminu rozpoczęcia kiełkowania i intensywności kiełkowania.
3. Przechowywanie sadzeniaków w temperaturze 3°C nie powodowało wzrostu kiełków do końca marca.
4. Większość badanych odmian przechowywanych w temperaturze 5°C (jadalne) nie wykazywała nadmiernego kiełkowania do końca marca.
5. Wcześniejszy termin rozpoczęcia kiełkowania był najściślej skorelowany z współczynnikiem Sielianinova. Wyższe wartości współczynnika Sielianinova w lipcu i niższe w sierpniu przyczyniły się do przyspieszenia kiełkowania.

LITERATURA

- Czerko Z. 1993. Zmiany energochłonności utrzymania mikroklimatu w przechowalni w zależności od wymagań technologicznych odmian. *Biul. Inst. Ziem.*, 43: 137 — 146.
- Czerko Z. 2008. Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziemniaka. *Ziem. Pol.*, 3: 24 — 28.
- Ittersum van M. K. 1992. Dormancy and growth vigour of seed potatoes. Doctoral thesis. Wageningen Agricultural University: 187 pp.
- Rastovski A., Buitelaar N., Van Es A., De Haan P. H., Hartmans K. J., Meijers C. P., Van der Schild J. H. W., Sijbring P. H., Sparenberg H., Van Zwol B. H., Van der Zaag D. E. 1981. Storage of potatoes. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen: 262 pp.
- Reust W., Winiger F. A., Hebeisen T., Dutoit J. P. 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. *Potato Res.*, 44: 11 — 17.
- Rykaczewska K. 1993. Znaczenie wieku fizjologicznego sadzeniaków w rozwoju i plonowaniu ziemniaka. W: Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej. *Mat. Konf. Nauk. SGGW. Warszawa*: 260 — 266.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. *Biul. IHAR* 213: 225 — 232.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002 a. Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 489: 355 — 363.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002 b. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 223/224: 361 — 368.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004 a. Wpływ odmiany ziemniaka i warunków przechowywania bulw na długość okresu uśpienia i intensywność kiełkowania. *Biul. IHAR* 232: 23 — 36.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004 b. Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania. Część I. Okres uśpienia i intensywność wzrostu kiełków. *Biul. IHAR* 233: 219 — 236.
- Zarzyńska K. 2004. Długość okresu spoczynku bulw odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 232: 5 — 14.

ZBIGNIEW CZERKOInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie
Oddz. Jadwisin, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

Możliwość wykorzystania warunków atmosferycznych do wentylacji naturalnej w przechowalniach ziemniaków

The possibility of using the atmosphere conditions for natural ventilation in potato storage houses

W latach 1998–2003 na podstawie danych z punktu meteorologicznego w Jadwisinie k/Warszawy oceniano parametry wiatru. Codziennie w okresie długotrwałego przechowywania (listopad-marzec) bulw ziemniaków rejestrowano ilość godzin występowania wiatru z prędkością większą niż 2 m/s i większą niż 4 m/s z kierunków zachodnich (południowo-zachodni do północno-zachodniego) i wschodnich (północno-wschodni do południowo-wschodniego) przy temperaturze powietrza atmosferycznego niższej niż 3°C. Temperatura powietrza atmosferycznego niższa niż 3°C jest optymalna do wentylacji w przechowalni ziemniaków jadalnych wymagającej temperatury 5°C. W przechowalni wyposażonej w system wentylacji mieszanej wykorzystywane jest także powietrze o temperaturze ujemnej. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zastosowanie wentylacji naturalnej do utrzymania odpowiedniej temperatury do przechowywania ziemniaków jadalnych może zaoszczędzić do około 70% czasu wymaganego do wentylacji w długotrwałym okresie przechowywania oraz, że w przechowalni ziemniaków wyposażonej w naturalny system wentylacji z wykorzystaniem wiatru, najefektywniejsze jest umieszczenie otworów wentylacyjnych po stronie zachodniej i wschodniej.

Słowa kluczowe: klimat, temperatura przechowywania, wentylacja naturalna, ziemniak

Wind conditions in the years 1998–2003 were assessed based on the data obtained from the meteorological station in Jadwisin near Warsaw. Number of hours when south west to north west and north east to south east winds exceeding 2 m/s and 4 m/s at atmospheric air temperature below 3°C was registered every day during long-term (November to March) storage of potato tubers. The temperature of atmospheric air below 3°C is optimal for ventilation of storage house for table potatoes. In the storage buildings equipped with a mixed ventilation system the air temperature below 0°C can be used. The following conclusions can be drawn from the study: 1. The use of natural ventilation to ensure the proper temperature during storage of table potatoes (5°C) can save up to 70% of the time needed for ventilation in the long storage season. 2. In a storage house with a natural ventilation system using wind, the most effective location for air vent is that on the west and east sides of the building.

Key words: climate, natural ventilation, potato, temperature of storage

WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce produkcja ziemniaków ustabilizowała się na poziomie 10–11 mln ton, z tego do przechowywania trafia około 6,5 mln ton. W nowoczesnych obiektach przechowuje się około 650 tys. ton ziemniaków. Należy liczyć się z tym, iż rozwój nowoczesnego przechowalnictwa będzie postępował eliminując tradycyjne kopce i piwnice. Jednak nowoczesna przechowalnia nie zapewni wysokiej jakości ziemniaków jeżeli nie będzie odpowiednio eksploatowana. Jednym z najważniejszych elementów w przechowalni z punktu widzenia jakości ziemniaków jest właściwa eksploatacja systemu wentylacji, której zadaniem jest utrzymanie odpowiednich warunków termiczno-wilgotnościowych w całym okresie przechowywania. Praca systemu wentylacji wymaga znacznych nakładów energii elektrycznej. Koszt energii zużytej na wentylację w przechowalni paletowej stanowi 50–52% całkowitych kosztów przechowywania (Czerko, 2002 a i 2003), ale możliwe jest zaoszczędzenie przez stosowanie racjonalnej technologii przechowywania, a także przez wykorzystanie wentylacji naturalnej. Do utrzymania wymaganej temperatury w przechowalniach służą 2 główne systemy wentylacji: przepływowy do składowania ziemniaków luzem oraz opływowy do składowania w paletach skrzyniowych.

Wentylację naturalną łatwiej jest zastosować w przechowalni o składowaniu w paletach, gdyż przepływ powietrza między paletami charakteryzuje się małymi oporami i może być osiągnięty, wykorzystując efekt aeracji i grawitacji, bez stosowania wentylacji mechanicznej. W przechowalni o składowaniu luzem ze względu na wysokie przyzmy (3–5 m) i przez to duże opory przepływu powietrza przez złożę ziemniaków, nie jest możliwe zastosowanie wentylacji naturalnej. Wentylacja naturalna jest wykorzystywana od czasu kiedy zaczęto przechowywać ziemniaki w kopcach tradycyjnych i piwnicach. Także późniejsze modyfikacje kopców przez zastosowanie okryw z tworzyw sztucznych wykorzystywały wentylację naturalną (Nowacki, Czerko, 1987; Czerko, 2001). W małych przechowalniach owoców i warzyw wentylacja naturalna była wykorzystywana jako główna lub wspomagała wentylację mechaniczną (Drozdowicz, 1996). W Niemczech w latach 1971–1996 (Schierhorn, 1998) budowano już dużo przechowalni z systemem wentylacji konwekcyjnym. W ostatnich latach w Niemczech zastosowano wentylację naturalną w dużej przechowalni paletowej o pojemności kilku tysięcy ton, uzyskując znaczną obniżkę nakładów energii na wentylację (Hauschild, 2004). Badania nad użyciem wentylacji naturalnej w przechowalni paletowej o pojemności 900 ton w Jadwisinie wykazały oszczędności w nakładach na energię na poziomie 39% (Czerko, 2002 b).

Wentylacja naturalna w przechowalni do składowania w paletach skrzyniowych może wykorzystywać efekt grawitacyjny, spowodowany różnicą temperatur na wysokości przechowalni lub efekt aeracyjny wywołany ciśnieniem wiatru. Przy wentylacji naturalnej istotne znaczenie ma wielkość otworów wentylacyjnych i ich usytuowanie na właściwej wysokości budynku oraz odpowiednio do przeważającego kierunku wiatru. Rozwój przechowalni z wentylacją naturalną wymaga przeanalizowania warunków atmosferycznych (temperatura, wiatr) panujących w okresie przechowywania pod względem możliwości wykorzystania ich do wentylacji naturalnej.

Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania warunków atmosferycznych istniejących w okresie przechowywania do naturalnej wentylacji w przechowalni ziemniaków jadalnych.

METODY BADAŃ

Do oceny możliwości wykorzystania przebiegu warunków atmosferycznych analizowano temperaturę zewnętrzną w każdym dniu w terminach pokrywających się z długotrwałym okresem przechowywania ziemniaków przeznaczonych na ziemniaki jadalne w okresie od 1.XI. do 30.III.

Wentylacja naturalna w obiektach gospodarczych i przechowalniach ziemniaków o składowaniu w paletach skrzyniowych może być realizowana przy wykorzystaniu efektu grawitacyjnego oraz przy pomocy wiatru lub obu efektów jednocześnie.

Czynnik grawitacyjny (1)

$$p_i - p_a = g(p_a - \rho_i) \times (\Delta h) \quad (1)$$

gdzie:

p_i — ciśnienie wewnątrz budynku (Pa)

p_a — ciśnienie atmosferyczne (Pa)

g — przyspieszenie ziemskie (m/s²)

ρ_a — gęstość powietrza atmosferycznego (kg/m³)

ρ_i — gęstość powietrza w budynku (kg/m³)

Δh — różnica wysokości położenia klap went. (m).

Czynnik aeracyjny (wiatr) (2)

$$\Delta p_w = \frac{1}{2} \rho_o V_w^2 (C_{pe} - C_{pi}) \quad (2)$$

gdzie:

Δp_w — przyrost ciśnienia powodowany działaniem wiatru (Pa)

ρ_o — gęstość powietrza (kg/m³)

V_w — prędkość wiatru (m/s)

$C_{pe} : C_{pi}$ — współczynniki ciśnienia wiatru.

Układ klap stanowiący jeden z elementów systemu wentylacji decyduje, który czynnik daje większy efekt wentylacyjny. Rozpatrując zależności 1 i 2 widać, że głównym czynnikiem decydującym o wentylacji grawitacyjnej jest różnica wysokości położenia czerpni i wyrzutni, a przy wentylacji aeracyjnej czynnikiem decydującym jest prędkość wiatru.

Wiatr z prędkością większą niż 2 m/s ma już istotne znaczenie dla wentylacji naturalnej (Zhang i in., 1989; Brockett i Albright, 1987) i w obiektach gospodarczych osiąga większy efekt wentylacyjny niż wentylacja grawitacyjna.

Kittas i in. (1997) wyliczyli, że efekt wentylacyjny wiatru w obiekcie gospodarczym uzyskuje przewagę nad efektem grawitacyjnym jeżeli spełnia zależność: $V/\sqrt{\Delta T} > 1$, gdzie: V — prędkość wiatru (m/s), ΔT — różnica temperatury wewnątrz i na zewnątrz obiektu.

Przy różnicy temperatury $\Delta T = 3^\circ\text{C}$ (jaka występuje podczas wentylacji) prędkość wiatru powyżej 2 m/s będzie miała istotne znaczenie dla wentylacji.

W pracy analizowano wiatr o prędkości większej niż 2 m/s oraz większej niż 4 m/s wiejący z kierunku zachodniego i wschodniego w okresie długotrwałego przechowywania ziemniaków jadalnych (listopad-marzec). W Polsce kierunek zachodni jest przeważający, ale przy odpowiednim usytuowaniu przechowalni pod względem rozmieszczenia klap wentylacyjnych w stosunku do kierunków geograficznych może być także wykorzystany wiatr wschodni.

Występowanie wiatru analizowano na podstawie danych stacji meteorologicznej w Jadwisinie k/Warszawy w latach 1998–2003 pod kątem wykorzystania go do wentylacji przechowalni ziemniaków jadalnych, w której powinna być utrzymywana temperatura 5°C. Codziennie w okresie długotrwałego przechowywania (listopad-marzec) rejestrowano ilość godzin występowania wiatru z prędkością większą niż 2 m/s i większą niż 4 m/s z kierunku zachodniego (południowo-zachodni do północno-zachodniego) i wschodniego (północno-wschodni do południowo-wschodniego) przy temperaturze powietrza atmosferycznego niższej niż 3°C. Temperatura powietrza atmosferycznego niższa niż 3°C jest optymalna do wentylacji przechowalni przy zachowaniu różnicy 2°C między temperaturą ziemniaków jadalnych (5°C) i temperaturą powietrza wentylacyjnego (3°C). Dane przedstawiono w przedziałach czasowych pentadowych.

Pomiary prędkości wiatru wykonano na maszcie o wysokości 12 m. Dla celów wentylacji przechowalni potrzebna jest prędkość wiatru na wysokości 5 m (średnia wysokość czerpni w przechowalni). Do wyliczenia prędkości wiatru na wysokości 5 m wykorzystano wzór Hellmana, zmodyfikowany przez Suttona.

$$V_2 = V_1 \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right)^\alpha \quad (3)$$

gdzie:

V_1 i V_2 — prędkość wiatru odpowiednio na wysokościach Z_1 i Z_2

α — wykładnik potęgowy, zależny od szerokości podłoża, prędkości wiatru, przyjmuje się od 0 do 1 (przyjęto $\alpha = 0,2$ — wg Lorenc, 1996).

Zebrany materiał liczbowy poddano analizie statystycznej (analiza regresji) i przedstawiono w tabelach 1 i 2 oraz na rysunkach 1, 2, 3, 4, 5, 6.

WYNIKI

Do prowadzenia wentylacji naturalnej w przechowalniach ziemniaków jadalnych (5°C) może być wykorzystane powietrze atmosferyczne przy prędkości wiatru większej niż 2 m/s i temperaturze niższej niż 3°C. W przechowalniach wyposażonych w napływowe otwory wentylacyjne usytuowane po jednej stronie budynku do wentylacji może być wykorzystany wiatr wiejący z jednego kierunku, głównie z zachodniego, gdyż w polskich warunkach klimatycznych ten kierunek jest dominujący. W przechowalniach, w których napływowe kanały wentylacyjne usytuowane są po obu przeciwnych stronach budynku może być wykorzystany wiatr wiejący z obu kierunków, tj. zachodniego i wschodniego.

Występowanie wiatru z kierunków zachodnich i wschodnich o prędkości większej niż 2 m/s

Wiatr wiejący z kierunku zachodniego o parametrach wymaganych do wentylacji przechowalni, czyli z prędkością większą niż 2 m/s posiadający temperaturę powietrza poniżej 3°C występował średnio przez 52,3% dni (średnio w latach 1998–2003) w miesiącach listopad-marzec i wahał się od 37,1% w sezonie 2000/01 do 64,9% w sezonie 1999/2000 (tab. 1).

Tabela 1

Liczba dni i godzin wiatru zachodniego oraz zachodniego i wschodniego wiejącego z prędkością > 2m/s przy temperaturze < 3°C w okresie listopad-marzec (151 dni), Jadwisin 1998–2003
Number of days and hours of western and western and eastern wind (speed > 2m/s, temperature < 3°C) in period November-March (151 days), Jadwisin 1998–2003

Wyszczególnienie Specification	Kierunek wiatru Wind direction	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	Średnio Average
Liczba dni	W	85	98	56	95	61	79
Number of days (max 151)	W+E	134	126	113	116	125	123
% udział dni w sezonie	W	56,3	64,9	37,1	62,9	40,4	52,3
Percentage of days in the season	W+E	88,7	83,4	74,8	76,8	82,8	81,3
Liczba godzin	W	1095	1419	748	1255	694	1043
Number of hours (max — 3624)	W+E	1813	1707	1508	1506	1416	1590
% udział godzin w sezonie	W	30,2	39,2	20,6	24,6	19,2	28,8
Percentage of hours in the season	W+E	50,0	47,1	41,6	41,6	39,1	43,9

Godzinowy udział wiatru w całym sezonie przechowalniczym o wymaganych parametrach do wentylacji naturalnej wynosił średnio 28,8% i wahał się od 19,2% w sezonie (2002/2003) do 39,2% w sezonie (1999/2000) (tab. 1).

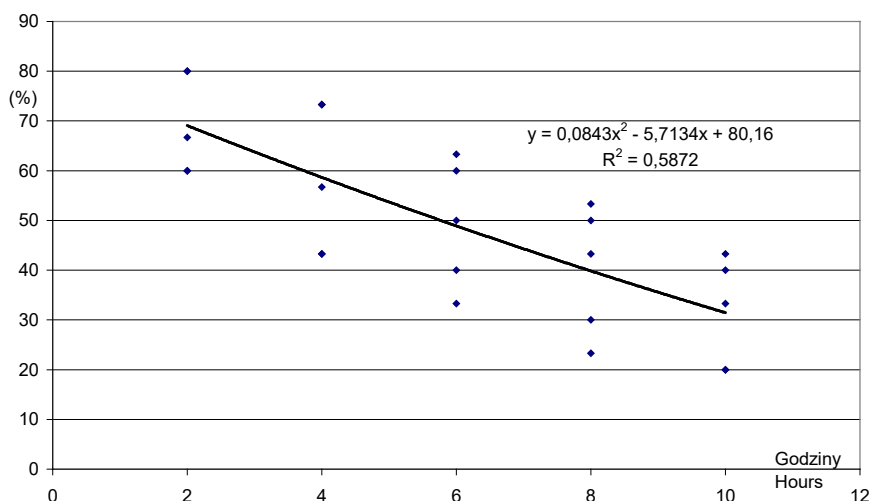
Wykorzystanie wiatru z kierunków zachodniego i wschodniego (prędkość > 2m/s, temperatura < 3°C) znacznie zwiększa ilość dni korzystnych do wentylacji naturalnej (tab. 1). Procentowy udział dni wietrznych wynosił średnio 81,3% i wahał się od 74,8% w sezonie (2000/2001) do 88,7% w sezonie (1998/1999). Natomiast godzinowy udział powietrza atmosferycznego o tych parametrach w całym sezonie wynosił średnio 43,9% i wahał się od 39,1% w sezonie (2002/03) do 50,0% w sezonie (1998/1999).

Na podstawie przedstawionych danych można powiedzieć, że chociaż ilość godzin występowania wiatru w najkorzystniejszym układzie, czyli z kierunków zachodniego i wschodniego (prędkość > 2 m/s, temperatura < 3°C) nie osiąga 50% w całym sezonie przechowalniczym, to jednak w praktyce przechowalniczej udział wiatru w stosunku do całkowitych potrzeb wentylacji przechowalni może być większy.

Do zastosowania naturalnej wentylacji przechowalni wymagane jest powietrze atmosferyczne o odpowiednich parametrach podczas kilku godzin dziennie występujące codziennie lub przynajmniej raz na pentadę. Brak warunków do przeprowadzenia wentylacji schładzającej powietrzem zewnętrznym przez okres 5 dni (1 pentady) może spowodować wzrost temperatury w przechowalni o około 1°C (0,2°C/dobę) i przyczynić się do dużych wahań temperatury w przechowalni, co może pogorszyć jakość ziemniaków.

Dla przeprowadzenia prawidłowej wentylacji przechowalni istotne jest przez ile godzin w ciągu doby może być dostępne powietrze o wymaganych parametrach. Na rysunkach 1

i 2 przedstawiono procentowy udział czasu w całym sezonie przechowalniczym, kiedy wiatr wieje przez 2, 4, 6, 8, 10 godzin na dobę. Wiatr o parametrach: kierunek zachodni, prędkość $V_{12\text{ m}} > 2\text{ m/s}$, ($V_{\text{sr}(12\text{ m})} = 3,56\text{ m/s}$, $V_{\text{sr}(5\text{ m})} = 3,0\text{ m/s}$) temperatura $< 3^\circ\text{C}$ występował przez 69 % czasu przez 2 godziny na dobę i 32 % czasu przez 10 godzin na dobę (rys. 1).

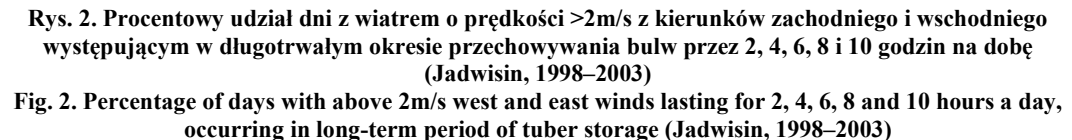


Rys. 1. Procentowy udział dni z wiatrem o prędkości $> 2\text{ m/s}$ z kierunku zachodniego występującym w długotrwałym okresie przechowywania przez 2, 4, 6, 8 i 10 godzin na dobę (Jadwisin, 1998–2003)

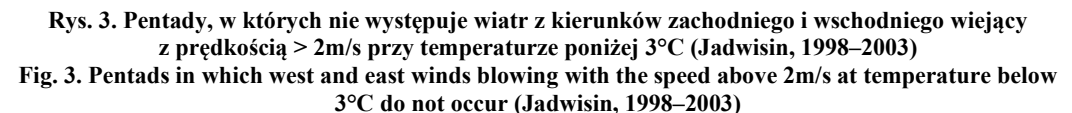
Fig. 1. Percentage of days with above 2m/s west wind lasting for 2, 4, 6, 8 and 10 hours a day, occurring in a long-term period of tuber storage (Jadwisin, 1998–2003)

Wiatr o parametrach: kierunek zachodni i wschodni, prędkość $V_{12\text{ m}} > 2\text{ m/s}$, ($V_{\text{sr}(12\text{ m})} = 3,23\text{ m/s}$, $V_{\text{sr}(5\text{ m})} = 2,71$), temperatura $< 3^\circ\text{C}$ występował przez 93% czasu przez 2 godziny na dobę i 52% czasu przez 10 godzin na dobę (rys. 2).

Przyjęto, że średni dobowy czas wentylacji w przechowalni o składowaniu w paletach skrzyniowych wynosi 6 godzin (Czerko, 2004). Z zależności przedstawionej na rys. 1 i 2 wynika, że wiatr o odpowiednich do wentylacji parametrach z kierunku zachodniego występował przez 48%, a z zachodniego i wschodniego przez 72% czasu w długotrwałym okresie przechowywania (listopad-marzec). Dla wentylacji naturalnej uwzględnić należy to, że przy wykorzystaniu wiatru ze średnią prędkością około 3 m/s powinny być zastosowane czerpnie powietrza o odpowiednio większej powierzchni niż stosowane w wentylacji mechanicznej (5 m/s).



Liczba niekorzystnych okresów, w których nie mogła być przeprowadzona wentylacja istotnie zmniejszyła się przy wykorzystaniu wiatru wiejącego z obu kierunków (zachodnich i wschodnich) w stosunku do wykorzystania tylko wiatru zachodniego (rys. 3). W sezonie 2002/03 we wszystkich pentadach występowały warunki do wentylacji naturalnej. Natomiast w sezonie 2000/2001 wystąpiły 3 niekorzystne pentady, a w pozostałych sezonach po 1 pentadzie.



Występowanie wiatru z kierunków zachodniego i wschodniego o prędkości większej niż 4 m/s

Korzystniejsze warunki atmosferyczne do wentylacji przechowalni występują, kiedy jest większa prędkość wiatru. Przy wietrze posiadającym prędkość większą niż 4 m/s powierzchnia otworów wentylacyjnych może być istotnie zredukowana i zbliżona do powierzchni otworów projektowanych dla wentylacji mechanicznej. Analizując 5-letni cykl badań występowania dni z wiatrem zachodnim, z prędkością $V_{12m} > 4\text{ m/s}$, ($V_{\text{śr}(12m)} = 5,07\text{ m/s}$, $V_{\text{śr}(5m)} = 4,26\text{ m/s}$) i temperaturze powietrza $< 3^\circ\text{C}$ zauważa się, że udział takich dni w badanych sezonach wynosił średnio 23,1% i wahał się od 19,2% (2002/03) do 43,7% (1999/00) (tab. 2). Godzinowy udział w długotrwałym okresie przechowywania wiatru o tych parametrach był odpowiednio mniejszy i wynosił średnio 12,5% i wahał się od 6,6% w sezonie 2002//03 do 18,8% w sezonie 1999/2000.

Tabela 2

Liczba dni i godzin wiatru zachodniego oraz zachodniego i wschodniego wiejącego z prędkością $> 4\text{ m/s}$ przy temperaturze $< 3^\circ\text{C}$ w okresie listopad – marzec (151 dni), Jadwisin 1998–2003
Number of days and hours of west (W) and west and east (W+E) winds (speed $> 4\text{ m/s}$, temperature $< 3^\circ\text{C}$) in the period November–March (151 days), Jadwisin 1998–2003

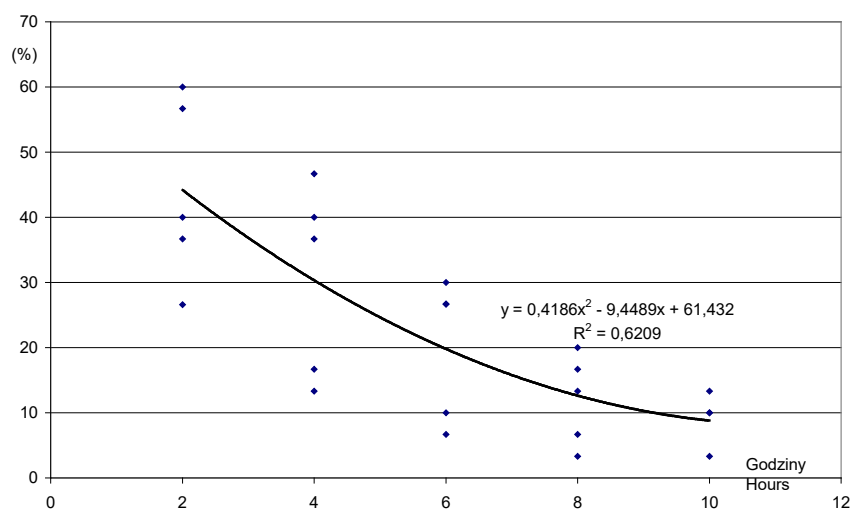
Wyszczególnienie Specification	Kierunek wiatru wind direction	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	Średnio Average
Liczba dni Number of days (max 151)	W	52	66	27	65	29	50
	W+E	74	73	48	75	53	65
% udział dni w sezonie Percentage of days in the season	W	34,4	43,7	17,9	43	19,2	23,1
	W+E	49,0	48,3	31,8	49,7	35,1	42,8
Liczba godzin Number of hours (max – 3624)	W	500	681	228	600	240	454
	W+E	640	726	438	665	477	589
% udział godzin w sezonie Percentage of hours in the season	W	13,8	18,8	6,3	16,5	6,6	12,5
	W+E	17,7	20,0	12,1	18,3	13,2	16,3

Częstość występowania wiatru z kierunków zachodniego i wschodniego o prędkości $V_{12m} > 4\text{ m/s}$ ($V_{\text{śr}(12m)} = 4,8\text{ m/s}$, $V_{\text{śr}(5m)} = 4,03\text{ m/s}$) i temperaturze powietrza $< 3^\circ\text{C}$ wyraźnie wzrosła w stosunku do wiatru tylko zachodniego (tab. 2). Procentowy udział dni, w których nie występował wiatr o takich parametrach wynosił od 31,8% (2000/2001) do 49,7% (2001/02). Procentowy udział godzin z występowaniem wiatrów wschodnich i zachodnich wynosił odpowiednio 12,1% (2000/2001) do 20% (1999/2000).

Udział powietrza atmosferycznego korzystnego do wentylacji naturalnej (prędkość wiatru $> 4\text{ m/s}$, temp. $< 3^\circ\text{C}$) trwającego 6 godzin na dobę w długotrwałym okresie przechowywania (listopad-marzec) wynosił 20% z kierunku zachodniego i 27% z kierunków zachodniego i wschodniego (rys. 4 i 5).

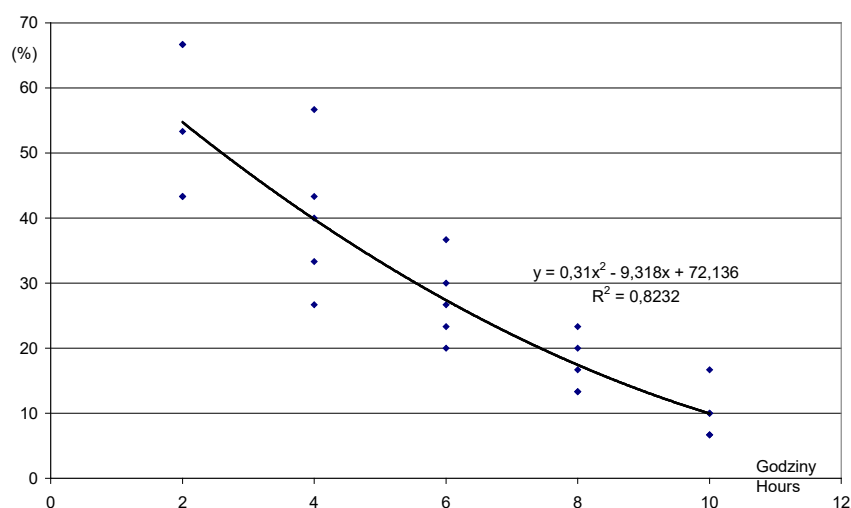
Analizując ilość okresów (pentad), w których nie występował wiatr z kierunku zachodniego o prędkości większej niż 4 m/s i temperaturze poniżej 3°C lub wiejących z innych kierunków, to w analizowanym 5-leciu było ich od 7 (1999/2000) do 17 (2002/2003).

Wyraźnie korzystniejsze warunki do wentylacji naturalnej zaistniały w sytuacji, kiedy można było wykorzystywać wiatr wiejący ze wschodu i z zachodu.



Rys. 4. Procentowy udział dni z wiatrem wiejącym z prędkością >4 m/s z kierunku zachodniego występującym w długotrwałym okresie przechowywania bulw przez 2, 4, 6, 8 i 10 godzin na dobę (Jadwisin, 1998–2003)

Fig. 4. Percentage of days with above 4 m/s west wind lasting 2, 4, 6, 8 and 10 hours a day, occurring in a long-term period of tuber storage (Jadwisin, 1998–2003)



Rys. 5. Procentowy udział dni z wiatrem o prędkości >4 m/s z kierunków zachodniego i wschodniego, występującym w długotrwałym okresie przechowywania przez 2, 4, 6, 8 i 10 godzin na dobę (Jadwisin, 1998–2003)

Fig. 5. Percentage of days with above 4 m/s west and east winds lasting for 2, 4, 6, 8 and 10 hours a day, occurring in a long-term period of tuber storage (Jadwisin, 1998–2003)

Przy projektowaniu nowych przechowalni, chcąc wykorzystać maksymalny efekt wiatru do wentylacji naturalnej, powinien być uwzględniany wiatr o dużej częstotliwości występowania i prędkości powyżej 2 m/s. W badanym 5-leciu udział dni z wiatrem o prędkości > 2m/s z kierunków zachodniego i wschodniego wynosił średnio 81,3%, a udział wiatru wiejącego przez 6 godzin na dobę wynosił średnio 72% w sezonie przechowalnictwym. Tak duża ilość czasu występowania wiatru o parametrach korzystnych do wentylacji naturalnej zachęca do budowy systemów wentylacyjnych wykorzystujących wiatr. Jednak rozpatrując występowanie wiatru o określonej prędkości na obszarze całej Polski w porze przechowywania ziemniaków (jesień, zima, wiosna) przedstawionego w opracowanym Atlasie klimatu Polski (Lorenc, 2005) zauważa się, że większa prędkość wiatru występuje w centralnej Polsce, w której usytuowana jest także stacja meteorologiczna IHAR w Jadwisinie. W pozostałych rejonach poza wybrzeżem i północnymi Mazurami, prędkość wiatru jest niższa. Należy liczyć się z tym, że w tych rejonach warunki do naturalnej wentylacji przechowalni mogą być gorsze niż w centralnej Polsce.

Ponadto warunki lokalne, jeśli chodzi o występowanie wiatru na wysokości 5 m, są szczególnie zmienne. Przy planowaniu dużej przechowalni z zastosowaniem wentylacji naturalnej powinna być przeprowadzona szczegółowa analiza cech lokalnych danego obszaru w aspekcie parametrów pogodowych.

Biorąc pod uwagę ograniczoną dostępność wiatru w sezonie przechowalnictwym o wymaganych parametrach do wentylacji przechowalni, to na przeważającym obszarze Polski powinny być budowane przechowalnie wyposażone w systemy wentylacyjne mieszane. System mieszany może być zastosowany w przechowalni o składowaniu w paletach skrzyniowych wykorzystujących wentylację naturalną, a w razie braku odpowiednich warunków atmosferycznych może być wspomagany wentylatorami.

WNIOSKI

1. Zastosowanie wentylacji naturalnej do utrzymania temperatury odpowiedniej do przechowywania ziemniaków jadalnych (5°C) może zaoszczędzić do około 70% czasu wymaganego do wentylacji w długotrwałym okresie przechowywania.
2. W przechowalni ziemniaków wyposażonej w naturalny system wentylacji z wykorzystaniem wiatru, najefektywniejsze jest umieszczenie otworów wentylacyjnych w przechowalni po stronie zachodniej i wschodniej.
3. Wentylacja naturalna przechowalni, ze względu na nie wystarczającą częstość występowania wiatru o wymaganych parametrach powinna być wspomagana wentylacją mechaniczną.

LITERATURA

- Brockett B. L., Albright L. D. 1987. Natural ventilation in single airspace building. J. Agric. Eng. Res. 37: 141 — 154.
- Czerko Z., Nowacki W. 2001. Modernizacja tradycyjnego sposobu przechowywania ziemniaków przez zastosowanie sztucznych okryw. Biul. IHAR 220: 237 — 245.

- Czerko Z. 2002 a. Przechowywanie ziemniaków przy wykorzystaniu czynników naturalnych. II Konf. Nauk. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”. Polanica Zdrój 13-16 maja: 33 — 30.
- Czerko Z. 2002 b. Ograniczenie nakładów energii na wentylację mechaniczną w przechowalni ziemniaków przez zastosowanie wentylacji naturalnej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 489: 65 — 72.
- Czerko Z. 2003. Efektywność energetyczna różnych metod przechowywania ziemniaków. Roczniki Nauk Rol., Seria G, Tom 89, Z. 2: 126 — 135.
- Czerko Z. 2004. Czynniki wpływające na dobór dawki wentylacyjnej w przechowalniach ziemniaków. Biuletyn IHAR, 232: 219 — 225.
- Drozdowicz M. 1996. Wykorzystanie naturalnych warunków klimatycznych w przechowalnictwie płodów ogrodnich. Zakład Wydawnictw CRS Warszawa, 2: 127 ss.
- Hauschild W., Haller H., Ehe W., Kern A. Potke E. 2004. Entwicklung der Grossbehalterlagerung mit Konvektionsluftung. Kartoffelbau 8, (Jg. 55): 290 — 295.
- Kittas C., Boulard T., Papadakis G. 1997. Natural ventilation of a greenhouse with ridge and side openings: Sensitivity to temperature and wind effects. Transactions of the ASAE, vol. 40 (2): 415 — 425.
- Lorenc H. 1996. Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce. Materiały Badawcze IMGW. Seminarium Meteorologiczne, 25, 10 — 23.
- Lorenc H. 2005. Atlas klimatu Polski. IMiGW, Warszawa: 116 ss.
- Nowacki W., Czerko Z. 1987. Zasady budowy i eksploatacji przyrz. technicznych z wentylacją grawitacyjną i mechaniczną. W: Technologia i organizacja przechowalnictwa ziemniaków. Poradnik zawodowy. PTE. Koszalin: 57 — 71.
- Schierchorn H. 1998. Nachlese zur 25-jährigen Anwendung der Systems der Freien Konvektionsluftung nach SCHIERCHORN von 1971-1996. Belüftung von Kartoffeln. Vorträge zur Jahrestagung 1997. Klaus-Verband 1998: 33 — 38.
- Zhang J., Janni K. A., Jacobsen L. D. 1989. Modeling natural ventilation induced by combined thermal buoyancy and wind. Transactions of the ASAE, 32: 2165 — 2174.

AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK**AGNIESZKA KITA****GRAŻYNA LISIŃSKA****ANNA PĘKSA****ELŻBIETA RYTEL**

Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Zawartość akrylamidu we frytkach sporządzonych z różnych odmian ziemniaka

The acrylamide content in French fries prepared from potato tubers of different cultivars

Celem pracy było określenie zawartości akrylamidu we frytkach po I i II stopniu smażenia oraz barwy gotowego produktu w zależności od zawartości cukrów redukujących w bulwach ziemniaka trzech odmian. Stwierdzono, że zawartość cukrów redukujących w ziemniakach badanych odmian miała wpływ na ilość wytworzonego akrylamidu we frytkach. Z ziemniaków odmiany Innovator o najniższej zawartości cukrów redukujących uzyskano frytki o najmniejszej ilości akrylamidu w porównaniu z produktami z pozostałych odmian. Półprodukt (frytki po I stopniu smażenia) zawierały dziewięć razy mniej akrylamidu (średnio $40 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż frytki gotowego spożycia (średnio $360 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Frytki sporządzone z ziemniaków odmiany Innovator o najniższej zawartości cukrów redukujących odznaczały się najjaśniejszą barwą (wartość „L” = 70) w porównaniu z pozostałymi próbami.

Słowa kluczowe: akrylamid, frytki, odmiana ziemniaka

The aim of the experiment was to determine the acrylamide content in French fries made from tubers of three potato cultivars after the first and second stages of frying. The colour of final products as depending on the content of reducing sugars in tubers was also evaluated. The effect of reducing sugars content in potato tubers on the level of acrylamide content of French fries was found. French fries made from cv. Innovator tubers containing the lowest content of reducing sugars were proved to have lower content of acrylamide than French fries produced from tubers of the other cultivars. The content of acrylamide in semi-products was 9 times lower (approx. $40 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) than that in ready to eat French fries (approx. $360 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). French fries produced from tubers of cv. Innovator having the lowest content of reducing sugars were characterized by a lighter colour (“L” value = 70) than those prepared from tubers of the other cultivars.

Key words: acrylamide, French fries, potato cultivar

WSTĘP

Przetwarzanie produktów wysokoskrobiowych w temperaturach powyżej 120°C, ma wpływ na tworzenie się toksycznego akrylamidu (AA) (Friedman, 2003). Związek ten powstaje w wyniku przebiegu złożonej reakcji Maillarda w czasie procesu: smażenia, pieczenia lub grillowania (Takere i in., 2002).

Zasadniczymi prekursorami odpowiedzialnymi za powstawanie (AA) są cukry redukujące (glukoza, fruktoza) oraz aminokwasy — głównie asparagina (Mottram i in., 2002; Yaylayan i in., 2003). Ilość tworzącego się akrylamidu w gotowym produkcie uzależniona jest od zawartości wyżej wymienionych składników występujących w surowcu (Mottram i in., 2002; Friedman, 2003; Mestdagh i in., 2009).

W ziemniakach odpowiedzialne za tworzenie akrylamidu w smażonym produkcie są głównie cukry redukujące a ich zawartość w bulwach decyduje o ilości powstającego AA (Claeys i in., 2005). W związku z tym, prowadzone są intensywne badania nad możliwością obniżenia ilości cukrów redukujących w przerabianych ziemniakach, a tym samym zmniejszenia zawartości toksycznego związku w gotowym produkcie.

Szczególnie wysokim poziomem AA charakteryzują się produkty smażone z ziemniaka, tj. chipsy i frytki. Zawartość tego związku w chipsach może kształtować się w granicach od 200 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do 12000 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Friedman, 2003; Kita i in., 2008), natomiast we frytkach w zakresie od 15 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do 3700 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Friedman, 2003; Tajner-Czopek i in., 2008; Gielecińska i Mojska, 2009).

Z grupy produktów smażonych z ziemniaka frytki cieszą się stale rosnącą popularnością wśród konsumentów oraz zwiększającym się spożyciem. Dlatego istnieje konieczność kontynuowania badań zmierzających do obniżenia zawartości akrylamidu we frytkach, zarówno po I jak i II stopniu smażenia.

Wprowadzenie w produkcji frytek pewnych modyfikacji parametrów technologicznych ma wpływ na kształtowanie zawartości akrylamidu zarówno w półprodukcie (Tajner-Czopek i in., 2008) jak i w gotowych frytkach (Tajner-Czopek i in., 2008; Pedreschi i Zuñiga, 2009). Jednak to właśnie odmiana ziemniaka, warunki uprawy oraz temperatura przechowywania mają w pierwszej kolejności wpływ na kształtowanie zawartości toksycznego związku w usmażonym produkcie (Mestdagh i in., 2009).

Z tego względu do produkcji frytek powinny być przeznaczone wyselekcjonowane odmiany ziemniaka, charakteryzujące się niską ilością cukrów redukujących w bulwach (Zgórska i Grudzińska, 2010). Ich zawartość w bulwach jest mało stabilną cechą ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa i dlatego musi być stale kontrolowana (Lisińska i in., 2009). Zawartość cukrów redukujących powinna być niewielka po sprężeniu ziemniaków z pola, ale również po długotrwałym okresie przechowywania (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000; Zgórska, 2005). Prawidłowe przechowanie ziemniaków powinno odbywać się w temperaturze 6–8°C). Natomiast przechowywanie ich w temperaturze szczególnie (4°C) bez późniejszego rekondycjonowania, wpływa na znaczne zwiększenie zawartości cukrów redukujących w bulwach (Mozolewski, 2000; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2002; Zgórska, 2005; Grudzińska, 2007). Intensywność gromadzenia cukrów w bulwach w czasie przechowywania jest uzależniona w dużym

stopniu od odmiany (Zgórska, 2005). Wybrane odmiany ziemniaka należące do odmian typu tzw. "cold storage" charakteryzują się nie tylko niską zawartością cukrów redukujących w bulwach, zaraz po sprzęcie z pola, ale również gromadzą niewielką ilość tych związków w czasie przechowywania (Grudzińska, 2007).

Wysoką zawartość cukrów redukujących w bulwach można obniżyć stosując zabieg rekondycjonowania (przechowywanie ziemniaków w temperaturze około 15–20°C przez 7 do 14 dni) (Zgórska, Czerko 2006). Należy jednak zaznaczyć, że różne odmiany ziemniaka różnie reagują na ten proces, a obniżanie ilości cukrów redukujących w bulwach do określonego poziomu jest cechą odmianową (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2002; Putz, 2004).

Dobór odpowiedniej odmiany ziemniaka do produkcji frytek musi uwzględniać możliwość obniżenia ilości akrylamidu powstającego w smażonym produkcie z równoczesnym uzyskaniem odpowiednich cech organoleptycznych gotowego produktu. Jedną z cech jest barwa frytek, która powinna być jasna, złota, bez brązowych przebarwień lub czarnych plam i smug oraz bez brunatnych końców, tzw. "sugar ends" (Sowokinos i in., 2000; Lisińska, 2006; Lisińska i in., 2009).

Barwa gotowego produktu oceniana jest przez konsumentów w pierwszej kolejności, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na dobór odpowiedniej odmiany ziemniaka charakteryzującej się niską zawartością cukrów redukujących w bulwach (Grudzińska i Zgórska, 2010), która umożliwi otrzymanie frytek o właściwej barwie. Odpowiednia barwa gotowego produktu związana jest zazwyczaj z niższą zawartością akrylamidu (Pedreschi i in. 2006; Pedreschi i Zuñiga, 2009).

Wymagania konsumentów dotyczące barwy frytek są wysokie i ściśle określone, dlatego badania prowadzone w kierunku wytypowania odpowiedniej odmiany ziemniaka do przerobu na frytki, muszą być prowadzone również w kierunku określenia zawartości cukrów redukujących w bulwach oraz ilości powstającego w półprodukcie i w gotowych frytkach akrylamidu.

Celem pracy było określenie zawartości akrylamidu we frytkach po I i II stopniu smażenia oraz barwy gotowego produktu w zależności od zawartości cukrów redukujących w bulwach ziemniaka trzech odmian.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem użytym do badań były ziemniaki trzech odmian: Felsina i Innovator (wczesne) oraz Agnes (średnio wczesna), pochodzące z zakładu produkującego frytki (McCain z Chociwela k/Strzelina), z sezonu wegetacyjnego 2008. Ziemniaki do czasu rozpoczęcia badań przechowywano w temperaturze 15°C.

Próby ziemniaków podzielono na dwie części: pierwszą z przeznaczeniem do analiz w surowcu i drugą do przygotowania frytek. W bulwach ziemniaka oznaczono zawartość cukrów redukujących — metodą Nizowkina-Jemielianowej (Jarosz i in., 1955). Frytki sporządzono metodą dwustopniowego smażenia w oleju rzepakowym (Lisińska i in., 2007). Krajankę smażyono w oleju o temperaturze 175°C przez 1 minutę (pierwszy stopień smażenia), po schłodzeniu frytki zamrażano do temperatury -18°C. Następnie zamrożony

półprodukt dosmażano przez 5 minut w oleju o temperaturze 175°C (drugi stopień smażenia). W próbach po I i II stopniu smażenia oznaczono zawartość akrylamidu, przy użyciu aparatu HPLC/MS/MS, metodą chromatograficzną opracowaną przez (Rosén i Hellen s, 2002), a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowywania Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (Tajner-Czopek i in., 2009). Oznaczenie to polegało na tym, że z nieodt uszczonych frytek, po ich zmieleniu i nawa eniu, ekstrahowano akrylamid przy użyciu wody dejonizowanej. Kolejno pr b  odwirowano przy użyciu wirówki. Osad odrzucono, natomiast klarowny roztwór przeniesiono na kolumnienki SPE, uprzednio kondycjonowane przy użyciu metanolu i wody dejonizowanej i osuszone pod pr  ni . Klarowny roztwór znajdujący się na kolumnienkach SPE przemycano wod  dejonizowaną. Kolejno akrylamid eluowano z kolumnienki SPE przy pomocy metanolu i odparowano do sucha w atmosferze azotu. Następnie suchą pozosta o  rozpuszczono w wodzie dejonizowanej, przepuszczono przez filtr strzykawkowy i nastrzykni to do autosamplera aparatu HPLC/MS/MS. Wyniki zawartości akrylamidu wyrażono w [ g kg⁻¹]. Powtarzalno  metody oznaczania zawartości akrylamidu we frytkach prowadzone opisaną metod  HPLC/MS/MS kszt towa a się na poziomie 96% (Tajner-Czopek i in., 2009).

W gotowych frytkach oznaczono barw  spektrofotometrycznie przy użyciu aparatu pomiarowego typu Minolta CR-200, mierząc wartość „L”.

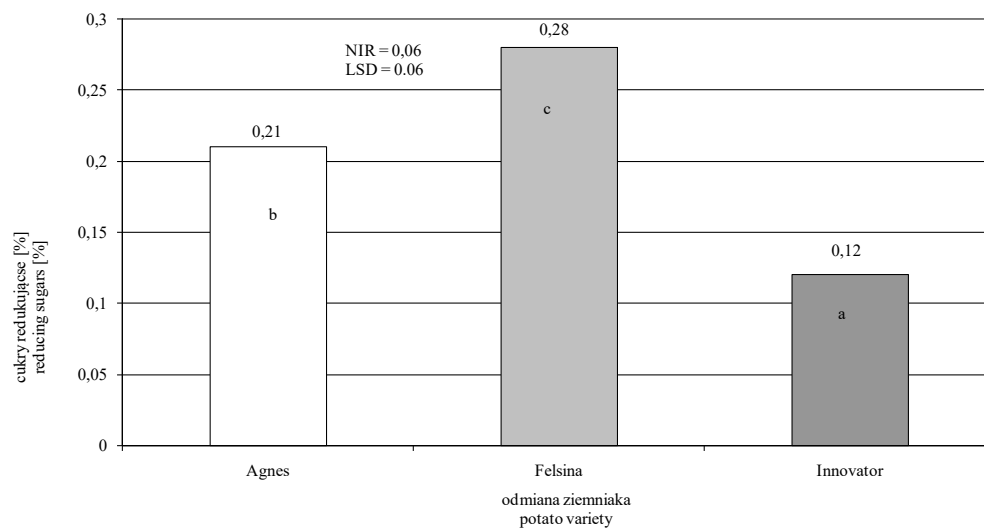
Badania wykonano w trzech powtórzeniach technologicznych. Otrzymane wyniki badań poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu programu Statgraphics v.9.0. Zastosowano jednokierunkową analiz  wariacji i wyznaczono grupy homogeniczne za pomocą testu Duncana (na poziomie istotności $p \leq 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Użyte w doświadczeniu odmiany ziemniaka: Agnes, Felsina i Innovator są powszechnie używane do produkcji frytek w Europie Zachodniej i  rodkowej (Keijbets i in., 2001; Lisińska i in., 2009; Zgórska 2010; Zgórska i Grudzińska, 2010).

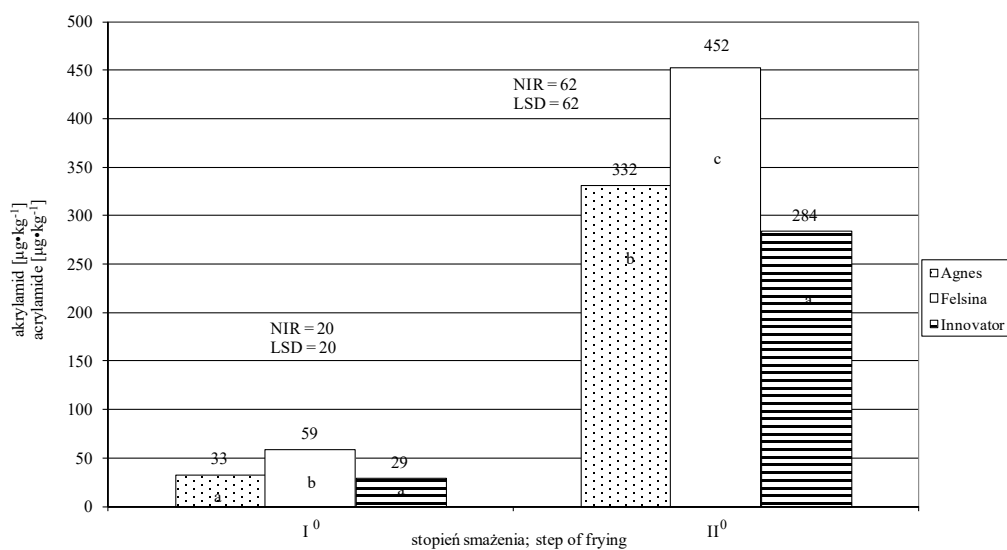
Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawarto  cukrów redukujących w bulwach była uzależniona od przerabianej odmiany ziemniaków (rys. 1). Ziemniaki odmiany Felsina charakteryzowały się najwyższą zawartością cukrów redukujących w bulwach (0,28%), mniej zawierały ziemniaki odmiany Agnes (0,21%), a najniższą zawarto  tego składnika oznaczono w ziemniakach odmiany Innovator (0,12%).

Zastosowany w doświadczeniu surowiec mimo, że charakteryzowa  si  zr znicowan  zawartością cukrów redukujących w bulwach to jednak ilości te mieściły się w normie i spełniały wymagania stawiane ziemniakom przeznaczonym do produkcji frytek. Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2002), Lisińska (2006), Lisińska i wsp. (2009) oraz Zgórska (2010) podają, że zawarto  cukrów redukujących w bulwach ziemniaka przeznaczonego do produkcji frytek powinna być niższa niż 0,3%, a nawet 0,25%.



a,b,c - grupy homogeniczne; a,b,c - homogeneous groups

Rys. 1. Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka trzech odmian
Fig. 1. Content of reducing sugar in potato tubers of three varieties

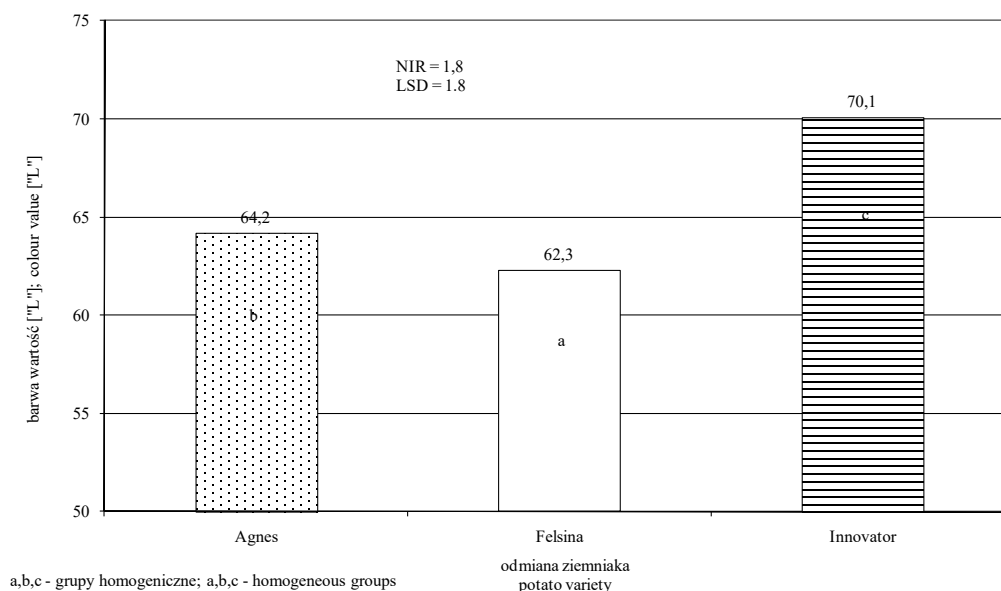


a,b,c - grupy homogeniczne; a,b,c - homogeneous groups

Rys. 2. Zawartość akrylamidu po I i II stopniu smażenia we frytkach sporządzonych z ziemniaków trzech odmian
Fig. 2. Content of acrylamide in after I and II stages of frying French fries prepared from potato tubers of three varieties

Wyniki zawartości akrylamidu we frytkach po I i II stopniu smażenia sporządzonych z ziemniaków trzech odmian przedstawiono na (rys. 2). Stwierdzono, że zawartość akrylamidu w półprodukcie (po I stopniu smażenia) oraz w gotowych frytkach (po II stopniu smażenia) była zróżnicowana w zależności od odmiany ziemniaka, z którego sporządzono próby. Najniższą zawartością toksycznego związku charakteryzował się półprodukt oraz gotowe frytki sporządzone z ziemniaków odmiany Innovator, która również miała najmniej cukrów redukujących w bulwach (rys. 1) w porównaniu z pozostałymi odmianami. Półprodukt sporządzony z ziemniaków odmiany Innovator zawierał o około 51% i około 44% mniej AA, w porównaniu z próbami otrzymanymi z ziemniaków odmiany Felsina i Agnes (rys. 2). Podobną zależność zaobserwowano w gotowych frytkach sporządzonych z tych odmian. Ilość AA w próbce otrzymanej z odmiany Innovator była o około 37% niższa w porównaniu z frytkami z odmiany Felsina i o około 26% w porównaniu z frytkami z surowca Agnes.

Zawartość akrylamidu w półproduktach sporządzonych z ziemniaków badanych odmian kształtowała się w zakresie od $29 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $59 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i była ona średnio około dziewięciokrotnie niższa w porównaniu z gotowymi frytkami otrzymanymi po dosmażeniu tych półproduktów (od $284 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $452 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) (rys. 2).



Rys. 3. Barwa (wartość 'L') frytek sporządzonych z ziemniaków trzech odmian
Fig. 3. The colour of French fries prepared from of potato tubers of three varieties

Tajner-Czopek i wsp. (w druku) podają, że smażone produkty ziemniaczane (po II stopniu smażenia) niezależnie od ich rodzaju charakteryzują się znacznie wyższą

zawartością akrylamidu w porównaniu z półproduktem (po I stopniu smażenia), a związane jest to z dłuższym czasem smażenia prób.

Pęksa i Tajner (1994) podają, że odpowiednia barwa frytek wyrażona wartościami wyróżnika „L” kształtuje się w szerokim zakresie od 73,5 do 53,0. Podobnie Grudzińska i Zgórska (2010) podają, że właściwej barwie frytek odpowiada wartość wyróżnika „L” powyżej 60.

Barwa frytek sporządzonych z ziemniaków trzech badanych odmian była właściwa, wartości wyróżnika barwy „L” wahały się w zakresie od 62,3 do 70,1 (rys. 3).

Stwierdzono jednak statystycznie istotną różnicę pomiędzy uzyskanymi w doświadczeniu wynikami barwy frytek. Najlepszą jasno-żółtą barwą charakteryzowały się frytki sporządzone z ziemniaków odmiany Innovator, zawierające również najmniej cukrów redukujących w bulwach (rys. 1). Natomiast próby sporządzone z odmiany Felsina o najwyższej ilości cukrów w bulwach miały wyraźnie ciemniejszą barwę.

WNIOSKI

1. Zawartość cukrów redukujących w ziemniakach badanych odmian miała wpływ na ilość wytworzonego akrylamidu we frytkach.
2. Z ziemniaków odmiany Innovator o najniższej zawartości cukrów redukujących uzyskano frytki o najmniejszej ilości akrylamidu w porównaniu z produktami z pozostałych odmian.
3. Półprodukt (frytki po I stopniu smażenia) zawierał dziewięć razy mniej akrylamidu (średnio $40 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) niż frytki gotowe do spożycia (średnio $360 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$).
4. Frytki sporządzone z ziemniaków odmiany Innovator o najniższej zawartości cukrów redukujących odznaczały się najjaśniejszą barwą (wartość „L” = 70) w porównaniu z pozostałymi próbami.

LITERATURA

- Claeys W. L., De Vleeschouwer K., Hendrickx M. E. 2005. Quantifying the formation of carcinogens during food processing: acrylamide. *Trends Food Sci. Technol.* 16: 181 — 193.
- Friedman M. 2003. Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. A review. *J. Agric. Food Chem.* 51: 4504 — 4526.
- Gielecińska I., Mojska H. 2009. Ocena zawartości akryloamidu we frytkach ziemniaczanych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XLII. 3: 486 — 490.
- Grudzińska M. 2007. Stabilność cech technologicznych i konsumpcyjnych bulw ziemniaka w czasie przechowywania. Praca doktorska, Koszalin.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2010. Wpływ efektywności zabiegu rekondycjonowania wybranych odmian bulw ziemniaka na barwę frytek. *Nauka Przyr. Techn.* 4, 2: 1 — 8.
- Jarosz K., Muszkat T., Skibniewski S., Suchodolski J., Urbański M. 1955. Kontrola produkcji w przemyśle spirytusowym. WPLiS Warszawa: 312 ss.
- Keijbets M.J.H., Aviko B., Steenderen V. 2001. The manufacture of pre-fried products. In: *Frying. Improving quality*. Ed. By Rossell J. B., CRC Press LLC, USA.
- Kita A., Tajner-Czopek A., Lisińska G. 2008. Wpływ rodzaju oleju smażalniczego na zawartość akrylamidu w chipsach ziemniaczanych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 530: 353 — 361.
- Lisińska G. 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 81 — 94.

- Lisińska G., Pęksa A., Kita A., Rytel A., Tajner-Czopek A. 2009. The quality of potato for processing and consumption. In: Yee N., Bussel W (ed.), Potato IV, FOOD. 3, Special Issue 2: 99 — 104.
- Lisińska G., Tajner-Czopek A., Kalum L. 2007. The effects of enzymes on fat content and texture of French fries. Food Chem. 102: 1055 — 1060.
- Mestdagh F., van Peteghem C., de Meulenaer B. 2009. A farm-to-fork approach to lower acrylamide in fried potatoes. In: Yee N., Bussel W (ed.) Potato IV. FOOD. 3, Special Issue 2: 66 — 75.
- Mottram D. S., Wedzicha B. L., Dodson A.T. 2002. Acrylamide is formed in the Maillard reaction., Nature. 419: 448 — 449.
- Mozolewski W. 2000. Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa w zależności od czasu przechowywania. Cz II. Wpływ czasu przechowywania ziemniaków na ich przydatność do wyrobu frytek. Biul. IHAR 213: 269 — 274.
- Pedreschi F., Kaack K., Granby K. 2006. Acrylamide content and color development in fried potato strips. Food Res. Int. 39: 40 — 46.
- Pedreschi F., Zuñiga R.N. 2009. Acrylamide and oil reduction in fried potatoes: A review. In: Yee N., Bussel W (ed.) Potato IV. FOOD. 3, Special Issue 2: 82 — 92.
- Pęksa A., Tajner A. 1994. Porównanie metody wizualnej z metodą obiektywną oznaczania barwy frytek ziemniaczanych. Zesz. Nauk. AR we Wroc. Technol. Żywn. VII. 244: 131 — 139.
- Putz B. 2004. Reduzierende Zucker in Kartoffel. Kartoffelbau. 55: 188 — 192.
- Rosén J., Hellenäs K. E. 2002. Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry. Analyst. 127: 880 — 882.
- Sowokinos J. R. Shock C. C. Stiebler T. D. Eldredge E. P. 2000. Compositional and enzymatic changes associated with sugar-end defect in Russet Burbank potatoes. Am. J. Potato Res. 77: 47 — 56.
- Tajner-Czopek A., Kita A., Aniołowski K., Lisińska G. 2009. Determination of acrylamide content in fried potato products. New Concepts in Food Evaluation. Nutraceuticals, Analyses, Consumer. Ed. by T. Trziszka & M. Oziembłowski. 281 — 289.
- Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G. 2008. Zawartość akrylamidu we frytkach w zależności od temperatury i czasu smażenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 530: 371 — 379.
- Tajner-Czopek A., Lisińska G., Kita A., Rytel E., Pęksa A. 2010. Wpływ temperatury smażenia na zawartość akrylamidu w produktach ziemniaczanych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 557 (w druku).
- Tareke E., Rydberg P., Karlsson P., Eriksson S., Törnqvist M. 2002. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. J. Agric. Food Chem. 50: 4998 — 5006.
- Yaylayan V.A., Wnorowski A., Locas C. P. 2003. Why asparagine needs carbohydrates to generate acrylamide. J. Agric. Food Chem. 51: 1753 — 1757.
- Zgórska K. 2005. Zmiany cech technologicznych bulw ziemniaka w czasie przechowywania. Ziemn. Pol. 4: 26 — 28.
- Zgórska K. 2010. Jakość frytek wyprodukowanych w warunkach przemysłowych i domowych. Ziemn. Pol. 1: 43 — 48.
- Zgórska K., Czerko Z. 2006. Rekondycjonowanie bulw przechowywanych w niskiej temperaturze — metodą ograniczającą zawartość cukrów w bulwach ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 547 — 556.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. Biul. IHAR. 213: 239 — 251.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002. Przydatność nowych polskich odmian do przetwórstwa spożywczego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 347 — 354.
- Zgórska K., Grudzińska M. 2010. Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego. Ziemn. Pol. 3: 39 — 42.

EWA MATYJASZCZYK

Instytut Ochrony Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Poznań

Rejestracja środków do ochrony ziemniaka — sytuacja obecna i zmiany w ostatnich latach

Registration of plant protection products for potatoes — present state and changes in recent years

Przedstawiono zmiany w rejestracji środków stosowanych w ochronie ziemniaka w Polsce oraz zmiany w dostępności ich substancji aktywnych. Liczba zarejestrowanych w Polsce środków ochrony roślin w pierwszych pięciu latach członkostwa w Unii spadła o prawie 100, jednak w 2009 roku odnotowano jej wzrost. Według stanu na koniec roku 2009 w Polsce zarejestrowane były 132 środki mające zastosowanie w ochronie ziemniaka. Największą grupę stanowiły fungicydy (55 środków), kolejną — insektycydy (34 środki), herbicydy (33 środki) i pozostałe (10). Liczba substancji aktywnych stosowanych w ochronie ziemniaka spadła w ostatnich latach o około 30%. Główną przyczyną tych zmian była konieczność dostosowania się do przepisów Unii Europejskiej.

Słowa kluczowe: ziemniak, środki ochrony roślin, zmiany

The paper presents changes in the requirements for registration of plant protection products applied in potato protection and changes in the availability of their active substances. The number of plant protection products placed on the Polish market dropped by almost 100 during the first 5 years of the membership of Poland in EU, but in 2009 the increase in their number was recorded. At the end of that year 132 potato protection products were registered in Poland. The biggest group constituted fungicides (55 products) followed by insecticides (34 products), herbicides (33) and others (10). The number of active substances used in potato protection has been reduced in the last years by about 30%. The main reason for this change was the necessity to fulfill EU legal requirements.

Key words: changes, plant protection products, potato

WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce notowany był widoczny spadek liczby środków ochrony roślin znajdujących się w obrocie handlowym. Obecnie trend ten uległ odwróceniu, ale nadal, mimo wzrostu liczby rejestracji, nie rośnie liczba dostępnych substancji aktywnych. Wywołuje to zaniepokojenie rolników i w niektórych przypadkach trudności w opracowaniu programów ochrony z uwzględnieniem strategii zapobiegania odporności. Za ten stan rzeczy odpowiadają głównie zmiany przepisów dotyczących rejestracji środków ochrony roślin.

Po przystąpieniu do Unii Europejskiej prawo polskie (również w zakresie ochrony roślin) zostało dostosowane do wymagań unijnych. Zgodnie z tymi wymaganiami ochrona zdrowia ludzi i zwierząt a także środowiska, ma pierwszeństwo przed poprawą poziomu produkcji rolniczej czyli bez względu na to jak skuteczny jest środek ochrony roślin w zwalczaniu określonego agrofaga, jeżeli nie jest on przyjazny środowisku naturalnemu człowieka, nie jest dopuszczany do obrotu i stosowania. Aby zarejestrować w Polsce środek ochrony roślin najpierw jego substancja aktywna musi zostać oceniona, uznana za bezpieczną i wpisana na wspólną, unijną listę. Łączny koszt wykonania badań oraz oceny wynosi na ogół powyżej 1 mln Euro.

Celem publikacji jest prześledzenie zmian w liczbie środków przeznaczonych do ochrony ziemniaka w Polsce i przedstawienie perspektyw na najbliższe lata.

ZMIANY W REJESTRACJI ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN W OKRESIE PIERWSZYCH PIĘCIU LAT CZŁONKOWSTWA POLSKI W UE

Po wprowadzeniu nowych przepisów wiele substancji aktywnych zostało wycofanych. Część z powodu potencjalnej szkodliwości, a część dlatego że producentom substancji aktywnych stosowanych w mniejszych ilościach nie zawsze opłacało się ponosić wysokie koszty badań i oceny. Nie wpisanie substancji na listę dopuszczonych do stosowania w Unii Europejskiej powoduje wycofanie ze stosowania wszystkich środków ochrony roślin w których skład ona wchodzi. W efekcie nie tylko w Polsce, ale również w innych państwach członkowskich miał miejsce spadek liczby dostępnych środków ochrony roślin. W Polsce był on wyraźny i wpłynął negatywnie na możliwości ochrony upraw (Dobrzański, 2008; Matyjaszczyk, 2008, 2009). Zmiany w liczbie rejestracji wszystkich środków ochrony roślin w Polsce w ciągu pierwszych pięciu lat po integracji Polski z Unią Europejską przedstawia Tabela 1. Z danych wynika, że liczba dostępnych środków znacznie spadła — wycofano o około 100 środków więcej niż zarejestrowano. Największy spadek miał miejsce w grupach środków chwastobójczych i przeznaczonych do zwalczania szkodników.

Warto także odnotować, że w omawianym okresie ponownie zarejestrowano 136 środków. Zgodnie z obowiązującym prawem środki ochrony roślin rejestrowane są na 10 lat, a po tym okresie konieczny jest ponowny przegląd dokumentacji i ponowna rejestracja. Wymagania obecne są inne niż 10 lat temu. Różnic jest wiele, jednak z punktu widzenia producentów środków, najistotniejsze jest to, że aby zarejestrować środek na ten sam zakres zastosowań koniecznych jest więcej wyników badań. Wykonanie dodatkowych badań pociąga za sobą koszty. Zatem producenci agrochemikaliów chcąc ich uniknąć często podczas ponownej rejestracji ograniczają zakres zastosowań w etykietach. Według szacunków Zakładu Ekspertyz i Opinii o Środkach Ochrony Roślin IOR-PIB w przypadku około 70% ponownie rejestrowanych środków ogranicza się liczbę zastosowań. Ponieważ legalnie chronione mogą być tylko uprawy wymienione w etykiecie środka to dla producentów rolnych wycofanie zarejestrowanego zastosowania oznacza brak możliwości wykorzystania środka w danym zakresie, ma zatem podobny skutek jak wycofanie środka z obrotu.

Tabela 1

**Rejestracja środków ochrony roślin w Polsce w pierwszych pięciu latach członkostwa w UE
(01.05.2004 - 30.04.2009)**

**Registration of plant protection products in Poland during first five years of EU membership
(01.05.2004 - 30.04.2009)**

Środki ochrony roślin Plant protection products	Fungicydy Fungicides	Herbicydy Herbicides	Insektycydy i akarycydy Insecticides and acaricides	Inne Others	Łącznie Total
Nowe rejestracje New registrations	83	70	29	30	212
Wznowienia Re-registrations	53	41	24	18	136
Wycofania Withdrawals	74	128	68	38	308

Źródło: Opracowanie własne
Source: Personal elaboration

**ZMIANY W DOSTĘPNOŚCI SUBSTANCJI AKTYWNYCH STOSOWANYCH
W OCHRONIE ZIEMNIAKA**

Bardzo duże znaczenia miał również spadek liczby dostępnych substancji aktywnych. W wyniku analizy przeprowadzonej przez Matyjaszczyk i Sobczak (2010) stwierdzono, że w roku 2003 w ochronie ziemniaka w Polsce stosowano 109 substancji aktywnych, podczas gdy w roku 2009 - 73 substancje. Zauważamy więc znaczący spadek możliwości chemicznej ochrony: łączna liczba substancji aktywnych dostępnych w ochronie ziemniaka zmniejszyła się o 36, co stanowi ponad 30% stanu wyjściowego. Oczywiście zmiany nie polegały wyłącznie na wycofywaniu. W latach 2003-2009 ze stosowania w ochronie ziemniaka wycofano 47 substancji aktywnych, ale także dopuszczono do stosowania 11 nowych, tzn. nie stosowanych wcześniej w ochronie tej uprawy.

Największy spadek dostępności w analizowanym okresie dotyczył substancji aktywnych stosowanych w zwalczaniu szkodników. Liczba substancji aktywnych insektycydów zmalała z 39 do 20. Wycofano 23 substancje z tej grupy stosowane w ochronie ziemniaka i zarejestrowano jedynie 4 nowe.

Kolejną grupą w której odnotowano znaczny spadek możliwości ochrony były środki chwastobójcze. W analizowanym okresie liczba substancji aktywnych stosowanych w ochronie ziemniaków przed chwastami w Polsce zmniejszyła się z 34 do 19 (wycofano 15 a nie wprowadzono żadnej nowej substancji).

Spadek możliwości ochrony ziemniaka przed chorobami był dużo mniejszy. Liczba substancji aktywnych fungicydów zmniejszyła się jedynie nieznacznie: z 28 do 27 (wycofano ze stosowania sześć substancji aktywnych, a wprowadzono do stosowania pięć nowych). Analizując możliwości ochrony innych upraw również zauważono, że zmiany w dostępności fungicydów w ostatnich latach były stosunkowo najmniejsze, a w przypadku niektórych upraw innych niż ziemniak zauważono poprawę (Matyjaszczyk, 2010).

W ochronie ziemniaka stosowano również inne rodzaje środków ochrony roślin, głównie regulatory wzrostu i repelenty. W tej grupie substancji aktywnych było niewiele i ich liczba tylko nieznacznie zmniejszyła się z 8 (3 regulatory wzrostu, 5 repelentów) w

2003 roku do 7 (3 regulatory wzrostu, 3 repelenty i 1 dezynfektant) w 2009 roku. W tym okresie zarejestrowano dwie, a wycofano trzy substancje aktywne.

Ograniczenie liczby dostępnych substancji aktywnych stosowanych w ochronie ziemniaka może przyczynić się do poważnego wzrostu odporności. Jest to zjawisko znane i od pewnego czasu bierze się je pod uwagę przy ocenie przedrejestracyjnej w państwach członkowskich Unii Europejskiej (Heimbach i in., 2002).

SYTUACJA OBECNA

W Polsce od roku 2009 obserwujemy wyraźny wzrost liczby nowych rejestracji środków ochrony roślin (Rejestr, 2010). Jest to spowodowane kilkoma czynnikami, w tym głównie zakończeniem unijnego przeglądu substancji aktywnych, przyspieszeniem prac związanych z rejestracją przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, a także bardzo sprawną pracą Komisji do Spraw Środków Ochrony Roślin działającej przy Ministrze Rolnictwa. Jednak warto podkreślić, że z powodu znacznie zmniejszonej puli substancji aktywnych zdecydowana większość nowo rejestrowanych środków ochrony roślin zawiera te same substancje aktywne co preparaty już zarejestrowane, a różnią się głównie zawartością tych substancji, formą użytkową i składnikami pomocniczymi, a czasem tylko i wyłącznie samą nazwą.

Według stanu na koniec roku 2009 w Polsce zarejestrowane były 863 środki ochrony roślin (tab. 2). Wśród nich 132 miały zastosowanie w ochronie ziemniaka, z czego największą grupę stanowiły fungicydy (55 środków), a następnie insektycydy (34 środki), herbicydy (33 środki) i pozostałe (10). Najwięcej fungicydów zarejestrowanych było przeciwko zarazie i alternariozie ziemniaka. Wśród insektycydów zdecydowanie przeważały środki służące do zwalczania stonki ziemniaczanej. Natomiast pozostałe środki to głównie repelenty, służące do odstraszenia zwierzyny leśnej oraz regulatory wzrostu i rozwoju roślin.

W roku 2009 w Polsce ogólna liczba środków przeznaczonych do ochrony ziemniaka zwiększyła się. Zarejestrowano 23 środki (liczba ta obejmuje sześć środków którym wydano zezwolenia na import równoległy) a wycofano 13. Największą grupę wśród preparatów wycofanych stanowiły insektycydy (7), znacznie mniej wycofano herbicydów (2), fungicydów (2) i regulatorów wzrostu (2).

Wśród środków dopuszczonych do stosowania dominowały fungicydy (8) i insektycydy (7 środków). Nieco mniejszą grupę stanowiły herbicydy (5 preparatów) oraz inne środki (3).

Poza decyzjami o dopuszczeniu do obrotu nowych środków wydano decyzje o wznowieniu rejestracji dla 12 środków które wcześniej były dopuszczane do stosowania w Polsce w ochronie ziemniaka i są już znane rolnikom. Były to 4 herbicydy, 4 fungicydy, 3 insektycydy i 1 repelent (środek odstraszący).

Tabela 2

Liczba środków w ochronie ziemniaka w Polsce według stanu na 31.12.2009
Number of products used for potato protection in Poland

Rodzaj środka Kind of product	Zastosowanie Use	Liczba zarejestrowanych środków (stan na dzień 31.12.2009) Number of registered products (for 31.12.2009)
	Ogółem — Total	33
Herbicydy Herbicides	Chwasty na plantacjach ziemniaka Weeds in potato plantations	31
	Desykacja Desiccation	4
	Ogółem — Total	55
	Rizoktonioza (ospowatość bulw) Rhizoctoniosis (Black scurf)	9
Fungicydy Fungicides	Parch srebrzysty Silver scurf	1
	Alternarioza ziemniaka Potato alternariosis	22
	Zaraza ziemniaka Potato late blight	48
	Ogółem — Total	34
Zoocydy Zoocides	Drutowce (larwy sprężykowatych) Wireworms	1
	Mątwik ziemniaczany Globodera rostochiensis	1
	Mszyce (wektory chorób wirusowych) Aphids (vectors of virus diseases)	9
	Pędraki (larwy chrabąszczowatych) Grubs	-
	Rolnice Dart moths	6
	Stonka ziemniaczana Colorado potato beetle	29
	Ogółem — Total	10
	Repelenty w ochronie ziemniaka przed zwierzyną łowną Repellents in potato protection against game	4
	Regulatory wzrostu i rozwoju roślin Growth regulators	5
Inne środki Other products	Dezynfekcja pomieszczeń przechowalniczych, magazynowych, powierzchni do przechowywania i magazynowania (skrzynie, urządzenia itd.), urządzeń w uprawie roślin rolniczych (bez kontaktu z rośliną) Disinfection of storage house and equipment	1

Zródło: Matyjaszczyk E. 2010 Ochrona ziemniaka po zakończeniu przeglądu substancji aktywnych. Materiały z konferencji „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Dańkówko 20–21 maja 2010, IHAR Bonin: 62 — 65.

Source: Matyjaszczyk E. 2010. Ochrona ziemniaka po zakończeniu przeglądu substancji aktywnych. Conference materials „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka” Dańkówko 20–21 of May 2010, IHAR Bonin: 62 — 65.

Obok typowych rejestracji w 2009 roku dopuszczono do stosowania sześć środków na drodze importu równoległego (2 herbicydy, 2 fungicydy i 2 insektycydy). Zezwolenie na import równoległy oznacza, że w Polsce są zarejestrowane inne środki o tym samym składzie, a firma inna niż producent sprowadza ich odpowiedniki z zagranicy do Polski chcąc zarobić na różnicy cen. Zezwolenie na dopuszczenie do obrotu na podstawie importu

równoległego nie zwiększa różnorodności środków dostępnych na rynku (środki sprowadzane mają identyczny skład jak środki zarejestrowane wcześniej) ale mimo tego jest korzystne z punktu widzenia rolnika, powoduje bowiem spadek cen.

PERSPEKTYWY

W najbliższych kilku latach można spodziewać się stopniowego wzrostu dostępności liczby zarejestrowanych w Polsce środków ochrony roślin, nie tylko służących ochronie ziemniaka, ale również innych upraw. Na spodziewaną poprawę możliwości chemicznej ochrony złożą się prawdopodobnie następujące czynniki:

- Przyspieszenie prac nad rejestracją w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Przed przystąpieniem do Unii Europejskiej w Polsce zmieniono system rejestracji środków ochrony roślin. Zmiany organizacyjne oraz konieczność zatrudnienia i przeszkolenia nowego personelu w połączeniu ze znacznym zwiększeniem wymagań dotyczących dokumentacji dostarczanej przez producentów dla celów rejestracyjnych spowodowały znaczne opóźnienia w rejestracji. Obecnie nowy system działa sprawnie i umożliwia stopniową redukcję nagromadzonych zaległości.
- Zakończenie w 2009 roku unijnego przeglądu substancji aktywnych i związanej z przeglądem fali wycofań wielu środków ochrony roślin.
- Producenci agrochemikaliów wprowadzają corocznie na rynek średnio od jednej do trzech substancji aktywnych stosowanych w ochronie roślin. Rejestracja nowych środków w których skład wchodzi te substancje przyczynia się do niewielkiego ale ciągłego wzrostu możliwości chemicznej ochrony.
- Nowe przepisy Unii Europejskiej dotyczące rejestracji środków ochrony roślin zawarte w Rozporządzeniu 1107/2009 Parlamentu Europejskiego i Rady które wejdą w życie od czerwca 2011 roku (Rozporządzenie, 2009). Ich celem jest uproszczenie i przyspieszenie procedur rejestracji w państwach członkowskich oraz zapewnienie bezpieczeństwa środowiska. W tym celu podzielono Unię Europejską na trzy strefy w których rejestrowane będą środki ochrony roślin. Polska znalazła się w strefie centralnej razem z innymi państwami o silnym rolnictwie jak Niemcy, Holandia czy Wielka Brytania. Należy przypuszczać, że wprowadzenie tych przepisów przyniesie natychmiast pewną poprawę w dostępności zapraw nasiennych. Zgodnie z przepisami dla rolników dostępne będą wszystkie zaprawy zarejestrowane w którymkolwiek państwie członkowskim. Należy jednak podkreślić, że nie będzie można sprowadzać na własną rękę samej zaprawy, ale bez ograniczeń będzie można importować zaprawione ziarno, czy też sadzeniaki. Dozwolone (choć z pewnością nie zawsze opłacalne) będzie również przewiezienie materiału siewnego z Polski do państwa w którym zarejestrowane jest zaprawa, zaprawienie na miejscu i po zaprawieniu sprowadzenie do kraju. W nieco dłuższym okresie można oczekiwać poprawy dostępności innych środków ochrony roślin.

Warto jednak podkreślić że w dalszej perspektywie (7–10 lat) można spodziewać się kolejnej fali wycofań środków. Podawano już pierwsze szacunki dotyczące wpływu na rolnictwo i ochronę roślin (Anonim, 2008), ale dokładniejsze dane będzie można podać za

około cztery lata kiedy zostaną przedstawiono nowe kryteria Unii Europejskiej dotyczące bezpieczeństwa środków i stanowiące uzupełnienie niedawno przyjętego Rozporządzenia dotyczącego rejestracji środków ochrony roślin (2009).

PODSUMOWANIE

W pierwszych latach po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej wyraźnie zmalała liczba zarejestrowanych w Polsce środków ochrony roślin oraz dostępnych substancji aktywnych. Budziło to uzasadniony niepokój rolników prowadzących uprawę gatunków roślin wymagających intensywnej chemicznej ochrony, takich jak ziemniak.

W 2009 roku wzrosła liczba dostępnych środków ochrony roślin, dotyczy to również preparatów do ochrony ziemniaka. Z końcem 2009 roku na 863 środki dopuszczone do obrotu w Polsce, 132 miały zastosowanie w ochronie ziemniaka. Największą grupę wśród nich stanowiły fungicydy, kolejne — insektycydy, herbicydy i pozostałe (głównie repelenty i regulatory wzrostu). Wzrost liczby zarejestrowanych środków ochrony roślin jest zjawiskiem pozytywnym, jednak mała liczba dostępnych substancji aktywnych wymaga uważnego doboru agrochemikaliów pod kątem zapobiegania powstaniu odporności organizmów szkodliwych. W perspektywie najbliższych kilku lat można spodziewać się stopniowej poprawy dostępności zarówno środków ochrony roślin, jak i substancji aktywnych.

LITERATURA

- Anonim. 2008. Assessment of the impact on crop protection in the UK of the “cut-off criteria” and substitution provisions in the proposed Regulation of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market. Pesticides Safety Directorate, May 2008: 46 pp.
- Dobrzański A. 2008. Problemy z ochroną marchwi przed chwastami. *Owoce, Warzywa, Kwiaty* 23/28: 26 — 28.
- Heimbach U., Kral G., Niemann P. 2002. EU regulatory aspects of resistance risk assessment. *Pest Manag. Sci.* 58: 935 — 938.
- Matyjaszczyk E., Sobczak J. 2010. Zmiany w substancjach aktywnych stosowanych w ochronie ziemniaka w Polsce i implikacje dla środowiska. *Postępy Nauk Rolniczych*, artykuł w druku.
- Matyjaszczyk E. 2009. Konsekwencje zmian na liście środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu i stosowania w Polsce dla wybranych roślin uprawnych *Progr. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin* 49 (2): 492 — 499.
- Matyjaszczyk E. 2008. Rejestracja środków ochrony roślin w Polsce — uwarunkowania i stan aktualny *Progr. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin* 48 (1): 34 — 40.
- Matyjaszczyk E. 2010. Ochrona ziemniaka po zakończeniu przeglądu substancji aktywnych. Materiały z konferencji „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Darłówek 20–21 maja 2010, IHAR Bonin: 62 — 65.
- Rejestr środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu zezwoleniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi 2010, data dostępu 23.07.2010. <http://www.bip.minrol.gov.pl/DesktopDefault.aspx?TabOrgId=647&LangId=0>.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin i uchylające Dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. U. UE 24.11.2009 L 309/1).

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Barbara Wiewióra	Wpływ zdrowotności materiału siewnego jęczmienia jarego na występowanie chorób na roślinach oraz wartość siewną zebranego ziarna The influence of health of sowing material on seed borne diseases and sowing quality of the harvested seeds of spring barley	3
Elżbieta Małuszyńska	Skład botaniczny nasion roślin towarzyszących w materiale po zbiorze z ekologicznych plantacji nasiennych zbóż jarych The botanical composition of contaminant seeds in raw yield from organic seed crops of spring cereals	17
Krzysztof Klimont Zofia Bulińska-Radomska	Sukcesja roślin na terenach poeksploatacyjnych kopalni siarki „Jeziórko” Plant succession on post-mining area of the „Jeziórko” sulphur mine	29
Monika Żurek Piotr Ochodzki Barbara Wiewióra	Ocena zawartości ergowaliny w trawach runi wybranych trwałych użytków zielonych na terenie województwa mazowieckiego Evaluation of ergovaline content in swards of permanent grasslands in the Mazovia region	39
Teresa Pastuszewska Grzegorz Gryń Małgorzata Lisowska Agnieszka Węgierek	Patogeniczność izolatów <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i> względem bakłazana (<i>Solanum melongena</i>) i ziemniaka (<i>Solanum tuberosum</i>) Pathogenicity of the <i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i> isolates to eggplant (<i>Solanum melongena</i>) and potato (<i>Solanum tuberosum</i>)	49
Leszek Domański Bogdan Flis Henryka Jakuczun Ewa Zimnoch-Guzowska	Zmienność cech technologicznych i morfologicznych bulw ziemniaka w potomstwie uzyskanym z krzyżowań interploidalnych $4x-2x$ Variation of processing quality and tuber morphology traits in potato progenies derived from interploid matings $4x-2x$	57
Jacek Chotkowski	Możliwości zmniejszenia kosztów produkcji nasiennej ziemniaka Potential for reducing seed potato production costs	71
Marek Gugała Krystyna Zarzecka	Porównanie opłacalności produkcji ziemniaka w zależności od sposobów odchwaszczania Comparison of profitability of potato production in dependence on weed control methods	81
Marek Gugała Krystyna Zarzecka Bogumiła Zadrozniak	Wpływ wybranych insektycydów na zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach kilku odmian ziemniaka The effects of some insecticides on total protein and true protein in potato tubers of some cultivars	87
Marek Gugała Krystyna Zarzecka	Wpływ wybranych insektycydów na plonowanie ziemniaka Effect of some insecticides on potato yield and yield characteristics	95
Marek Gugała Krystyna Zarzecka Iwona Mystkowska	Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach stosowania insektycydów nowej generacji Occurrence of defects of potato tubers in conditions of application of new generation insecticides	103

Marek Gugala Krystyna Zarzecka	Wpływ herbicydów na zawartość suchej masy, białka i skrobi w bulwach ziemniaka The influence of herbicides on content of dry matter, protein and starch in potato tubers	111
Jolanta Kowalska Dariusz Drożdżyński	Występowanie owadów pożytecznych po zastosowaniu spinosadu w ochronie ekologicznych upraw ziemniaka The occurrence of beneficial insects after spinosad application in control of ecological potato crops	121
Anna Płaza	Międzyplony ścierniskowe alternatywną formą nawożenia w integrowanej uprawie ziemniaka Stubble catch crops as an alternative form of fertilization in the integrated cultivation of potato	129
Anna Płaza Feliks Ceglarek Milena Anna Królikowska Małgorzata Próchnicka	Rola wsiewek międzyplonowych w nawożeniu ziemniaka jadalnego odmiany Syrena The role of undersown crops in fertilization of table potato cultivar Syrena	137
Anna Płaza Jarosław Soszyński	Wpływ wsiewek międzyplonowych na cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka odmiany Syrena The influence of undersown crops on the consumption features of tubers of potato cv. Syrena	145
Anna Płaza	Wpływ nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego The influence of fertilization with undersown crops on profitability of table potato cultivation	153
Anna Płaza Feliks Ceglarek Barbara Gąsiorowska Milena Anna Królikowska Małgorzata Próchnicka	Skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Fianna nawożonego międzyplonami i słomą Chemical composition of tubers of potato cultivar Fianna fertilized with intercrops and straw	159
Wanda Wadas Teresa Łęczycka	Efektywność stosowania wieloskładnikowych nawozów kompleksowych w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka The efficiency of application of complex multi-nutrient fertilizers in cultivation of very early potato cultivars	167
Tomasz Jakubowski	Wpływ napromieniowania mikrofalami sadzeniaków ziemniaka na plonowanie roślin The effect of microwave irradiation of seed tubers on potato plant yield	177
Janusz Urbanowicz	Fitotoksyczna reakcja pięciu odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny Część I. Wpływ na plon bulw i jego strukturę Phytotoxic reaction of five potato cultivars to metribuzin applied postemergence Part I. The influence on tuber yield and its structure	185
Janusz Urbanowicz	Fitotoksyczna reakcja pięciu odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny Część II. Wpływ na wybrane cechy jakości bulw Phytotoxic reaction of five potato cultivars to metribuzin applied postemergence Part II. The influence on selected quality features of tubers	197

Jarosław Przetakiewicz	Odporność polskich odmian ziemniaka na występujące w kraju wirulentne patotypy 2(Ch1) i 3(M1) grzyba <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Per. Resistance of Polish cultivars of potato to virulent pathotypes of <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Per.: 2(Ch1) and 3(M1)	207
Zbigniew Czerko	Wpływ wybranych czynników na intensywność kiełkowania ziemniaków podczas przechowywania The effects of some factors upon the rate of potato tuber sprouting during storage	215
Zbigniew Czerko	Możliwość wykorzystania warunków atmosferycznych do wentylacji naturalnej w przechowalniach ziemniaków The possibility of using the atmosphere conditions for natural ventilation in potato storage houses	225
Agnieszka Tajner-Czopek Agnieszka Kita Grażyna Lisińska Anna Pęksa Elżbieta Rytel	Zawartość akrylamidu we frytkach sporządzonych z różnych odmian ziemniaka The acrylamide content in French fries prepared from potato tubers of different cultivars	237
Ewa Matyjaszczyk	Rejestracja środków do ochrony ziemniaka — sytuacja obecna i zmiany w ostatnich latach Registration of plant protection products for potatoes — present state and changes in recent years	245