

WPLYW HERBICYDÓW I ICH MIESZANIN NA WIELKOŚĆ PLONU UBOCZNEGO BULW ZIEMNIAKA

Krystyna Zarzecka¹, Marek Gugala¹, Iwona Mystkowska¹, Alicja Baranowska²

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kzarzecka@uph.edu.pl

²Katedra Nauk o Środowisku, Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska
e-mail: alabar@tlen.pl

Streszczenie. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2008-2010, na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I były odmiany ziemniaka: Cekin, Satina, Tajfun, czynnikiem II – sposoby odchwaszczania z udziałem herbicydów i ich mieszanin: Command 480 EC, Command 480 EC i Afalon Dyspersyjny 450 SC, Stomp 400 SC, Stomp 400 SC i Afalon Dyspersyjny 450 SC oraz obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna. Wykazano, że stosowanie zabiegów mechaniczno-chemicznych z udziałem herbicydów i ich mieszanin przyczyniło się do zmniejszenia wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw oraz masy bulw małych i bulw z wadami w porównaniu do obiektu kontrolnego z pielęgnacją mechaniczną. Badane odmiany różniły się istotnie pod względem masy bulw małych i bulw z wadami. Najmniejszy średni plon uboczny bulw uzyskano u odmiany Cekin – 4,78 t·ha⁻¹, natomiast największy u odmiany Satina – 6,46 t·ha⁻¹. Warunki meteorologiczne w latach badań istotnie różnicowały występowanie wad bulw.

Słowa kluczowe: ziemniak, herbicydy, bulwy małe, wady zewnętrzne, wady wewnętrzne

WSTĘP

Głównym celem w technologii uprawy ziemniaka jest uzyskiwanie stabilnych, o wysokiej jakości plonów spełniających wymogi rynkowe danego kierunku produkcji (Jabłoński 2009, Nowacki 2012). Ważnymi cechami są przede wszystkim: plon ogólny, plon handlowy, struktura plonu, skład chemiczny, które zależą od wielu czynników środowiskowych i agrotechnicznych (Essah i in. 2012, Kołodziejczyk 2013, Radzka i in. 2010, Zarzecka i in. 2013, Zarzyńska i Goli-

szewski 2012). Świeże bulwy ziemniaka oferowane konsumentowi powinny odznaczać się również dobrym wyglądem zewnętrznym, który jest bardzo ważnym kryterium jakości (Baritelle i in. 2000, Lutomirska i in. 2013). Staranne i terminowo przeprowadzone zabiegi uprawowe oraz zwiększona intensywność ochrony plantacji przed chorobami, szkodnikami i chwastami zapewniają wysoki plon ogólny i handlowy oraz ograniczają występowanie bulw wadliwych (Jarecki i Bobrecka-Jamro 2011, Łozowicka i Konecki 2011, Nowacki 2006, Qasim i in. 2013, Wichrowska 2008). Stąd celem pracy było określenie wpływu herbicydów i ich mieszanin stosowanych do odchwaszczania plantacji na udział wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2008-2010 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady (52°20' N; 22°30'). Doświadczenie polowe założono metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach, jako dwuczynnikowe, na glebie zaliczanej do kompleksu żytznego bardzo dobrego, klasy IVa. Czynnikiem I rzędu były trzy odmiany ziemniaka jadalnego: Cekin, Satina, Tajfun, a czynnikiem II rzędu pięć sposobów odchwaszczania:

1. pielęgnacja mechaniczna do i po wschodach rośliny uprawnej – obiekt kontrolny,
2. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z herbicydem Command 480 EC (chlomazon 480 g·dm³) w dawce 0,2 dm³·ha⁻¹,
3. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z mieszaniną herbicydów Command 480 EC (chlomazon 480 g·dm³) w dawce 0,2 dm³·ha⁻¹ i Afalon Dyspersyjny 450 SC (linuron 450 g·dm³) w dawce 1,0 dm³·ha⁻¹,
4. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z herbicydem Stomp 400 SC (pendimetalina 330 g·dm³) stosowanym w dawce 3,5 dm³·ha⁻¹,
5. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z mieszaniną herbicydów Stomp 400 SC (pendimetalina 330 g·dm³) w dawce 3,5 dm³·ha⁻¹ i Afalon Dyspersyjny 450 SC (linuron 450 g·dm³) 1,0 dm³·ha⁻¹.

Herbicydy i ich mieszaniny aplikowano tuż przed wschodami roślin ziemniaka. Jesienią stosowano nawóz naturalny – obornik w dawce 25,0 t·ha⁻¹ i nawozy mineralne – fosforowe 44,0 kg P·ha⁻¹ (superfosfat potrójny 46%) i potasowe 124,5 kg K·ha⁻¹ (sól potasowa 60%), a wiosną nawożenie azotowe (saletra amonowa 34%) w dawce 100 kg N na 1 ha. Bulwy ziemniaka sadzono ręcznie, w drugiej dekadzie kwietnia, w rozstawie rzędów wynoszącej 67 cm i odległości w rzędzie co 37 cm, a zbierano w dojrzałości technologicznej bulw, w pierwszej dekadzie września. Tuż przed zbiorem z każdego obiektu wykopano bulwy z 10 roślin ziemniaka i dokonano podziału bulw na frakcje o średnicy: do 35 mm, 36-50, 51-60 i powyżej 60 mm. Masę bulw

o średnicy do 35 mm przyjęto za drobne (Rozporządzenie 2003). W pozostałych bulwach oznaczono wady zewnętrzne (deformacje wynikające z wtórnego przyrostu oraz wywołane korzeniami chwastów, uszkodzenia mechaniczne i przez szkodniki, zazielenienia, pęknięcia fizjologiczne, porażenie rizoktoniozą i parchem zwykłym) i wewnętrzne (rdzawa plamistość i brunatna pustowatość serc) (Roztropowicz i in. 1999). Bulwy małe o średnicy poniżej 35 mm i bulwy z wadami zewnętrznymi i wewnętrznymi stanowiły plon niehandlowy, tzw. uboczny. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie wykonując analizę wariancji, a ocenę istotności różnic testowano za pomocą testu Tukey'a przy $p = 0,05$.

Tabela 1. Warunki pogodowe podczas wegetacji ziemniaka według Stacji Meteorologicznej Zawady
Table 1. Weather conditions during potato growing seasons according to the Zawady Meteorological Station

Rok Years	Miesiące – Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	
	Opady – Rainfalls (mm)							Suma Sum
2008	28,2	85,6	49,0	69,8	75,4	63,4	371,4	
2009	8,1	68,9	145,2	26,4	80,9	24,9	354,4	
2010	10,7	93,2	62,6	77,0	106,3	109,9	459,7	
Suma z wielolecia Multiyear sum (1987-2000)	38,6	44,1	52,4	49,8	43,0	47,3	275,2	
	Temperatura powietrza – Air temperature (°C)							Średnio Mean
2008	9,1	12,7	17,4	18,4	18,5	12,2	14,7	
2009	10,3	12,9	15,7	19,4	17,7	14,6	15,1	
2010	8,9	14,0	17,4	21,6	19,8	11,8	15,6	
Średnia z wielolecia Multiyear mean (1987-2000)	7,8	12,5	17,2	19,2	18,5	13,1	14,7	
	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa Sielianinov's hydrothermic coefficients*							Średnio Mean
2008	1,04	2,18	0,94	1,25	1,36	1,73	1,39	
2009	0,26	1,72	3,08	0,44	1,48	0,57	1,28	
2010	0,40	2,14	1,20	1,15	1,74	3,10	1,61	

*Wartość współczynnika – Coefficient value (Bac i in. 1998),

< 0,5– silna posucha – strong drought,

0,51-0,69– posucha – mild drought,

0,70-0,99– słaba posucha – weak pure drought,

≥ 1– brak posuchy – fault drought.

Warunki klimatyczne w okresach wegetacji ziemniaka przedstawiono za pomocą sum opadów, średnich temperatur powietrza oraz współczynnika hydrotermicznego Sielianinova w tabeli 1. W 2008 roku opady były większe niż w okresie wieloletnim, a ich rozkład był korzystny dla wzrostu i rozwoju ziemniaka, natomiast temperatury powietrza podobne jak w wieloleciu. Rok 2009 odznaczał się nierównomiernie rozłożonymi opadami i wyższymi temperaturami powietrza, a współczynnik hydrotermiczny wahał się w szerokich granicach od 0,26 do 3,08. Okres wegetacji ziemniaka w 2010 roku był najcieplejszy, charakteryzował się dużą wilgotnością, a współczynnik hydrotermiczny w miesiącach gromadzenia plonu (czerwiec, lipiec, sierpień) był stabilny.

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że średni udział bulw małych wynosił 5,4%, i różnicowały go odmiany, sposoby odchwaszczania i warunki atmosferyczne w latach badań (tab. 2). Największy procentowy udział bulw małych, tj. o średnicy poniżej 35 mm, stwierdzono u odmiany Satina, a najmniejszy u odmiany Tajfun. Na obiektach odchwaszczanych mechaniczno-chemicznie z udziałem herbicydów i ich mieszanin (obiekty 2-5) udział bulw małych wynosił przeciętnie 4,5% i był dwukrotnie mniejszy niż w wariancie kontrolnym. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze doniesienia Zarzyńskiej (2010), która wykazała, że w produkcji integrowanej udział bulw o średnicy poniżej 35 mm był dwa razy mniejszy niż w produkcji ekologicznej ziemniaka, w której wyeliminowano stosowanie agrochemikaliów, co z kolei oddziaływało na wielkość plonu i pogorszenie jego struktury. Również Wichrowska (2008) stwierdziła, że zastosowane herbicydy różnicowały strukturę plonu bulw, a najwięcej bulw małych zebrano z obiektu najbardziej zachwaszczonego.

Plon bulw małych jest wypadkową ich udziału w plonie i plonu ogólnego. W prowadzonych badaniach stwierdzono istotne zróżnicowanie plonu bulw małych w zależności od czynników doświadczenia (tab. 2). Największą masę bulw małych z jednostki powierzchni uzyskano u odmiany Satina, a istotnie mniejszą u odmiany Tajfun. Różnice odmianowe potwierdzają wyniki badań Wichrowskiej (2008) i Zarzyńskiej (2010). Na obiektach odchwaszczanych mechaniczno-chemicznie z udziałem herbicydów i ich mieszanin (obiekty 3 i 5) plon bulw małych był istotnie mniejszy w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Także Różyło i Pałys (2008) zaobserwowali, że zachwaszczenie zwiększało plon bulw najdrobniejszych kosztem zmniejszenia plonu bulw frakcji największych w plonie od 50 do 60 i powyżej 60 mm. O udziale bulw małych i ich plonie decydowały również warunki pogodowe. Najmniejsze wartości tych cech otrzymano w 2008 roku, w którym opady i temperatury powietrza sprzyjały rozwojowi i plonowaniu ziemniaka.

Tabela 2. Udział bulw małych w plonie i ich masa z 1 ha
Table 2. Share of small tubers in yield and their mass per 1 ha

Czynniki doświadczenia Experimental factors	Bulwy małe Small tubers (%)	Plon bulw małych z 1 ha Yield of small tubers per 1 ha (t)
Odmiany – Cultivars		
1. Cekin	5,3	1,83
2. Satina	6,5	2,04
3. Tajfun	4,4	1,63
NIR – LSD _{0.05}	r.n.– n.s.	0,28
Sposoby odchwaszczania – Weed control methods		
1. Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	9,2	2,48
2. Command 480 EC	4,8	1,74
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	3,1	1,32
4. Stomp 400 SC	5,9	2,01
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	4,0	1,60
NIR – LSD _{0.05}	r.n.– n.s.	0,82
Lata – Years		
1. 2008	2,3	1,15
2. 2009	8,0	2,26
3. 2010	5,9	2,09
NIR – LSD _{0.05}	r.n.– n.s.	0,28
Średnio – Mean	5,4	1,83

Analiza otrzymanych wyników wykazała, że występowanie wad zewnętrznych było istotnie uwarunkowane przez cechy odmianowe, sposoby odchwaszczania i warunki panujące w latach badań, natomiast wad wewnętrznych i łącznie wszystkich wad przez czynnik odmianowy i sposoby odchwaszczania (tab. 3). Największy udział deformacji odnotowano u odmiany Satina, a bulw z wadami miększą u odmiany Tajfun. Odmiana Tajfun odznaczała się najmniejszym udziałem bulw małych, a największym bulw dużych w plonie. Według Nowackiego (2011) bulwy duże są najbardziej podatne na pustowatość serc stanowiącą wady wewnętrzne. Na występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od odmiany i warunków meteorologicznych wskazują Bernik i in. (2009), Lutomirska i Jankowska (2012), Lutomirska i in. (2013). Lutomirska i Jankowska (2012) najmniejsze różnice odmianowe, co do występowania bulw zdeformowanych, odnotowały w grupie odmian wczesnych, u odmiany Gracja, a najwyższą skłonność do powstawania spękań u późnej odmiany Jasia.

Tabela 3. Udział bulw z wadami zewnętrznymi i wewnętrznymi w plonie (%)
Table 3. Share of tubers with external and internal defects in yield (%)

Czynniki doświadczenia Experimental factors	Wady zewnętrzne External defects	Wady wewnętrzne Internal defects	Wady ogółem Total de- fects
Odmiany – Cultivars			
1. Cekin	8,16	0,78	8,94
2. Satina	13,21	1,42	14,63
3. Tajfun	6,73	1,50	8,23
NIR – LSD _{0.05}	2,48	0,49	2,69
Sposoby odchwaszczania – Weed control methods			
1. Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	13,62	2,90	16,52
2. Command 480 EC	9,11	1,37	10,48
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	6,55	0,20	6,75
4. Stomp 400 SC	9,84	1,50	11,34
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	7,72	0,22	7,94
NIR – LSD _{0.05}	3,08	0,78	4,51
Lata – Years			
1. 2008	13,93	1,15	15,08
2. 2009	9,46	1,18	10,64
3. 2010	4,71	1,37	6,08
NIR – LSD _{0.05}	2,48	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.
Średnio – Mean	9,37	1,23	10,60

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że sposoby odchwaszczania różnicowały udział bulw zarówno z deformacjami zewnętrznymi jak i wadami mięszu. Najwięcej bulw z tymi defektami odnotowano w plonie otrzymanym z obiektu kontrolnego i wynosiły one w sumie 16,5%, natomiast istotnie mniej na obiektach chronionych chemicznie. Najmniejszy udział bulw z wadami odnotowano po opryskiwaniu plantacji herbicydami i ich mieszaninami (obiekty 3 i 5). Korzystny wpływ zabiegów pielęgnacyjnych na omawiane cechy wykazali Krzysztofik i in. (2009), Zarzecka i in. (2013), Zarzyńska i Goliszewski (2012). Stwierdzili oni, że zabiegi mechaniczne mniej skutecznie niż chemiczne ograniczają zachwaszczenie i powodują wzrost porażenia bulw parchem zwykłym, rizoktoniozą, przerastanie bulw perzem oraz zwiększenie deformacji bulw.

Warunki pogodowe w czasie wegetacji roślin ziemniaka wpływały tylko na występowanie wad zewnętrznych. Najmniej bulw zdeformowanych (4,7%) stwierdzono w 2010 roku, który był najcieplejszy i najbardziej wilgotny, a najwięcej w roku 2008 (13,9%), w którym udział bulw małych był najmniejszy, a warunki dla wzrostu, rozwoju i plonowania ziemniaka były najkorzystniejsze (Gugała i Zarzecka 2014). Wykazano współdziałanie odmian z latami badań na występowanie wad zewnętrznych i wewnętrznych (tab. 4). Największy udział wad zewnętrznych u wszystkich odmian odnotowano w 2008 roku, a najmniejszy w roku 2010. Wady wewnętrzne występowały najliczniej w latach 2008 u odmiany Tajfun i 2010 u odmiany Cekin, które by-

Tabela 4. Udział bulw z wadami (%) oraz plon bulw z wadami (t) w zależności od odmian i lat badań
Table 4. Share of tubers with defects (%) and yield of tubers with defects (t) depending on cultivars and research years

Lata – Years	Odmiany – Cultivars		
	Cekin	Satina	Tajfun
Wady zewnętrzne – External defects			
2008	10,42	18,16	13,21
2009	10,67	14,08	3,62
2010	3,40	7,38	3,36
Średnio – Mean	8,16	13,21	6,73
NIR – LSD _{0,05}			
Odmiany – Cultivars		2,48	
Lata – Years		2,48	
Interakcja – Interaction		4,29	
Wady wewnętrzne – Internal defects			
2008	0,00	1,27	2,18
2009	0,80	1,48	1,25
2010	1,54	1,50	1,08
Średnio – Mean	0,78	1,42	1,50
NIR – LSD _{0,05}			
Odmiany – Cultivars		0,49	
Lata – Years		r.n. – n.s.	
Interakcja – Interaction		1,03	
Plon bulw z wadami – Yield of tubers with defects			
2008	4,53	7,68	6,74
2009	2,74	3,41	1,31
2010	1,58	2,18	1,64
Średnio – Mean	2,95	4,42	3,23
NIR – LSD _{0,05}			
Odmiany – Cultivars		0,47	
Lata – Years		0,47	
Interakcja – Interaction		0,83	

ły korzystne pod względem wilgotnościowo-termicznym dla plonowania ziemniaka, natomiast w 2008 roku w ogóle nie odnotowano wad wewnętrznych u odmiany Cekin. Zarzyńska i Goliszewski (2012) stwierdzili, że lata badań były czynnikiem, który w największy sposób różnicował udział wad w plonie. W warunkach roku 2008 o najmniejszej wilgotności (współczynnik Sielianinova w miesiącach VI-VIII o wartości 0,4-1,5) autorzy odnotowali największe porażenie bulw parchem zwykłym, uszkodzenia przez szkodniki, największy udział deformacji i bulw zielonych, a najmniej wad stwierdzili w roku 2010, który był najbardziej wilgotny (współczynnik hydrotermiczny 0,6-1,9). Lutomirska i Janowska (2012) także wykazały, że udział zdeformowanych był silnie uwarunkowany temperaturą gleby oraz wartością współczynnika Sielianinova w okresie intensywnego przyrostu masy bulw.

Tabela 5. Plon bulw małych i bulw z wadami z 1 ha (t)

Table 5. Yield of small tubers and tubers with defects per 1 ha (t)

Czynniki doświadczenia Experimental factors	Plon bulw z wadami Yield of tubers with defects	Plon bulw małych i bulw z wadami Yield of small tubers and tubers with defects	Udział plonu ubocznego w plonie ogólnym Share of side yield in total yield
Odmiany – Cultivars			
1. Cekin	2,95	4,78	13,1
2. Satina	4,42	6,46	20,1
3. Tajfun	3,23	4,86	12,3
NIR – LSD _{0.05}	0,47	0,51	r.n. – n.s.
Sposoby odchwaszczania – Weed control methods			
1. Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	4,17	6,65	25,1
2. Command 480 EC	3,69	5,43	15,0
3. Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	2,90	4,22	9,9
4. Stomp 400 SC	3,77	5,78	13,9
5. Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC	3,14	4,74	11,9
NIR – LSD _{0.05}	0,59	0,90	r.n. – n.s.
Lata – Years			
1. 2008	6,32	7,47	16,9
2. 2009	2,49	4,75	16,8
3. 2010	1,80	4,19	11,8
NIR – LSD _{0.05}	0,47	0,51	r.n. – n.s.

Plon bulw z wadami oraz bulw małych łącznie z wadami stanowiący plon uboczny kształtowały odmiany, sposoby odchwaszczania i warunki atmosferyczne podczas wegetacji rośliny uprawnej (tab. 5). Największy plon bulw niehandlowych uzyskano u odmiany Satina, a istotnie mniejszy u pozostałych odmian – Cekin i Tajfun. Stwierdzono współdziałanie odmian z latami badań na wielkość plonu bulw z wadami (tab. 4). Największy plon bulw zdeformowanych uzyskano u wszystkich odmian w 2008 roku, a najmniejszy u odmiany Tajfun w 2009 roku. Analizując wpływ sposobów odchwaszczania, stwierdzono, że z obiektów pielęgnowanych mechaniczno-chemicznie z użyciem mieszanin herbicydowych Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC i Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC (obiekty 3 i 5) zebrano istotnie mniejsze plony uboczne w porównaniu do poletek odchwaszczanych wyłącznie zabiegami mechanicznymi. Ponadto na wymienionych obiektach udział plonu ubocznego w ogólnym plonie bulw był najmniejszy i stanowił odpowiednio 9,9 i 11,9%, natomiast ponad dwukrotnie większy stwierdzono na obiekcie kontrolnym i wynosił on 25,1%. W realizowanych badaniach średni udział plonu ubocznego w plonie ogólnym stanowił 15,2%. Monitoring wykonany przez Nowackiego (2006) w 626 gospodarstwach produkujących ziemniaki na terenie 15 województw dowiódł, że średni udział bulw wadliwych w plonie wynosił 34%, co stanowi olbrzymią stratę dla producentów ziemniaka, natomiast w gospodarstwach specjalistycznych stosujących intensywną technologię uprawy (herbicydy, fungicydy, insektycydy) plon bulw z wadami powodowanymi przez choroby i szkodniki stanowił tylko 6%.

WNIOSKI

1. Z zabiegów pielęgnacyjnych regulujących zachwaszczenie na plantacji ziemniaka najlepiej ograniczało udział bulw zdeformowanych i wielkość plonu ubocznego stosowanie mieszanin herbicydowych Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC i Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC w odniesieniu do obiektu pielęgnowanego mechanicznie.

2. Z uprawianych odmian najbardziej odporną na fizjologiczne i mechaniczne oddziaływania zewnętrzne okazała się odmiana Tajfun, a najmniej Satina.

3. Występowanie wad kształtowały warunki pogodowe. Najmniejszy udział bulw wadliwych i plon uboczny ziemniaka odnotowano w 2010 roku, który był najcieplejszy i najbardziej wilgotny, o współczynniku hydrotermicznym 1,61.

PIŚMIENNICTWO

- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M., 1998. Agrometeorologia. PWN, Warszawa, 274.
Baritelle A., Hyde G., Thornton R., Bajema R., 2000. A classification system for impact-related defects in potato tubers. *Am. J. of Potato Res.*, 77, 143-148.

- Bernik R., Godeša T., Dolnicar P., Vucajnk F., 2009. Soil cover of tubers and the percentage of Greek tubers at various inter-row widths. *Irish J. of Agric. Food Res.*, 48, 35-41.
- Essah S.Y.C., Delgado J.A., Dillon M., Sparks R., 2012. Cover crops can improve potato tuber yield and quality. *Hort Technology*, 22(2), 185-190.
- Gugała M., Zarzecka K., 2014. Zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka w zależności od zabiegów mechaniczno-chemicznych. *Fragm. Agron.*, (w druku).
- Jabłoński K., 2009. Kierunki przewidywanych zmian w technologii produkcji ziemniaka do roku 2020. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 17, 117-127.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2011. Sprzedaż środków ochrony roślin oraz kwalifikowanego materiału siewnego zbóż i ziemniaka w Polsce w latach 2000-2009. *Fragm. Agron.*, 28(4), 33-38.
- Kołodziejczyk M., 2013. Fenotypowa zmienność plonowania, składu chemicznego oraz wybranych cech jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Acta Agrophysica*, 20(3), 411-422.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D., 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. *Inż. Roln.*, 5(114), 123-129.
- Lutomirska B., Jankowska J., 2012. Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany. *Biul. IHAR*, 266, 131-142.
- Lutomirska B., Szutkowska B., Nowacki W., Pietraszko M., Jankowska J., 2013. Występowanie wad kształtu bulw w plonie odmian i zaawansowanych materiałów hodowlanych ziemniaka. *Biul. IHAR*, 267, 121-130.
- Łozowicka B., Konecki R., 2011. Selected aspects of chemical protection of agricultural crops in north-eastern Poland. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 10(4), 107-119.
- Nowacki W., (red.) 2011. Charakterystyka krajowego rejestru odmian ziemniaka. *Wyd. XIV, IHAR-PIB, Oddział Jadwisin*, 1-40.
- Nowacki W., 2006. Straty plonu handlowego ziemniaków powodowane przez choroby i szkodniki w 2005 roku. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 46(1), 193-201.
- Nowacki W., 2012. O kierunkach zmian w uprawie ziemniaka w Polsce. *Biul. IHAR*, 266, 21-35.
- Qasim M., Khalid S., Naz A., Khan M.Z., 2013. Effects of different planting systems on field of potato crop in Kaguan Valley: A mountainous region of Pakistan. *Agric. Sci.*, 4(4), 175-179.
- Radzka E., Jankowska J., Koc G., Rak J., 2010. Wpływ posuch na plonowanie ziemniaka w środkowo-wschodniej Polsce. *Fragm. Agron.*, 27(4), 111-118.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju wsi z dnia 29 października 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań w zakresie jakości handlowej ziemniaków.
- Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska A., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomirska B., Nowacki W., Rykaczewska K., Sowa-Niedziałkowska G., Szutkowska M., Wierzejska-Bujakowska A., Zarzyńska K., Zgórska K., 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. *Wyd. IHAR Radzików, Oddział Jadwisin*, 1-50.
- Różyło K., Pałys E., 2008. Korelacje pomiędzy zachwaszczeniem łanu a plonem bulw ziemniaka i jego strukturą w zależności od systemów nawożenia oraz kategorii agronomicznej gleby. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 7(2), 125-132.
- Wichrowska D., 2008. Wpływ herbicydów na plon i strukturę plonu bulw ziemniaka uprawianego w rejonie kujawsko-pomorskim. *Ekologia i Technika*, 16(4), 141-144.
- Zarzecka K., Gugała M., Dołęga H., 2013. Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach pielęgnacji mechaniczno-chemicznej. *Nauka Przyr. Technol.*, 7, 1, 1-8.
- Zarzyńska K., 2010. Struktura plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w różnych warunkach środowiskowych. *J. of Res. Applic. Agric. Eng.*, 55(4), 181-184.

Zarzyńska K., Goliszewski W., 2012. Zróżnicowanie jakości plonu ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w zależności od odmiany i warunków glebowo-klimatycznych. Cz. I. Udział wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw. Biul. IHAR, 266, 73-79.

THE EFFECT OF HERBICIDES AND THEIR MIXTURES ON THE SIDE YIELD OF POTATO TUBERS

Krystyna Zarzecka¹, Marek Gugala¹, Iwona Mystkowska¹, Alicja Baranowska²

¹Chair of Plant Cultivation, University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kzarzecka@uph.edu.pl

²State School of Higher Education, Biała Podlaska
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

Abstract. A field experiment was carried out in 2008-2010 on a soil of the very good rye complex. The experiment was set up in the split-plot design as a two-factorial, three-replication trial. The factors examined were as follows: factor I – potato cultivars: Cekin, Satina, Tajfun, factor II – weed control methods involving the application herbicides and their mixtures: Command 480 EC, Command 480 EC and Afalon Dyspersyjny 450 SC, Stomp 400 SC, Stomp 400 SC and Afalon Dyspersyjny 450 SC, and control object – mechanical weeding. Mechanical-chemical treatments for herbicides and their mixtures contributed to a decrease of external defects and internal defects and mass of small tubers and mass tubers with defects as compared to the control object with mechanical weeding. There were determined differences of mass of small tubers and mass of tubers with defects. The lowest (4.78 t ha⁻¹) and the highest (6.46 t ha⁻¹) average side tuber yields were recorded for cultivars Cekin and Satina, respectively. Meteorological conditions in the study years significantly affected the occurrence of defects of tubers.

Keywords: potato, herbicides, small tubers, external defects, internal defects