

MAREK GUGAŁA
KRYSTYNA ZARZECKA
ANNA SIKORSKA

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Ocena skuteczności działania herbicydów i ich wpływ na plon handlowy ziemniaka

Evaluation of herbicide efficiency and their influence on potato marketable yield

Badania polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono w układzie split-plot jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach. I czynnik — dwie odmiany ziemniaka: Irga i Balbina. II czynnik — cztery sposoby pielęgnacji: 1. pielęgnacja mechaniczna — obiekt kontrolny, 2. Plateen 41,5 WG (flufenacet 24% + metrybuzyna 17,5%) w dawce 2,0 kg·ha⁻¹, 3. Racer 250 EC (flurochloridon 250g) w dawce 3,0 dm³·ha⁻¹, 4. Sencor 70 WG (metrybuzyna 70%) w dawce 1,0 kg·ha⁻¹. Celem badań było określenie skuteczności chwastobójczej stosowanych herbicydów i ich wpływ na plon handlowy oraz przedstawienie zależności między zachwaszczeniem a plonem handlowym bulw. Analizując sposoby pielęgnacji największą skuteczność zniszczenia chwastów wyrażoną w powietrznie suchej masie chwastów przed zwarciem rzędów jak i przed zbiorem bulw ziemniaka otrzymano na obiektach, gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną oraz herbicyd Plateen 41,5 WG oraz na obiekcie gdzie, zastosowano pielęgnację mechaniczno-chemiczną, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG. Najmniejszą skutecznością w stosunku do obiektu kontrolnego pielęgnowanego wyłącznie mechanicznie wykazał się herbicyd Racer 250 EC. O skuteczności chwastobójczej zabiegów pielęgnacyjnych decydowały również warunki pogodowe w poszczególnych latach badań. Z przeprowadzonych badań wynika, że zarówno odmiany jak i sposoby pielęgnacji miały istotny wpływ na wielkość plonu handlowego bulw ziemniaka. Stwierdzono istnienie ścisłej zależności pomiędzy powietrznie suchą masą chwastów oznaczoną przed zwarciem rzędów i przed zbiorem bulw a plonem handlowym bulw ziemniaka. Z równań regresji wynika, że wzrost powietrznie suchej masy chwastów na 1 ha obniżył plon handlowy.

Słowa kluczowe: odmiany, plon handlowy, skuteczność herbicydu, sposoby pielęgnacji

Field studies were carried out in the years 2005–2007 at the Experimental Station of the University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce. The experiment was arranged as a two-factorial split-plot design with three replicates. The following factors were examined: two potato cultivars: Irga and Balbina, and four weed control methods: mechanical cultivation (control), Plateen 41,5 WG (flufenacet 24% + metribuzin 17.5%) at the rate of 2.0 kg·ha⁻¹, and Racer 250 EC (flurochloridon 250g) at the rate

of 3.0 dm³·ha⁻¹, and Sencor 70 WG (metribuzin 70%) at the rate of 1.0 kg·ha⁻¹. The aim of the study was to determine the effectiveness of applied herbicides and their impact on marketable yield and the presentation of the relationship between weed control and marketable yield of tubers. The greatest weed air dry matter was obtained prior to row closure and harvest in plots where mechanical cultivation was accompanied by an application of Plateen 41.5 WG, and in plots where mechanical cultivation was accompanied by chemical control prior to emergence: hilling and harrowing and, just before emergence, Sencor 70 WG. Racer 250 EC was least effective compared with the control. The efficiency of the weed control methods was also influenced by the weather conditions in individual study years. The studies revealed that both the cultivars and weed control methods had a significant effect on the marketable yield of potato tubers. A close relationship of the air dry matter of weeds determined prior to row closure and tuber harvest with the marketable yield of potato tubers was found. The regression equations indicate that the increase in dry mass of weeds per 1 ha reduced the marketable yield.

Key words: cultivars, herbicide efficacy, trade yield, weed control methods

WSTĘP

W czasie wegetacji ziemniak jest narażony na działanie wielu czynników obniżających plonowanie w tym zachwaszczenie. Aby zminimalizować to, należy stworzyć roślinom optymalne warunki do rozwoju stosując różne sposoby pielęgnacji i środki ochrony. Środki ochrony roślin ograniczając występowanie agrofagów, pomagają tworzyć optymalne warunki dla rozwoju roślin na plantacji a tym samym wpływają na uzyskanie wyższych plonów, o dobrej jakości (Pawińska, 2007 i 2010).

Zdaniem Fernandez-Quintanilla i in. (2008), Praczyka i Skrzypczaka (2011) oraz Ciesielskiej i in. (2011) chwasty spośród wszystkich agrofagów najbardziej wpływają na obniżenie plonów, może sięgać od 10 do 50%, a zdaniem Wesołowskiego i Kaługi (1989) może dochodzić do 70%. Herbicydy stanowią trwały element w technologii uprawy roślin. Ich stosowanie zapewnia wysoką skuteczność regulacji zachwaszczenia, ogranicza konkurencyjność chwastów w stosunku do rośliny uprawnej, zmniejsza nakłady pracy i ułatwia pielęgnację pól (Kucharski i Rola, 2007).

Zdaniem Tomczaka i in. (2007) stosowanie w ochronie ziemniaka mieszanin herbicydów zwiększa spektrum zwalczania chwastów. Natomiast Gruczk (2004) dowodzi, że szerokie spektrum działania wykazuje herbicyd Sencor 70 WG, którego substancją aktywną jest metrybuzyna.

Celem badań było określenie skuteczności chwastobójczej stosowanych herbicydów ich wpływ na plon handlowy oraz przedstawienie zależności między zachwaszczeniem a plonem handlowym bulw.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono w układzie split-plot jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach.

Czynnik I rzędu — dwie odmiany ziemniaka: Irga i Balbina,

Czynnik II rzędu — cztery sposoby pielęgnacji:

- pielęgnacja mechaniczna — obiekt kontrolny,
- pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Plateen 41,5 WG (flufenacet 24% + metrybuzyna 17,5%) w dawce $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. 1-krotne obredlanie i do 10 dni po posadzeniu ziemniaka opryskiwanie herbicydem Racer 250 EC (flurochloridon 250 g) w dawce $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$,
- pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG (metrybuzyna 70%) w dawce $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Ziemniaki uprawiano na stanowisku po pszenżycie ozimym. Zachwaszczenie poletek wykonano metodą ilościowo wagową w dwóch terminach: 2–3 tygodnie po zastosowaniu herbicydów (przed zwarciem rzędów) i pod koniec wegetacji ziemniaka (1–2 tygodnie przed zbiorem bulw). Skuteczność chwastobójczą wyrażono w procentach zniszczenia powietrznie suchej masy chwastów, w stosunku do obiektu kontrolnego pielęgnowanego wyłącznie mechanicznie, zgodnie z metodyką Badowskiego i in. (2001). Za plon handlowy bulw przyjęto masę bulw frakcji handlowej $\varnothing \geq 40 \text{ mm}$ pomniejszoną o masę bulw z wadami wyglądu, tj. bulwy zazielenione ($\geq 30\%$ powierzchni), bulwy uszkodzone przez szkodniki glebowe (drutowce, pędraki i rolnice), bulwy silnie zdeformowane, porażone przez choroby oraz silnie splekane fizjologicznie (Nowacki, 2007).

Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano 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, 1991).

Zdaniem Głuskiej (2004) do prawidłowego rozwoju i wytworzenia dobrego ilościowo i jakościowo plonu bulw, ziemniaki potrzebują w czasie wegetacji w granicach 350 mm opadu jednakże większe znaczenie od ilości ma ich rozkład w poszczególnych fazach rozwojowych roślin ziemniaka.

Przebieg warunków pogodowych w latach prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. Według obliczonego współczynnika Sielianinowa, okres wegetacyjny 2005 charakteryzował się brakiem posuchy, jednakże występowały miesiące o skrajnych warunkach, od silnej posuchy w miesiącu kwietniu i wrześniu po brak posuchy w maju i lipcu. W sezonie wegetacyjnym 2006 roku opady atmosferyczne były największe jednakże nierównomiernie rozłożone. Najmniejsze odnotowano w miesiącach czerwcu i lipcu — decydujących o rozwoju i plonowaniu roślin ziemniaka największe zaś w miesiącu sierpniu gdzie wartość współczynnika Sielianinowa była na poziomie 1,48. Rok 2007 był najbardziej korzystny do plonowania ziemniaka. Warunki atmosferyczne w poszczególnych miesiącach były zróżnicowane, jednakże równomiernie rozłożone.

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2005–2007
Weather conditions in potato vegetation period in the years 2005–2007

Lata Years	Miesiące — Months						Średnia — Mean IV-IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura °C — Temperature °C							
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
2007	8,6	14,6	18,2	18,9	19,9	13,1	15,4
Średnia z wielolecia Multiyear mean 1987–2000	7,8	12,5	17,2	19,2	18,5	13,1	14,7
Opady mm — Rainfall mm							
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
2007	21,2	59,1	59,0	70,2	31,1	67,6	308,2
Suma z wielolecia z wielolecia Multiyear sum 1987–2000	38,6	44,1	52,4	49,8	43,0	47,3	275,2
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa Sielianinov's hydrothermic coefficients							
2005	0,47	1,60	0,92	1,51	0,84	0,35	1,00
2006	1,18	0,99	0,47	0,24	1,48	0,45	1,26
2007	0,82	1,37	1,08	1,23	0,53	1,72	1,10

Wartość współczynnika Sielianinowa — 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

Analizując sposoby pielęgnacji (tab. 2 i 3) największą skuteczność przed zwarciem rzędów jak i przed zbiorem bulw ziemniaka otrzymano na obiektach 2., gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną oraz herbicyd Plateen 41,5 WG (flufenacet + metrybuzyna) wyniosła średnio 58,3% przed zwarciem rzędów i 66,2 przed zbiorem bulw oraz na obiekcie 4. gdzie, zastosowano pielęgnację mechaniczno-chemiczną, tj. do wschodów obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG (metrybuzyna) przed zwarciem rzędów — średnio 77,3% i przed zbiorem bulw — średnio 73,1%. Wyniki te znalazły potwierdzenie w badaniach Ciesielskiej i Wysmułek (2012). Ich zdaniem herbicyd Sencor 600 SC oraz standard Sencor 70 WG niezależnie od terminu stosowania charakteryzował się szerokim spektrum zwalczania chwastów a dodatek graminicydu Titus 25 WG i adiuwantu Trend 90 EC spowodował, że większość obecnych w łanie ziemniaka chwastów była niszczone w 87–100%. Również Tomczak i in. (2007) wykazali wysoką skuteczność metrybuzyny oraz mieszaniny prosulfokarbu i metrybuzyny w zwalczaniu chwastów w uprawie ziemniaka. Ponadto we wcześniejszych badaniach Gugala i Zarzecka (2008 i 2009) wykazali wysoką skuteczność herbicydu Plateen 41,5 WG oraz mieszaniny herbicydów Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant Atpolan 80 EC.

Tabela 2

Skuteczność zwalczania chwastów w % (przed zwarciem rzędów)
Efficacy of weed control in % (before row closing of the potato)

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. Obiekt kontrolny — control object	—	—	—	—
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	28,1	80,6	62,3	57,0
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	30,0	9,7	12,1	17,3
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	59,5	88,1	85,0	77,5
	Średnio — Mean	39,2	59,5	53,1	50,6
Balbina	1. Obiekt kontrolny — control object	—	—	—	—
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	32,3	82,4	63,8	59,5
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	22,6	3,7	21,6	15,9
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	56,3	88,8	85,9	77,0
	Średnio — Mean	37,1	58,3	57,1	50,8
Średnio Mean	1. Obiekt kontrolny — control object	—	—	—	—
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	30,2	81,5	63,1	58,3
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	26,3	6,7	16,9	16,3
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	57,9	88,5	85,5	77,3
Średnio dla lat — Mean for years		38,1	58,9	55,2	—

1. obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna, control object — mechanical weeding, 2. pielęgnacja mechaniczna — mechanical weeding + Plateen 41,5 WG 2,0 kg·ha⁻¹, 3. pielęgnacja mechaniczna — mechanical weeding + Racer 250 EC 3,0 dm³·ha⁻¹, 4. pielęgnacja mechaniczna — mechanical weeding + Sencor 70 WG 1,0 kg·ha⁻¹

Tabela 3

Skuteczność zwalczania chwastów w % (przed zbiorem bulw)
Efficacy of weed control in % (before harvest of the potato)

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. Obiekt kontrolny — control object	—	—	—	—
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	43,1	56,3	94,3	64,6
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	31,2	17,9	67,2	38,8
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	53,9	75,1	96,0	75,0
	Średnio — Mean	42,7	49,8	85,8	59,5
Balbina	1. Obiekt kontrolny — control object	—	—	—	—
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	41,5	67,6	94,3	67,8
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	32,0	12,6	68,0	37,5
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	45,1	72,6	95,7	71,1
	Średnio — Mean	39,5	50,9	86,0	58,8
Średnio Mean	1. Obiekt kontrolny — control object	—	—	—	—
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	42,3	61,9	94,3	66,2
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	31,6	15,3	67,6	38,2
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	49,5	73,9	95,9	73,1
Średnio dla lat — Mean for years		41,1	50,4	85,9	—

Najmniejszą skutecznością przed zwarciem rzędów — średnio 16,3% i przed zbiorem bulw — 38,2%, w stosunku do obiektu kontrolnego pielęgnowanego wyłącznie mechanicznie, wykazał się herbicyd Racer 250 EC (flurochloridon). O niskiej skuteczności herbicydu Racer 250 EC w redukcji świeżej i suchej masy chwastów donosi w swoich badaniach Pszczółkowski (2003). Również Pawlonka (2007) wykazał, że wzrostowi poziomu ochrony towarzyszy istotny spadek zachwaszczenia.

Analizując skuteczność zwalczania chwastów w zależności od odmiany stwierdzono, że była ona na podobnym poziomie, zarówno w przypadku odmiany Irga odpowiednio 50,6 przed zwarciem rzędów i 59,5% przed zbiorem bulw jak i Balbina odpowiednio: 50,8 i 58,8%. O zróżnicowanym zachwaszczeniu w uprawianych odmianach donosi w swoich wcześniejszych badaniach Zarzecka i in. (2004). Ich zdaniem średnio wczesne odmiany Ibis i Irga skuteczniej konkurowały z chwastami niż Miła i Arkadia, gdyż wytwarzały wysokie rośliny, wcześniej wschodziły i zakrywały międzyrzędzia

O skuteczności chwastobójczej zabiegów pielęgnacyjnych decydowały również warunki meteorologiczne w poszczególnych latach badań. Największą skuteczność zniszczenia powietrznie suchej masy chwastów, oznaczonej przed zwarciem rzędów ziemniaka uzyskano w 2006 roku — średnio 58,9%, natomiast oznaczoną przed zbiorem bulw ziemniaka w 2007 roku, który był najbardziej optymalny pod względem warunków termiczno-wilgotnościowych — średnio 85,9%, natomiast najniższą skuteczność w obu terminach badań uzyskano w 2005 roku, który charakteryzował się najmniejszymi opadami jednakże o bardzo nierównomiernym rozkładzie. Wyniki te znalazły również potwierdzenie we wcześniejszych badaniach Zarzeckiej i in. (2004), którzy wykazali, że większą efektywność ograniczania zachwaszczenia uzyskano w roku o dobrych warunkach wilgotnościowych w okresie wykonywania zabiegów chemicznych Natomiast w kolejnych badaniach Gugala i Zarzecka (2011) wykazali, że najlepszy efekt zniszczenia powietrznie suchej masy chwastów uzyskano w sezonie wegetacyjnym charakteryzującym się niskimi opadami i temperaturą wyższą o 1,5°C w porównaniu do średniej z wielolecia.

Tabela 4

Plon handlowy bulw ziemniaka t·ha⁻¹
Marketable yield of potato tubers t·ha⁻¹

Odmiany Cultivars	Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Lata — Years			Średnio Mean
		2005	2006	2007	
Irga	1. Obiekt kontrolny — control object	7,7	10,2	13,2	10,4
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	11,5	14,5	29,9	18,6
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	9,0	12,8	20,5	14,1
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	16,1	17,0	33,7	22,3
	Średnio — Mean	11,1	13,6	24,3	16,3
Balbina	1. Obiekt kontrolny — control object	13,6	14,8	18,7	15,7
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	18,5	18,4	33,7	23,5
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	15,4	15,9	22,6	18,0
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	20,1	27,3	37,8	28,4
	Średnio — Mean	16,9	19,1	28,2	21,4
Średnio Mean	1. Obiekt kontrolny — control object	10,7	12,5	15,9	13,0
	2. Plateen 41,5 WG — 2,0 kg·ha ⁻¹	15,0	16,4	31,8	21,1
	3. Racer 250 EC — 3,0 dm ³ ·ha ⁻¹	12,2	14,4	21,6	16,1
	4. Sencor 70 WG — 1,0 kg·ha ⁻¹	18,0	22,1	35,8	25,3
Średnio dla lat — Mean for years		14,0	16,4	26,3	—

NIR_{0,05}; LSD_{0,05} dla; for: lat — years — 4,1; odmian — cultivars — 2,7; sposobów pielęgnacji — weed control methods — 1,6; interakcja — interaction: sposoby pielęgnacji × odmiany — weed control methods × cultivars = r.n-n.s; sposoby pielęgnacji × lata — weed control methods × years = 2,9; odmiany × lata — cultivars × years = r.n-n.s

Zdaniem Nowackiego (2007) coraz częściej rolnika interesuje nie tylko wysokość plonu ogólnego, ale przede wszystkim wysokość plonu handlowego, a więc tej części plonu

ogólnego, która może być sprzedana zgodnie z planowanym kierunkiem produkcji. Z przeprowadzonych badań wynika, że sposoby pielęgnacji różnicując zachwaszczenie, wpływają na wielkość plonu handlowego bulw ziemniaka (tab. 4).

Największy plon uzyskano na obiektach, gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną + herbicyd Sencor 70 WG i gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną + herbicyd Plateen 41,5 WG. Wyniki te są zbieżne z badaniami Pszczółkowskiego i Sawickiej (2003), którzy dowiedli, że użycie herbicydów w pielęgnacji ziemniaka zwiększyły plon ogólny i handlowy bulw. Natomiast Boligłowa i in. (2004) zaobserwowali obniżenie plonu w odniesieniu do kontroli o 22–25% po zastosowaniu cyjanazyny i fluorochloridonu, a po opryskiwaniu linuronem i rimsulfuronem z metrybuzyną zanotowali tendencję do wzrostu plonu bulw ziemniaka.

Ponadto obliczenia statystyczne dowiodły, że istotny wpływ na omawianą cechę miały również uprawiane w doświadczeniu odmiany. Największy średni plon otrzymano uprawiając odmianę Balbina, mniejszy zaś Irgę, również Krzysztofik i in. (2009) wykazali, że odmiana Irga charakteryzowała się najmniejszym plonem handlowym z pośród trzech badanych odmian ziemniaka. Jednakże obie badane w doświadczeniu odmiany reagowały zwykłą plonu po zastosowaniu herbicydów, co znalazło potwierdzenie w badaniach Zarzeckiej i Gugala (2006) oraz Zarzyńskiej (2010), którzy wykazali istotne różnice odmianowe dotyczące wielkości plonu bulw.

Ponadto na skuteczność chwastobójczą jak i na plon handlowy, miał istotny wpływ przebieg warunków pogodowych panujących w latach badań. Największy plon handlowy — średnio 26,3 t·ha⁻¹ uzyskano w roku 2007, który charakteryzował się najlepszym rozkładem opadów w czasie zawiązywania bulw, tj. w czerwcu i lipcu. Wyniki te znalazły potwierdzenie w badaniach Dziezyca i in. (2012), którzy na podstawie analizy modelu stwierdzili, że najkorzystniejsze opady są w okresie czerwiec — lipiec, niezależnie od sumy opadów poprzedzających te miesiące. Również Zarzyńska (2010) wykazała, że niedobór wody w czerwcu i lipcu miał odzwierciedlenie w plonie bulw i jego jakości.

Obliczone współczynniki korelacji pomiędzy powietrznie suchą masą chwastów oznaczoną przed zwarciem rzędów i przed zbiorem bulw a plonem handlowym bulw ziemniaka (tab. 5) wykazały istotne ujemne oddziaływanie.

Tabela 5

Wartości współczynników korelacji prostej Pearsona pomiędzy zachwaszczeniem a plonem użytkowym bulw ziemniaka (średnia dla trzech lat i sposobów pielęgnacji)
Values of Pearson's correlation coefficients between the weediness indexes and the marketable yield of potato tubers (mean for 3 years and weed control methods)

Wskaźniki zachwaszczenia — Indices of weediness	Plon handlowy (t·ha ⁻¹) — Marketable yield (t·ha ⁻¹)
Powietrznie sucha masa chwastów w t na 1 ha przed zwarciem rzędów ziemniaka Air-dry matter of weeds in t per 1 ha before closing of potato rows	-0,920**
Powietrznie sucha masa chwastów w t na 1 ha przed zbiorem bulw Air-dry matter of weeds in t per 1 ha before harvest of tubers	-0,996**

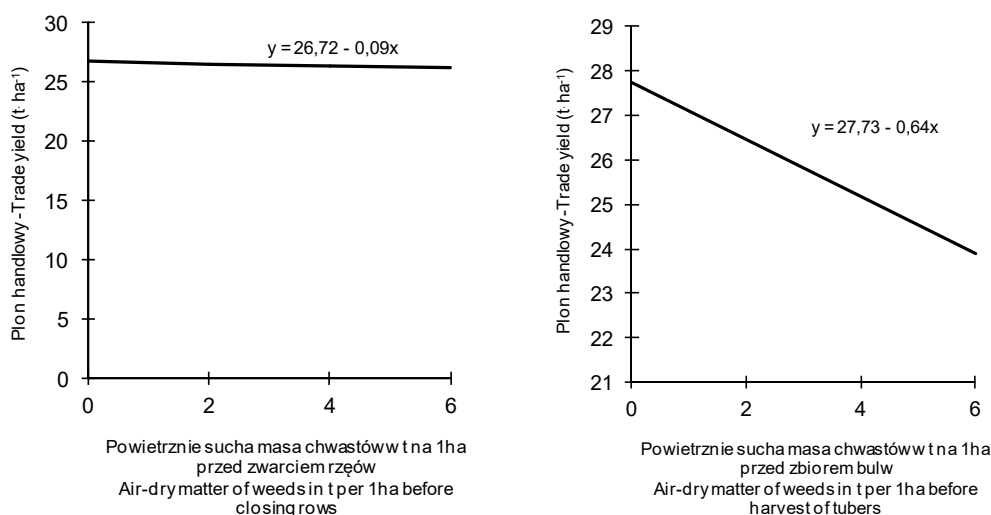
* Istotne przy; Significant at p≤0,05

** Istotne przy; Significant at p≤0,01

W pierwszym terminie oznaczenia zachwaszczenia badana cecha plonu osiągnęła mniejszą współzależność $r = -0,920$. Przed zbiorem bulw sucha masa chwastów, była ściślej

skorelowana z plonem handlowym — $r = -0,996$. Wyniki te są zbieżne z badaniami Zarzeckiej (2004), która na podstawie wartości współczynników korelacji stwierdziła, że plon ogólny i frakcji handlowej w największym stopniu zmniejszała powietrznie sucha masa chwastów. Podobne wyniki uzyskał również Hashima i in. (2003).

Przeprowadzona analiza regresji wykazała prostoliniową ujemną zależność plonu handlowego od powietrznie suchej masy chwastów oznaczonej przed zwarciem rzędów i przed zbiorem bulw ziemniaka (rys. 1). Z równań wynika, że wzrost o 1 tonę powietrznie suchej masy chwastów na 1 ha obniżył plon handlowy odpowiednio o 0,09 i o 0,64 t z ha. Sawicka i in. (2006) wykazała, że plon ogólny i handlowy silniej zależy od świeżej i suchej masy chwastów niż od liczby chwastów.



Rys. 1. Zależność plonu handlowego od powietrznie suchej masy chwastów ($t \cdot ha^{-1}$) przed zwarciem rzędów i przed zbiorem bulw

Fig. 1. Relation between the marketable yield and the air-dry matter of weeds ($t \cdot ha^{-1}$) before closing of the rows and harvest of tubers

WNIOSKI

1. Z przeprowadzonych badań wynika, że skuteczność zniszczenia chwastów wyrażona w powietrznie suchej masie chwastów oznaczonej w obu terminach badań była różnicowana przez sposoby odchwaszczania, odmiany oraz warunki atmosferyczne panujące w poszczególnych sezonach wegetacyjnych.
2. Stosowane w doświadczeniu herbicydy w wyniku usunięcia konkurencji chwastów oraz uprawiane odmiany miały istotny wpływ na wielkość plonu handlowego bulw ziemniaka.

3. Nierównomierny rozkład opadów w sezonie 2005 roku, był przyczyną obniżenia skuteczności działania stosowanych w doświadczeniu herbicydów oraz zmniejszenia plonu handlowego bulw ziemniaka.
4. Współczynniki korelacji wskazują wysoką ujemną współzależność plonu handlowego z powietrznie suchą masą chwastów oznaczoną przed zwarciem rzędów i przed zbiorem bulw a plonem handlowym bulw ziemniaka.

LITERATURA

- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. Wyd. PWN, Warszawa: 274.
- Badowski M., Domaradzki K., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kieloch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerbny T. 2001. Metodyka doświadczeń biologicznych oceny herbicydów, bio regulatorów i adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia polowe. Wyd. IUNG, Wrocław: 1 — 167.
- Boliłłowa 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.
- Ciesielska A., Wysmułek A. 2012. Skuteczność chwastobójcza mieszaniny herbicydów Sencor 600 S.C. + Titus 25 WG w ziemniakach. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52 (4): 885 — 888.
- Ciesielska A., Wysmułek A., Piskorz B. 2011. Skuteczność chwastobójcza nowej formułacji herbicydu Sencor 600 SC. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (3): 1345 — 1348.
- Dzięzyk H., Chmura K., Dmowski Z. 2012. Określenie wpływu warunków opadowych na plonowanie ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego w południowej Polsce. Woda Środ. Obsz. Wiej. (IV-VI), t 12 z. 2 (38): 133 — 141.
- Fernandez-Quintanilla C., Quadranti M., Kudsk P., Barberi P. 2008. Which future for weed science? Weed Res. 48: 297 — 301.
- Głuska A. 2004. Wpływ zmiennego rozkładu opadów na cechy bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) oraz wyznaczenie okresu krytycznego wrażliwości na niedobór wody u odmian o różnej długości okresu wegetacji. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 496: 217 — 227.
- Gruczek T. 2004. Wrażliwość odmian ziemniaka na metrybuzynę. Biul. IHAR 232: 193 — 199.
- Gugala M., Zarzecka K. 2008. Skuteczność chwastobójcza herbicydów w zależności od sposobu uprawy roli i pielęgnacji ziemniaka. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 48 (1): 264 — 267.
- Gugala M., Zarzecka K. 2009. Ocena skuteczności herbicydów w uprawie ziemniaka. Biul. IHAR 251: 225 — 234.
- Gugala M., Zarzecka K. 2011. Skuteczność i selektywność herbicydów w regulacji zachwaszczenia na plantacji ziemniaka. Biul. IHAR 262: 103 — 110.
- Hashim S., Marwat K. B., Hassan G. 2003. Chemical weed control efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) under agroclimatic conditions of Peshewar, Pakistan. Pak. J. Weed Sci. Res., 9 (1-2): 105 — 110.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. Inż. Roln. 5 (114): 123 — 129.
- Kucharski M., Rola H. 2007. Zmianowanie roślin i herbicydów elementem ograniczającym rozwój odporności chwastów. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (3): 365 — 370.
- Nowacki W. 2007. Plon handlowy i straty przechowalnicze ziemniaka jadalnego uprawianego w systemie ekologicznym i integrowanym. J. Res. Applic. Agricult. Engin. 52 (4): 5 — 9.
- Pawińska M. 2007. System ochrony ziemniaków przed agrofagami. Fragm. Agronom. 4 (96): 82 — 91.
- Pawińska M. 2010. Ochrona ziemniaków. IHAR w Radzikowie: 1 — 8.
- Pawlonka Z. 2007. Plonowanie ziemniaka uprawianego w monokulturze przy różnym poziomie ochrony chemicznej przed chwastami. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 47 (3): 229 — 233.
- Praczyk T., Skrzypczak W. 2011. Stan aktualny i kierunki rozwoju herbologii. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 51 (1): 354 — 363.
- Pszczółkowski P. 2003. Próba ograniczenia zachwaszczenia łanu ziemniaka w uprawie pod osłonami. Cz. II. Masa, liczebność i skład gatunkowy chwastów. Biul. IHAR 228: 261 — 273.

- Pszczółkowski P., Sawicka B. 2003. Produkcyjność bardzo wczesnych odmian ziemniaka uprawianych pod osłonami Cz. I. Plon i jego struktura. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 2 (2): 61 — 72.
- Sawicka B., Barbaś P., Kuś J. 2006. Wpływ zachwaszczenia ładu na plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Pam. Puł.* 142: 429 — 443.
- Tomczak B., Bączkowska E., Bubniewicz P., Górniak J. 2007. Prosulfokarb — herbicyd do ochrony zbóż i ziemniaków przed chwastami jedno i dwuliściennymi. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 47 (3): 280 — 284.
- Tomczak B., Bączkowska E., Bubniewicz P., Górniak J. 2007: Prosulfokarb – herbicyd do ochrony zbóż i ziemniaków przed chwastami jedno- i dwuliściennymi. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 47 (3): 280 — 284.
- Trętowski J., Wójcik R. 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. WSRP Siedlce: 500 ss.
- Wesołowski M., Kacuga W. 1989. Plonowanie i zachwaszczenie ziemniaka w plonie głównym I wtórnym w zależności od sposobu zwalczania chwastów. *Rocz. Nauk Roln.* 112 (3-4): 141 — 150.
- Zarzecka K., Gugąła M. 2006. Porównanie różnych sposobów pielęgnacji ziemniaka. *Pam. Puł.* 142: 607 — 615.
- Zarzecka K., Gugąła M., Gąsiorowska B. 2004. Plonowanie wybranych odmian ziemniaka w warunkach zróżnicowanej ochrony przed chwastami. *Biul. IHAR* 232: 167 — 176.
- Zarzyńska K. 2010. Struktura plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w różnych warunkach środowiskowych. *J. Res. Applic. Agricult. Engin.* 55 (4): 181 — 184.