

KRYSTYNA ZARZECKA**MAREK GUGAŁA****HONORATA DOŁĘGA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Siedlce

Regulacja stopnia zachwaszczenia ziemniaka z zastosowaniem herbicydów

Regulation of weed infestation degree in potato with the use of herbicides

Badania polowe przeprowadzono w latach 2005–2007. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe, metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: dwie odmiany ziemniaka — Irga i Balbina i cztery sposoby pielęgnacji z udziałem herbicydów: Plateen 41,5 WG, Racer 250 EC, Sencor 70 WG i obiekt kontrolny — pielęgnacja mechaniczna. Celem badań było określenie wpływu sposobów pielęgnacji ziemniaka na liczbę chwastów i plon handlowy dwóch odmian ziemniaka jadalnego. Najmniejszą liczbę chwastów określoną przed zwarciem rzędów i przed zbiorem bulw stwierdzono na obiekcie opryskiwanym herbicydem Sencor 70 WG. Stwierdzono istotne ujemne zależności pomiędzy liczbą chwastów a wielkością plonu bulw.

Słowa kluczowe: herbicydy, plon handlowy, zachwaszczenie, ziemniak

A field experiment was carried out in 2005–2007. The experiment was designed as a two factor randomized block with three replicates. Factors examined in the experiment included two potato cultivars — Irga and Balbina and four weed control methods: application of herbicides: Plateen 41,5 WG, Racer 250 EC, Sencor 70 WG and control object – mechanical weeding. The work was aimed at evaluating the effectiveness of the weed control methods on the number of weeds and assessing their effects on yielding of two cultivars of table potato. The lowest number of weeds before closing of potato rows and before harvest of tubers was noted after treatment performed with the use of herbicide Sencor 70 WG. The results indicated significant negative relationships between the number of weeds and potato tuber yield.

Key words: herbicides, marketable yield, potato, weeds

WSTĘP

Plony bulw ziemniaka kształtują zabiegi agrotechniczne, uprawiane odmiany oraz warunki środowiskowe (Krasowicz i Nowacki, 2005; Rębarz i Borówczak, 2009, Zarzecka i in., 2004). Jednym z ważniejszych czynników ograniczających plonowanie jest

występowanie chwastów w zbiorowiskach pól uprawnych, w tym na polach ziemniaczanych (Gugała i Zarzecka, 2010; Praczyk i Skrzypczak, 2011). Chwasty cechują się największą potencjalną zdolnością do obniżania plonów, bo średnio o 34%, natomiast szkodniki — o 18%, a choroby — średnio o 16% (Fernandez-Quintanilla i in., 2008). Dlatego stosowanie chemicznej ochrony stało się niezbędnym i trwałym elementem w technologiach uprawy roślin rolniczych. Prawidłowo stosowane środki ochrony roślin umożliwiają osiągnięcie wysokich i jakościowo dobrych plonów bez uszczerbku dla chronionej rośliny (Kucharski, 2008).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wybranych herbicydów na liczebność chwastów oraz na plon handlowy bulw ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w układzie zależnym split-plot, w trzech powtórzeniach, jako dwuczynnikowe. Czynniki I rzędu stanowiły dwie odmiany ziemniaka jadalnego: Irga i Balbina, a czynnik II rzędu cztery sposoby pielęgnacji:

- pielęgnacja mechaniczna do wschodów i po wschodach roślin ziemniaka — obiekt kontrolny,
- pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. obredlanie połączone z bronowaniem i obredlanie, a tuż przed wschodami zastosowano herbicyd Plateen 41,5 WG w ilości $2,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$,
- pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. jednokrotne obredlanie i do 10 dni po posadzeniu bulw opryskiwanie herbicydem Racer 250 EC w dawce $3,0 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$,
- pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. obredlanie połączone z bronowaniem i obredlanie, a tuż przed wschodami herbicyd Sencor 70 WG w dawce $1,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Ziemniak uprawiano w stanowisku po pszenzycie ozimym. Jesienią stosowano nawożenie organiczne w postaci obornika w ilości $25,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i nawożenie mineralne fosforowo-potasowe w ilości 39,6 kg P i 112,1 kg K na 1 ha. Wiosną, przed sadzeniem bulw wysiewano nawozy azotowe w dawce N — $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Ziemniaki sadzono w trzeciej dekadzie kwietnia, a zbierano po osiągnięciu dojrzałości technologicznej w trzeciej dekadzie września i pierwszej dekadzie października.

Analizy zachwaszczenia poletek przeprowadzono metodą ramkową w dwóch terminach: 2 tygodnie po zastosowaniu herbicydów (przed zwarciem rzędów ziemniaka) i pod koniec wegetacji rośliny uprawnej (tuż przed zbiorem bulw). Określono liczbę chwastów na powierzchni 1 m^2 . Za plon handlowy przyjęto masę bulw o średnicy powyżej 40 mm oraz bez wad zewnętrznych i wewnętrznych. Wyniki poddano analizie wariancji, porównując średnie przy pomocy testu Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań były zmienne (tab. 1). W 2005 roku w czerwcu (pobieranie prób chwastów) było wilgotno, ale chłodno, a w całym okresie wegetacji ziemniaka opady były mniejsze niż w okresie wieloletnim o 74,5 mm. W 2006 roku w czerwcu było mniej opadów, ale temperatury powietrza były wyższe, a podczas wegetacji opady były nierównomiernie rozłożone, a temperatury we wszystkich

miesiącach wyższe niż w latach 1981–1995. W 2007 roku opady były najobfitsze i było najcieplej. Sezon wegetacyjny 2007 roku odznaczał się najkorzystniejszymi warunkami meteorologicznymi — opady były równomiernie rozłożone, a temperatury zbliżone do średnich z wielolecia.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2005–2007
(Stacja Meteorologiczna Zawady)
Weather conditions in potato vegetation period in the years 2005–2007
(Zawady Meteorological Station)

Lata Years	Miesiące — Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX
Opady — Rainfalls (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
Średnia suma z wielolecia Mean sum in 1981–1995	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7
Temperatura powietrza — Air 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 Mean for 1981–1995	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	14,0

WYNIKI I DISKUSJA

Liczba chwastów oznaczona w początkowym okresie wegetacji ziemniaka, tj. przed zwarciem rzędów, zależała istotnie od sposobów pielęgnacji i warunków pogodowych w latach prowadzenia badań, natomiast przed zbiorem bulw od wszystkich czynników eksperymentu (tab. 2, 3). W pierwszym terminie obserwacji największe zachwaszczenie odnotowano na obiekcie pielęgnowanym wyłącznie mechanicznie, natomiast najmniejsze — ponad dwukrotnie mniejsze — po opryskiwaniu plantacji herbicydem Sencor 70 WG. Również herbicyd Plateen 41,5 WG dobrze ograniczał liczebność chwastów — pod względem skuteczności był homologiczny w porównaniu do preparatu Sencor 70 WG. Najmniej efektywny z chemicznych środków ochrony roślin w ograniczaniu zachwaszczenia okazał się Racer 250 EC. Urbanowicz (2010) zwraca uwagę, że Sencor skutecznie ogranicza zachwaszczenie, ale u wrażliwych odmian powoduje fitotoksyczne uszkodzenia roślin oraz obniżenie plonu bulw ziemniaka. Ciesielska i in. (2011) stwierdzili, że Sencor 600 SC stosowany w mieszaninie z preparatami Titus 25 WG i Trend 90 EC niszczył obecne w łanie gatunki chwastów w 87–99%. Czynnikiem silnie modyfikującym liczebność chwastów były warunki meteorologiczne panujące podczas wegetacji. Największą ich liczbę stwierdzono w 2005 roku, w którym maj i czerwiec były wilgotne i chłodne, a to sprzyjało rozwojowi chwastów. Podobny wpływ warunków pogodowych na zachwaszczenie w początkowym okresie wegetacji obserwowała Sawicka i in. (2011).

Tabela 2

Liczba chwastów przed zwarciem rzędów ziemniaka
Number of weeds before potato row closing

Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Liczba chwastów — Number of weeds (szt. · m ²)					średnio mean
	odmiany — cultivars		lata — years			
	Irga	Balbina	2005	2006	2007	
Obiekt kontrolny — Control object	26,0	24,2	39,7	20,5	15,2	25,1
Plateen 41,5 WG	16,2	14,2	26,5	7,5	11,7	15,2
Racer 250 EC	21,9	21,8	32,0	19,7	13,9	21,9
Sencor 70 WG	12,0	10,7	20,7	6,7	6,7	11,4
Średnio — Mean	19,0	17,7	29,8	13,6	11,9	18,4

NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: lat — years = 8,2;
NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: odmian — cultivars = r.n.-n.s.
NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: sposobów pielęgnacji — weed control methods = 4,9

Tabela 3

Liczba chwastów przed zbiorem bulw ziemniaka
Number of weeds before harvest of the potato

Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Liczba chwastów — Number of weeds (szt. · m ²)					średnio mean
	odmiany — cultivars		lata — years			
	Irga	Balbina	2005	2006	2007	
Obiekt kontrolny — Control object	51,6	36,9	28,8	52,0	52,0	44,3
Plateen 41,5 WG	28,9	17,2	18,7	31,2	19,3	23,1
Racer 250 EC	41,0	30,1	21,0	42,7	43,0	35,6
Sencor 70 WG	25,1	14,8	17,3	26,7	15,8	19,9
Średnio — Mean	36,7	24,8	21,5	38,2	32,6	30,7

NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: lat — years = 7,7
NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: odmian — cultivars = 5,0
NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: sposobów pielęgnacji — weed control methods = 4,9
NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: interakcji — interaction: lata × odmiany — years × cultivars = 8,7
NIR_{0,05} — LSD_{0,05} dla — for: interakcji — interaction: lata × sposoby pielęgnacji — years × weed control methods = 8,5

Średnia liczba chwastów określona przed zbiorem bulw wynosiła 30,7 szt. · m² i była prawie dwukrotnie większa niż przed zwarciem rzędów (tab. 3). Najmniejszą ilość chwastów stwierdzono na obiektach opryskiwanych herbicydami Sencor 70 WG i Plateen 41,5 WG, natomiast istotnie większą po zastosowaniu preparatu Racer 250 EC i zabiegów wyłącznie mechanicznych. Z uprawianych odmian bardziej zachwaszczona była Irga niż Balbina, odmiana o pokroju liściowym i której rośliny były wyższe. Również Sawicka i in. (2011) stwierdzili, że o liczbie chwastów w łanie ziemniaka decydowały właściwości odmianowe.

Układ wyników dotyczący liczby chwastów oznaczonej po zakończeniu wegetacji ziemniaka, w zależności od warunków wilgotnościowo-termicznych, był odmienny niż w trakcie wegetacji. Najmniejsze zachwaszczenie stwierdzono w 2005 roku, który odznaczał się niedostatkiem opadów, a największe w 2006 roku, o nierównomiernie rozłożonych opadach.

Według wielu autorów, stosowanie odpowiednich zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych decyduje o wielkości i jakości plonu ziemniaka (Gawęda, 2008; Krzysztofik i in., 2009; Różyło i Pałys, 2008; Zarzecka i in., 2004). Krasowicz i Nowacki (2005) stwierdzili,

że skuteczna kontrola zachwaszczenia intensyfikuje produkcję ziemniaka, a przy zachwaszczeniu powyżej 4–5 sztuk chwastów na 1 m² pola powinno się stosować system mechaniczno-chemiczny.

W przeprowadzonych badaniach plon handlowy bulw ziemniaka kształtowały istotnie sposoby pielęgnacji, uprawiane odmiany i warunki pogodowe panujące podczas wegetacji (tab. 4). Istotnie większe plony otrzymano z obiektów odchwaszczanych mechaniczno-chemicznie z zastosowaniem herbicydów (obiekty 2, 3, 4) w porównaniu do poletek kontrolnych, pielęgnowanych mechanicznie. Po opryskiwaniu plantacji preparatem Sencor 70 WG plon handlowy ziemniaka był prawie dwukrotnie większy niż na obiekcie kontrolnym, a decydowało o tym głównie zachwaszczenie, które było ściśle skorelowane z plonem bulw. Na obiekcie opryskiwanym herbicydem Plateen 41,5 WG plon był większy w odniesieniu do obiektu kontrolnego średnio o 8,03 t·ha⁻¹, a po zastosowaniu preparatu Racer 250 EC o 3,02 t·ha⁻¹. Obliczone współczynniki korelacji potwierdziły ścisłą zależność liniową pomiędzy plonem handlowym bulw a liczbą chwastów oznaczoną przed zwarciem rzędów ziemniaka ($r = -0,9824$) oraz między plonem bulw a liczbą chwastów określoną w drugim terminie ($r = -0,9993$) (tab. 5). Wskazują one także, że zachwaszczenie określone pod koniec wegetacji było silniej skorelowane z plonem handlowym niż oznaczone przed zwarciem rzędów. Różyło i Pałys (2008) prowadząc badania na glebie lekkiej i ciężkiej wykazali, że na glebie lekkiej wystąpiła ścisła zależność liniowa pomiędzy plonem a liczbą chwastów ogółem, natomiast na glebie ciężkiej — w drugim terminie oceny zachwaszczenia — plon bulw był istotnie ujemnie skorelowany w równym stopniu z powietrznie suchą masą chwastów oraz liczbą chwastów jednoliściennych.

Tabela 4

Plon handlowy bulw ziemniaka (t·ha⁻¹)
The marketable yield of tubers (t·ha⁻¹)

Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Plon bulw — Yield of tubers (t·ha ⁻¹)					średnio mean
	odmiany — cultivars		lata — years			
	Irga	Balbina	2005	2006	2007	
Obiekt kontrolny — Control object	10,38	15,71	10,70	12,50	15,94	13,05
Plateen 41,5 WG	18,64	23,51	15,01	16,43	31,80	21,08
Racer 250 EC	14,13	18,00	12,21	14,41	21,58	16,07
Sencor 70 WG	22,29	28,40	18,08	22,14	35,81	25,35
Średnio — Mean	16,36	21,40	14,00	16,37	26,28	18,88

NIR_(0,05) — LSD_(0,05) dla — for: lata — years = 4,16
 NIR_(0,05) — LSD_(0,05) dla — for: odmian — cultivars = 2,71
 NIR_(0,05) — LSD_(0,05) dla — for: sposobów pielęgnacji — weed control methods = 2,67
 NIR_(0,05) — LSD_(0,05) dla — for: interakcji — interaction: lata × sposoby pielęgnacji — years × weed control methods = 2,90

Z odmian uprawianych w doświadczeniu odmiana Balbina plonowała istotnie wyżej niż Irga. Na istotne różnice odmianowe w zakresie wielkości plonu bulw wskazują prace Krzysztofik i in. (2009), Zarzeckiej i in. (2004) oraz Zarzyńskiej (2010). Zróżnicowaną masę oraz liczebność chwastów w łanie uprawianych odmian obserwowała Sawicka i in. (2011). Autorzy ci zasugerowali, że ocena konkurencyjności istniejących odmian ziemniaka wobec chwastów powinna być włączona jako jedno z kryteriów oceny ich wartości gospodarczej, tak jak to jest w przypadku chorób i szkodników.

Współczynniki korelacji pomiędzy zachwaszczeniem a plonem ziemniaka
Correlation coefficients between weed infestation and the yield of potato tubers

Elementy zachwaszczenia Elements of weed infestation	Plon handlowy bulw w t z 1 ha The marketable yield of tubers, t per 1 ha
Liczba chwastów na 1 m ² przed zwarcie rzędów Number of weeds per 1 m ² before closing of rows	-0,9824
Liczba chwastów na 1 m ² przed zbiorem bulw Number of weeds per 1 m ² before harvest of tubers	-0,9993

Plonowanie ziemniaka było istotnie zróżnicowane w poszczególnych latach prowadzenia doświadczenia. Największy średni plon handlowy (26,28 t·ha⁻¹) otrzymano w 2007 roku i był on o 60,5% większy niż w 2006 roku i o 87,7% większy od stwierdzonego w roku 2005. Tak duże różnice w plonowaniu wynikały głównie ze zróżnicowanej sumy opadów i ich rozkładu w poszczególnych miesiącach wegetacji. Najkorzystniejszy dla plonowania był sezon 2007 roku, w którym opady były równomiernie rozłożone. O istotnym oddziaływaniu warunków wilgotnościowo-termicznych na plon i jego strukturę donoszą prace Zarzeckiej i in. (2004), Gugąły i Zarzeckiej (2010), Zarzyńskiej (2010). Lahlou i in. (2003) stwierdzili, że susza występująca podczas wegetacji redukowałą plon bulw od 11 do 53%. Zdaniem Kalbarczyka (1999) ziemniak reaguje obniżeniem plonu zarówno przy niedostatecznym jak i nadmiernym uwilgotnieniu gleby w stosunku do potrzeb wodnych ziemniaka, a które według Kalbarczyka i Kalbarczyk (2009) są zróżnicowane w miesiącach gromadzenia plonu i wynoszą w lipcu 90 mm, sierpniu 75 mm i we wrześniu 60 mm.

WNIOSKI

1. Pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z zastosowaniem herbicydu Sencor 70 WG najbardziej ograniczała zachwaszczenie na plantacji ziemniaka. Liczba chwastów była około dwukrotnie mniejsza niż na obiekcie kontrolnym pielęgnowanym mechanicznie.
2. Plon handlowy bulw ziemniaka był ściśle skorelowany z liczbą chwastów, a największy zebrano z obiektu najmniej zachwaszczonego, który pielęgnowano do wschodów mechanicznie, a tuż przed wschodami zastosowano Sencor 70 WG.
3. Na wielkość zebranego plonu handlowego istotnie oddziaływały uprawiane odmiany i warunki wilgotnościowo-termiczne podczas wegetacji.

LITERATURA

- Ciesielska A., Wysmulek A., Łęgowiak Z. 2011. Skuteczność chwastobójcza herbicydów Sencor 600 SC + Titus 25 WG. Mat. Konf. Nauk.-Szkol. nt. Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Darłówko, 19–20 maja: 56.
- Gugąła M., Zarzecka K. 2010. Zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka w zależności od sposobów pielęgnacji. Biul. IHAR 255: 59 — 65.
- Fernandez-Quintanilla C., Quadranti M., Kudsk P., Barberi P. 2008. Which future for weed science? Weed Res. 48: 297 — 301.
- Gawęda D. 2008. Plonowanie ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli. Acta Agroph. 11 (3): 623 — 632.

- Kalbarczyk R. 1999. Wpływ czynników agrometeorologicznych na plonowanie ziemniaków w województwie lubelskim. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie 202, Agricultura 79: 91 — 98.
- Kalbarczyk R., Kalbarczyk E. 2009. Potrzeby i niedobory opadów atmosferycznych w uprawie ziemniaka średnio późnego i późnego w Polsce. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3: 129 — 140.
- Krasowicz S., Nowacki W. 2005. Wpływ intensywności technologii na efektywność produkcji roślinnej. Pam. Puł. 140: 87 — 102.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. Inżynieria Rolnicza 5 (114): 123 — 129.
- Kucharski J. 2008. Regulacja zachwaszczenia — stan aktualny i potrzeby. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 48 (1): 20 — 24.
- Lahlou O., Ouattar S., Ledent J. F. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. Agronomie 23 (3): 257 — 268.
- Praczyk T., Skrzypczak G. 2011. Stan aktualny i kierunki rozwoju herbologii. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 51 (1): 354 — 363.
- 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.
- Rębarz K., Borówczak F. 2009. Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotem na zachwaszczenie ziemniaków. Fragm. Agron. 26 (4): 150 — 159.
- Sawicka B., Barbaś P., Dąbek-Gad M. 2011. Problem zachwaszczenia w warunkach stosowania bioregulatorów wzrostu i nawożenia dolistnego w uprawie ziemniaka. Nauka Przym. Technol. 5 (2): 1 — 12.
- Urbanowicz J. 2010. Wpływ powschodowego stosowania metrybuzyny na plon wybranych odmian ziemniaka. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 50 (2): 837 — 841.
- Zarzecka K., Gugala 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. Appl. Agric. Eng. 55 (4): 181 — 184.