

WPLYW SPOSOBÓW ODCHWASZCZANIA NA ZAWARTOŚĆ I PLON SUCHEJ MASY ORAZ SKROBI W BULWACH DWÓCH ODMIAN ZIEMNIAKA

PIOTR BARBAŚ¹, BARBARA SAWICKA²

¹Zakład Agronomii Ziemiaka, IHAR – PIB Oddział w Jadwisinie, ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock

²Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

Synopsis. Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 2007–2009 w Zakładzie Doświadczalnym IHAR-PIB w Jadwisinie, na glebie płowej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, split-plot, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany ziemniaka: Irga i Fianna, czynnik II rzędu stanowiły sposoby regulacji zachwaszczenia: 1) obiekt kontrolny – bez chemicznej i mechanicznej ochrony; 2) zabiegi mechaniczne (co 2 tygodnie) od posadzenia aż do zwarcia rzędów; 3) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ przed wschodami ziemniaka; 4) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0,1% przed wschodami ziemniaka; 5) Sencor 70 WG – 0,5 kg·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; 6) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0,1% po wschodach ziemniaka; 7) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC – 2 dm³·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; 8) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26,5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 SC – 1 dm³·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka. Do opryskiwania roślin herbicydami używano 300 dm³·ha⁻¹ wody. Zbiór bulw przeprowadzono w fazie dojrzałości technicznej ziemniaka. Odmiany ziemniaka decydowały o kumulacji suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka. Wyższą zawartością suchej masy i skrobi charakteryzowała się średnio późna Fianna niż średnio wczesna Irga. W przeprowadzonym doświadczeniu nie udowodniono istotnego wpływu sposobu pielęgnacji na kumulację suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka.

Słowa kluczowe: ziemniak, odmiana, regulacja zachwaszczenia, sucha masa, skrobia

WSTĘP

Ziemniak przeznaczony na cele jadalne powinien odznaczać się wysokim plonem bulw, o jak najwyższych parametrach jakościowych. O jakości bulw decyduje ich skład chemiczny, który jest różnicowany przez oddziaływanie genotypu, środowiska i agrotechniki. Czynniki te wpływają na metabolizm rośliny, powodując kształtowanie się składu chemicznego bulw [Gleń i in. 2005, Järvan i Edesi 2009]. O wartości odżywczej ziemniaka decydują składniki o dużym znaczeniu w żywieniu człowieka (skrobia, cukry rozpuszczalne, białko, błonnik pokarmowy, witaminy rozpuszczalne w wodzie i witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, związki mineralne) i o niskiej zawartości związków szkodliwych dla zdrowia (aflatoksyny, azotany, glikoalkaloidy, metale ciężkie, pozostałości pestycydów), które po strawieniu i wchłonięciu do krwi wykorzystywane są przez organizm, jako źródło energii, budulec lub czynnik regulujący procesy życiowe [Sawicka i in. 2015]. Do tych substancji zalicza się również skrobię.

O wartości odżywczej ziemniaka decyduje również zawartość węglowodanów w postaci łatwo przyswajalnej skrobi [Alcázar-Alay i in. 2015, Bahaji i in. 2014, Pobereżny 2011, Zgór-

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: p.barbas@ihar.edu.pl

ska i Frydecka-Mazurczyk 2000]. W stanie surowym jest ona trudno strawna, dlatego poddaje się ją obróbce termicznej, która powoduje jej rozkład na łatwiej strawne dekstryny zawierające do 30 cząstek glukozy. Skrobia po ugotowaniu decyduje m.in. o smaku i konsystencji bulw. Wpływ skrobi na konsystencję bulw po ugotowaniu związany jest z jej pęcznieniem, które powoduje zniszczenie struktur komórkowych oraz z jej ziarnistością i rozmieszczeniem w komórkach [Alcázar-Alay i in. 2015, Bahaji i in. 2014, Lamberti i in. 2004, Pobereżny 2011]. Właściwości skrobi ziemniaczanej zależą od odmiany ziemniaka. Definiowanie jakości bulw ziemniaka zależy od przeznaczenia (ziemniak konsumpcyjny do bezpośredniego spożycia, do produkcji: frytek, chipsów, produktów suszonych, konserw, mrożonek oraz jako surowiec do produkcji skrobi) [Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2000]. Dla konsumentów i dla przetwórstwa, najważniejsze jest zastosowanie konsumpcyjne, technologiczne i paszowe. Wartość bulw ziemniaka dla producenta to przede wszystkim wydajność, a zwłaszcza wydajność handlowa. Wielkość wydajności ziemniaka określa z kolei opłacalność produkcji. Ponieważ najczęściej rynek ziemniaka jest rynkiem konsumenta, producent musi spełnić wymagania jakościowe akceptowane przez konsumentów.

Ze względu na pojawiające się przypuszczenia, że środki ochrony roślin mogą oddziaływać na jakość środowiska i przyczyniać się do zmian w składzie chemicznym roślin [Gugała i Zarzecka 2009, Järvan i Edesi 2009, Zarzecka i Gąsiorowska 2000], postawiono hipotezę badawczą zakładającą, że herbicydy użyte do regulacji zachwaszczenia plantacji nie pogorszą oznaczanych cech jakościowych bulw ziemniaka.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu stosowanych metod regulacji zachwaszczenia na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

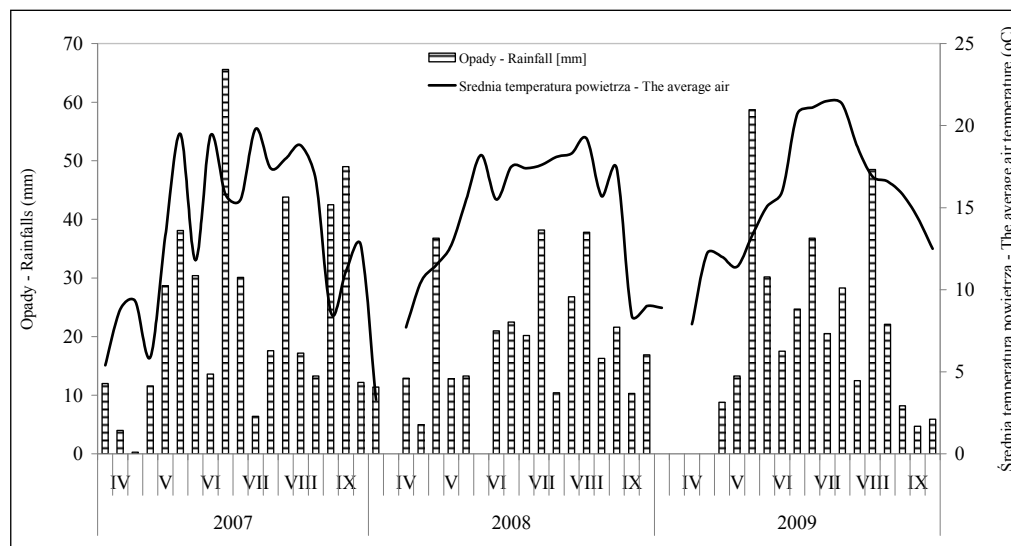
Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym, przeprowadzonym w latach 2007–2009, w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Jadwisinie (52°28' N, 21°20' E), na glebie płowej, wytworzonej z glin zwałowych oraz z piasków zalegających na glinie. Gleby te mają dobrze wykształcony, zróżnicowany na poziomy genetyczny, profil [Systematyka Gleb Polski 2011]. Skład granulometryczny gleby – piaszczysto-gliniasty, kompleks żytńi słaby, odczyn kwaśny do lekko kwaśnego (pH 4,7–5,5). Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, split-plot, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany ziemniaka: średnio wczesna Irga i średnio późna Fianna, zaś czynnik II rzędu stanowiły sposoby regulacji zachwaszczenia: 1) obiekt kontrolny – bez chemicznej ochrony; 2) zabiegi mechaniczne (co 2 tygodnie) od posadzenia aż do zwarcia rzędów; 3) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ przed wschodami ziemniaka; 4) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0,1% przed wschodami ziemniaka; 5) Sencor 70 WG – 0,5 kg·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; 6) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0,1% po wschodach ziemniaka; 7) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC – 2 dm³·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; 8) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26,5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 EC – 1 dm³·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka. Do opryskiwania roślin herbicydami zużywano 300 dm³·ha⁻¹ wody. Substancję aktywną metribuzin stosowano w formie preparatu Sencor 70 WG, sulfosulfuron – w postaci preparatu Apyros 75 WG; rimsulfuron – w formie herbicydu Titus 25 WG; fluazyfop – w postaci preparatu Fusilade Forte 150 EC. Przedplonem ziemniaka była pszenica ozima, po zbiorze której wysiewano poplon gorczycy białej na przyoranie. Po zbiorze pszenicy stosowano nawożenie azotem – 50 kg N·ha⁻¹, następnie wykonywano podorywkę i dokonano wysiewu gorczycy białej w ilości 20 kg·ha⁻¹. Jesienią każdego roku, poprzedzającego sadzenie, stosowano nawożenie mineralne, fosforowo-po-

tasowe w ilości $39,3 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz $116,2 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$, które przyorano orką przedzimową. Nawozy azotowe stosowano wiosną, w ilości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, mieszając je z glebą za pomocą agregatu uprawowego (kultywator + wał strunowy). Bulwy ziemniaka sadzono ręcznie, w trzeciej dekadzie kwietnia, w rozstawie $75 \times 33 \text{ cm}$. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 25 m^2 . Materiał rozmnożeniowy był w klasie C/A. Opryskiwanie herbicydami wykonano ręcznie przy użyciu opryskiwacza AP1/P, o pojemności zbiornika – $4,3 \text{ dm}^3$. Opryskiwacz wyposażony był w 3 rozpylacze typu LURMARK 08.02.120, o rozstawie 48 cm . Ciśnienie cieczy roboczej wynosiło $0,3 \text{ MPa}$, a prędkość robocza opryskiwacza $2 \text{ km}\cdot\text{ha}^{-1}$. Do opryskiwania zużywano $300 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ wody. Do ochrony przed alternariozą i zarazą ziemniaka stosowano preparaty, takie jak: Tattoo C 750 SC w dawce $2,5 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, Altima 500 SC – $0,4 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, Pyton 60 WG – $1,25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, Ridomil Gold MZ 60 WG – $2,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. W celu ograniczenia stonki ziemniaczanej stosowano insektycydy: Actara 25 WG w dawce $0,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, Proagro 100 SL – $0,25 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, Calypso 480 SC – $0,75 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz Mospilan 20 SP w ilości $0,05 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Zbiór bulw przeprowadzano kopaczką elewatorową, w trzeciej dekadzie września. Podczas zbioru pobrano z każdego poletka reprezentatywne próby bulw do analiz chemicznych. Zawartość suchej masy oznaczano metodą suszarkowo-wagową, zaś skrobię metodą polarymetryczną [Krełowska-Kułas 1993].

Wyniki badań poddano analizie statystycznej. Plon bulw do przeliczeń suchej masy i skrobi zamieszczono w pracy Barbasia i Sawickiej [2015]. Parametry funkcji określano metodą najmniejszych kwadratów, a weryfikację istotności testem *t*-Studenta. Oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukey'a [Trętowski i Wójcik, 1991].

Warunki okresu wegetacji, w latach 2007–2009, charakteryzowały się zróżnicowanymi temperaturami powietrza i opadów (rys. 1). Rok 2007 można określić jako dość suchy, rok 2008, jako suchy, a 2009, jako rok o najbardziej korzystnych warunkach wilgotnościowo-termicznych dla rozwoju ziemniaka.



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka wg stacji meteorologicznej IHAR-PIB w Jadwisinie (lata 2007–2009), na tle średnich wieloletnich
 Fig. 1. Rainfalls and air temperature during the growing season of potato by the weather station IHAR-PIB in Jadwisin (2007–2009), against the long-term average

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość suchej masy w badanych bulwach ziemniaka wynosiła średnio 22,1%, zaś w zależności od warunków atmosferycznych w latach badań kształtowała się od 20,4 do 24,6% i była zbliżona do wartości podawanych przez Mazurczyk i Lis [2001], Sawicką i Pszczółkowski [2005], Tsegaw [2011], Leszczyńskiego [2012] oraz Zarzecką i in. [2004].

Uprawiane w doświadczeniu odmiany różniły się istotnie zawartością suchej substancji w bulwach. Większą jej ilością odznaczała się średnio późna Fianna, niż średnio wczesna Irga (tab. 1). Zróżnicowaną zawartość suchej masy w zależności od odmian wykazali również inni

Tabela 1. Zawartość suchej masy w zależności od metod odchwaszczania, odmian i lat w świeżej masie bulw (%)

Table 1. Content of dry matter in depending on methods of weed control, varieties and years in the fresh matter of potato tubers (%)

Odmiany Cultivars	Lata Years	Metody odchwaszczania – Weed control methods								Średnia Mean
		1*	2	3	4	5	6	7	8	
Irga	2007	20,4	21,1	20,7	20,4	21,1	20,9	21,1	20,3	20,8
	2008	21,2	21,2	20,8	21,4	20,9	20,8	20,9	21,0	21,0
	2009	21,2	20,9	21,1	20,8	21,1	20,9	20,1	20,6	20,8
	Średnia Mean	20,9	21,0	20,8	20,8	21,0	20,8	20,9	20,6	20,9
Fianna	2007	21,5	21,5	22,2	21,7	22,4	21,4	20,9	21,8	21,7
	2008	24,4	24,2	23,3	21,8	22,8	23,8	23,8	23,6	23,5
	2009	24,6	24,1	25,2	24,6	24,5	24,1	25,3	26,1	24,8
	Średnia Mean	23,5	23,2	23,5	22,7	23,2	23,1	23,3	23,8	23,3
Średnia (lata) Mean (years)	2007	20,9	21,3	21,4	21,1	21,7	21,2	21,0	21,0	21,2
	2008	22,8	22,7	22,0	21,6	21,8	22,3	22,4	22,3	22,2
	2009	22,9	22,5	23,1	22,7	22,8	22,5	22,9	23,3	22,8
	Średnia Mean	22,2	22,2	22,2	21,8	22,1	22,0	22,1	22,2	–

NIR_{0,05}-LSD_{0,05}: odmiany – cultivars – 0,09; metody odchwaszczania – weed control methods – r.n., lata – years – r.n.; odmiany x metody odchwaszczania – cultivars x weed control methods – r.n.; lata x odmiany – years x cultivars – r.n.; lata x metody odchwaszczania – years x weed control methods – r.n.

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

1*) obiekt kontrolny – bez chemicznych i mechanicznych zabiegów – without chemical and mechanical treatments; 2) zabiegi mechaniczne (co 2 tygodnie) od posadzenia aż do zwarcia rzędów – mechanical treatments, (every 2 weeks) after planting until the short circuit rows; 3) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ przed wschodami ziemniaka – pre-emergence potato; 4) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0,1% przed wschodami ziemniaka – pre-emergence potato; 5) Sencor 70 WG – 0,5 kg·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka – after emergence of potato; 6) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0,1% po wschodach ziemniaka – after emergence of potato; 7) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC – 2 dm³·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka – after emergence of potato; 8) Sencor 70 WG – 0,3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26,5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 SC – 1 dm³·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka – after emergence of the potato

autorzy [Mazurczyk i Lis 2001, Sawicka 1999, 2003, Sawicka i Pszczółkowski 2005, Wierzbicka 2011, Zarzecka i in. 2004, Żołnowski 2013]. Sawicka [1991] wykazała wysoki udział odmian w strukturze komponentów wariacyjnej suchej masy bulw i wskazała na dominującą rolę czynnika genetycznego w zmienności ogólnej suchej substancji, na co wskazywał również wysoki współczynnik powtarzalności tej cechy.

W przeprowadzonych badaniach zawartość suchej masy nie była uzależniona od sposobów pielęgnacji ziemniaka (tab. 1). Tego stwierdzenia nie podzielają inni autorzy. Gugala i Zarzecka [2010] zanotowali korzystny wpływ pielęgnacji mechaniczno-chemicznej na gromadzenie suchej masy, w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną i obiektem kontrolnym. Istotne różnice autorzy Ci zanotowali po zastosowaniu preparatu Plateen 41,5 WG w ilości 2,0 kg·ha⁻¹ oraz herbicydu Sencor 70 WG, w dawce 1,0 kg·ha⁻¹. Podobne wyniki uzyskała Klikocka [2002] oraz Kraska i Pałys [2004].

W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu warunków atmosferycznych w latach badań na zawartość suchej masy. Taką zależność stwierdzili natomiast Mazurczyk i Lis [2001], Sawicka [1999, 2003], Sawicka i in. [2015] oraz Żołnowski [2013]. Sawicka [1999] wskazuje na nawet możliwość wzrostu zawartości suchej masy i skrobi wraz ze zwiększeniem liczby godzin słonecznych i temperatury powietrza w okresie lipiec – sierpień.

Przeciętna zawartość skrobi w doświadczeniu była na niskim poziomie i wynosiła 14,1%. Wyższą koncentracją skrobi w doświadczeniu odznaczała się średnio późna odmiana Fianna, w porównaniu ze średniowczesną odmianą Irga (tab. 2). Zmiany zawartości skrobi w bulwach ziemniaka pod wpływem odmiany wykazali również Gleń i in. [2005], Lamberti i in. [2004], Mazurczyk i Lis [2001], Pszczółkowski i Sawicka [2005], Sawicka [1991, 2003], Sawicka i Kuś [2003], Sawicka i in. [2015], Tahmorespour i in. [2013], Tsegaw [2011] oraz Zarzyńska [2013]. W opinii Sawickiej, która przeprowadziła 7-letnie badania na dużej grupie odmian, dominującą rolę w zmienności ogólnej skrobi odgrywa zmienność genotypowa, na co wskazuje również wysoki współczynnik powtarzalności tej cechy. Wartości współczynnika zmienności dla skrobi wahały się od 6,7 do 20,3%, zależnie od odmiany, co oznacza wysoką stabilność tej cechy. W opinii Sawickiej i Michałka [2005] oraz Sawickiej i in. [2015] jej zawartość w bulwach jest uzależniona nie tylko od właściwości genetycznych odmiany, ale również od natężenia i długości trwania fotosyntezy.

W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu pielęgnacji ziemniaka na zawartość skrobi (tab. 2). Istotne różnice, w zawartości skrobi pod wpływem herbicydów, zanotowały zaś Zarzecka i Gąsiorowska [2000], gdyż pielęgnacja mechaniczna spowodowała wzrost koncentracji tego składnika, w porównaniu z pielęgnacją chemiczną. Wyższą zawartość tego składnika po zastosowaniu ochrony herbicydowej i fungicydowej, w porównaniu z obiektem kontrolnym, uzyskali również Rychcik i in. [2004]. W badaniach Arory i in. [2009] najwyższą zawartość skrobi zanotowano po zastosowaniu prometryny. Leszczyński i Lisińska [1985] stwierdzili również istotne zmiany składu chemicznego ziemniaka w wyniku stosowania herbicydów Sencor, Bladex, Topogard, Afalon i Aresin. Z jednej strony zastosowane preparaty zmniejszały zawartość suchej masy i skrobi (Afalon, Aresin), z drugiej zaś zwiększały zawartość białka (Bladex) oraz wielkość granulek skrobi.

Zróżnicowane warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań miały istotny wpływ na zawartość skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka (tab. 2). Najlepsze warunki do jej gromadzenia wystąpiły w roku 2009, najmniej korzystne zaś w 2008 roku. O istotnym wpływie warunków termiczno-wilgotnościowych na kumulację skrobi donoszą Mazurczyk i Lis [2001] oraz Żołnowski [2013]. W wieloletnich badaniach Mazurczyka i Lis [2001] analizowano wpływ lat suchych i mokrych na zawartość skrobi. Wyższy efekt uzyskiwano w latach suchych.

Tabela 2. Zawartość skrobi w zależności od metod odchwaszczania, odmian i lat, w świeżej masie bulw (%)

Table 2. Content of starch in depending on methods of weed control, varieties and years, in the fresh matter of potato tubers (%)

Odmiany Cultivars	Lata Years	Metody odchwaszczania – Weed control methods								Średnia Mean
		1*	2	3	4	5	6	7	8	
Irga	2007	12,8	13,2	13,3	13,0	13,4	13,8	13,8	14,0	13,4
	2008	12,1	12,4	12,5	12,5	12,2	12,7	12,9	13,0	12,5
	2009	14,2	13,6	13,8	13,2	13,2	13,2	13,1	13,5	13,4
	Średnia Mean	13,0	13,1	13,2	12,9	12,9	13,2	13,3	13,5	13,1
Fianna	2007	14,9	14,6	15,2	14,8	14,7	14,8	14,3	14,6	14,7
	2008	15,6	15,2	14,5	14,4	14,6	14,1	15,3	14,8	14,8
	2009	16,1	15,8	16,4	16,4	14,7	16,1	16,7	17,0	16,2
	Średnia Mean	15,5	15,2	15,3	15,2	14,7	15,0	15,4	15,5	15,2
Średnia (lata) Mean (years)	2007	13,9	13,9	14,3	13,9	14,0	14,3	14,0	14,3	14,1
	2008	13,9	13,8	13,5	13,5	13,4	13,4	14,1	13,9	13,7
	2009	15,1	14,7	15,1	14,8	14,4	14,6	14,9	15,2	14,8
	Średnia Mean	14,3	14,1	14,2	14,1	13,8	14,1	14,4	14,5	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05} odmiany – cultivars – 0,1; metody odchwaszczania – weed control methods – r.n., lata – years – 0,2; odmiany x metody odchwaszczania – cultivars x weed control methods – r.n.; lata x odmiany – years x cultivars – 0,5; lata x metody odchwaszczania – years x weed control methods – r.n.

*Oznaczenia jak w tabeli 1 – Explanations as in table 1
r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Klikocka [2002], Kraska i Pałys [2004] wykazali, iż koncentracja tego składnika zależy również od kategorii agronomicznej gleby oraz systemu gospodarowania.

Udowodniono istotność współdziałania odmiany x lata w przypadku zawartości skrobi w bulwach. Odmiana Fianna reagowała istotnym zwiększeniem zawartości skrobi na lepsze warunki wilgotnościowo-termiczne, w porównaniu z latami suchymi. Odmiana Irga wytworzyła tyle samo skrobi w roku dość suchym i w optymalnym, pod względem termiczno-wilgotnościowym (tab. 2). Niejednakowa reakcja odmian mogła wynikać z lepszych przystosowań odmiany Irga do warunków suchych.

Zdaniem Yilddrim i Calskan [1985], Sawickiej [1999] oraz Tsawaki [2011] o zawartości suchej masy i skrobi decyduje również interakcja odmiany x środowisko. W opinii Sawickiej zmienność środowiskowa, związana z latami badań połączona ze zmiennością genetyczną ma 53,4% udziału w zmienności fenotypowej plonu skrobi i 37,1% – w przypadku plonu suchej masy.

O wielkości plonów poszczególnych składników odżywczych bulw ziemniaka, tj. plonu suchej masy bulw i skrobi decydują głównie masa zebranych bulw oraz zawartość w nich wyżej wymienionych składników, które w istotny sposób mogą być modyfikowane przez poszczegól-

ne czynniki doświadczalne. Otrzymane wyniki badań dowiodły, że na wielkość plonu suchej masy bulw miały istotny wpływ, uprawiane w doświadczeniu odmiany, jak również warunki meteorologiczne panujące w poszczególnych latach badań (tab. 3).

Tabela 3. Plon suchej masy bulw ziemniaka w zależności od metod odchwaszczania, odmian i lat (t·ha⁻¹)

Table 3. Dry matter yield of potato tubers according to the methods of weed control, cultivars and years (t·ha⁻¹)

Odmiany Cultivars	Lata Years	Metody odchwaszczania – Weed control methods								Średnia Mean
		1*	2	3	4	5	6	7	8	
Irga	2007	2,47	4,90	4,02	4,35	4,26	5,68	5,65	5,56	4,61
	2008	4,92	7,21	8,99	8,75	7,11	7,18	7,90	7,75	7,48
	2009	5,34	5,37	6,98	6,49	5,59	6,60	6,37	6,39	6,15
	Średnia Mean	4,24	5,82	6,66	6,53	5,65	6,49	6,64	6,57	6,08
Fianna	2007	2,58	4,67	4,55	4,86	4,88	4,49	4,60	4,69	4,42
	2008	6,83	9,24	9,79	7,85	6,02	7,12	8,50	8,64	8,00
	2009	8,68	10,17	11,31	9,96	9,87	9,35	9,11	9,79	9,78
	Średnia Mean	6,03	8,03	8,55	7,56	6,93	6,99	7,40	7,70	7,40
Średnia (lata) Mean (years)	2007	2,52	4,78	4,28	4,60	4,57	5,09	5,13	5,12	4,51
	2008	5,88	8,23	9,39	8,30	6,56	7,15	8,20	8,19	7,74
	2009	7,01	7,77	9,15	8,23	7,73	7,98	7,74	8,09	7,96
	Średnia Mean	5,14	6,93	7,61	7,04	6,29	6,74	7,02	7,13	–

NIR_{0,05}– LSD_{0,05}: odmiany – cultivars – 0,50; metody odchwaszczania – weed control methods – r.n., lata – years – 0,20; odmiany x metody odchwaszczania – cultivars x weed control methods – r.n.; lata x odmiany – years x cultivars – r.n.; lata x metody odchwaszczania – years x weed control methods – r.n.

*Oznaczenia jak w tabeli 1 – Explanations as in table 1
r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Zastosowane w doświadczeniu sposoby pielęgnacji nie miały istotnego wpływu na plon suchej masy bulw ziemniaka (tab. 3). Korzystny wzrost plonu tego składnika zanotowano jedynie w wyniku pielęgnacji mechanicznej ziemniaka, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Odmienne wyniki uzyskali Gugała i Zarzecka [2010]. Zastosowana przez tych autorów w doświadczeniu pielęgnacja mechaniczno-chemiczna wpłynęła korzystnie na wzrost plonu suchej masy bulw ziemniaka w porównaniu do pielęgnacji wyłącznie mechanicznej. Istotne różnice autorzy zanotowali pomiędzy obiektem kontrolnym a obiektami, na których zastosowano pielęgnację mechaniczną a następnie preparat Plateen 41,5 WG w ilości 2,0 kg·ha⁻¹ oraz kombinację, gdzie zastosowano pielęgnację mechaniczną i herbicyd Sencor 70 WG w dawce 1,0 kg·ha⁻¹. Plon suchej masy bulw na tych obiektach wyniósł odpowiednio 5,96 i 6,72 t·ha⁻¹. Natomiast nie stwierdzili oni istotnego wpływu pielęgnacji mechaniczno-chemicznej pomiędzy pielęgnacją

mechaniczną a obiektem, na którym zastosowano preparat Racer 250 EC. Zdaniem Sawickiej i Pszczołkowskiego [2005], Wadas i in. [2006], Zarzeckiej i in. [2004] oraz Gugały i Zarzeckiej [2010] zawartość składników odżywczych w bulwach ziemniaka zależy głównie od cech genetycznych odmian, co znalazło potwierdzenie w przeprowadzonych badaniach. Porównywane odmiany w istotny sposób modyfikowały plon suchej masy z jednostki powierzchni. Istotnie większe plony omawianego składnika (o 4,8 t·ha⁻¹) uzyskano uprawiając odmianę Fianna niż odmianę Irga.

W przeprowadzonym eksperymencie nie wykazano istotnego wpływu sposobów pielęgnacji na plon skrobi. Tendencję do wzrostu tego składnika zanotowano tylko w obiekcie, gdzie stosowano przedwzrostową pielęgnację mechaniczno-chemiczną przy użyciu herbicydu Sencor 70 WG, zaś spadek – przy aplikacji mieszaniny preparatów: Sencor + Titus + Trend – po wschodach rośliny uprawnej (tab. 4). Z badań Rychcika i in. [2004] oraz Gugały i in. [2008] wynika natomiast, iż plon skrobi jest istotnie różnicowany przez poziom ochrony plantacji przed chwastami.

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka okazała się cechą odmianową, lecz przy odpowiedniej wysokości plonu, odmiany o mniejszej zawartości skrobi mogą wydać plon skrobi na poziomie porównywalnym, lub wyższym niż odmiany niskopienne, lecz o wyższej zawartości skrobi [Krzysztofik 2009]. Uzyskane wyniki dowiodły, iż spośród badanych odmian większy plon skrobi wydała odmiana Fianna (o 4,79 t·ha⁻¹), niż odmiana Irga (tab. 4).

Tabela 4. Plon skrobi ziemniaka w zależności od metod odchwaszczania, odmian i lat (t·ha⁻¹)
Table 4. Yield of starch of potato according to the methods of weed control, cultivars and years (t·ha⁻¹)

Odmiany Cultivars	Lata Years	Metody odchwaszczania – Weed control methods								Średnia Mean
		1*	2	3	4	5	6	7	8	
Irga	2007	1,54	3,06	2,58	2,76	2,70	3,75	3,69	3,83	2,98
	2008	2,80	4,21	5,40	5,11	4,14	4,38	4,87	4,79	4,46
	2009	3,57	3,49	4,56	4,11	3,49	4,17	4,15	4,18	3,96
	Średnia Mean	2,64	3,58	4,18	3,99	3,44	4,10	4,23	4,26	3,80
Fianna	2007	1,78	3,16	3,11	3,31	3,20	3,10	3,14	3,13	2,99
	2008	4,36	5,80	6,09	5,18	3,85	4,21	5,46	5,41	5,04
	2009	5,68	6,66	7,36	6,64	5,92	6,24	6,01	6,37	6,36
	Średnia Mean	3,94	5,20	5,52	5,04	4,32	4,51	4,87	4,97	4,79
Średnia (lata) Mean (years)	2007	1,66	3,11	2,84	3,03	2,95	3,42	3,41	3,48	2,98
	2008	3,58	5,00	5,74	5,14	3,99	4,29	5,16	5,10	4,75
	2009	4,63	5,07	5,96	5,37	4,70	5,20	5,08	5,27	5,16
	Średnia Mean	3,29	4,39	4,85	4,51	3,88	4,30	4,55	4,61	–

NIR_{0,05}– LSD_{0,05}: odmiany – cultivars – 0,20; metody odchwaszczania – weed control methods – r.n., lata – years – 0,50; odmiany x metody odchwaszczania – cultivars x weed control methods – r.n.; lata x odmiany – years x cultivars – r.n.; lata x metody odchwaszczania – years x weed control methods – r.n.

*Oznaczenia jak w tabeli 1 – Explanations as in table 1
r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Ziemniak jest gatunkiem, który wyraźnie reaguje, zarówno na niedobór, jak i na nadmiar opadów [Puła i Skowera 2004]. Z przeprowadzonych badań wynika, że plon suchej masy i skrobi był istotnie zróżnicowany w latach badań. Najniższy plon tego składnika uzyskano w roku 2007, o skrajnych warunkach meteorologicznych w okresie wegetacji ziemniaka, natomiast korzystny rozkład warunków pogodowych w 2009 roku przyczynił się do uzyskania wysokich plonów skrobi. Zależność tę potwierdziła Puła i Skowera [2004] oraz Gugała i Zarzecka [2010]. Autorzy ci dowiedli bowiem, iż w latach o równomiernym rozkładzie opadów i temperatury, zarówno plon ogólny, jak i zawartość poszczególnych składników są większe, a w efekcie obserwuje się zwiększenie plonu obu tych składników odżywczych ziemniaka. Michałek i Sawicka [2005] wykazali, że niedobór wody, zwłaszcza w stadium tuberyzacji i kwitnienia, może powodować znaczny spadek plonu bulw przez zahamowanie asymilacji netto, a nawet u niektórych odmian powierzchni asymilacyjnej. Ten stan trwałego wędnięcia może wpływać ujemnie na plon bulw w roku następnym.

WNIOSKI

1. Średnio późna odmiana Fianna charakteryzowała się wyższą zawartością suchej masy i skrobi w bulwach oraz ich plonu niż średnio wczesna Irga.
2. Pielęgnacja mechaniczna oraz mechaniczno-chemiczna z użyciem herbicydów i ich mieszanek nie wywarły istotnego wpływu na zawartość oraz plon suchej masy i skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka.
3. W warunkach środowiskowych i agrotechnicznych, zapewniających plony bulw rzędu 22,6-33,9 t·ha⁻¹, największy wpływ na zawartość skrobi wywarło współdziałanie odmiany x lata.

PIŚMIENNICTWO

- Alcázar-Alay S.C., Meireles M.A.A. 2015. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources. *Food Sci. Technol. (Campinas)* 35(2): 215–236.
- Arora A., Tomar S.S., Gole M.K. 2009. Yield and quality of potato as influenced by weed management practices and their residual study in soil. *Agric. Sci. Digest.* 29(2): 39–41.
- Bahaji A. Li J., Sánchez-López A.M., Baroja-Fernández E., Muñoz F.J., Ovecka M., Almagro G., Montero M., Ezquer I., Etxeberria E., Pozueta-Romero J. 2014. Starch biosynthesis, its regulation and biotechnological approaches to improve crop yields. *Biotechnol. Advances* 32: 87–106.
- Barbaś P., Sawicka B. 2015. Wpływ metod pielęgnowania na plon ogólny i handlowy ziemniaka. W: *Badania naukowe w procesie kształtowania polskiej wizji Wspólnej Polityki Rolnej i Wspólnej Polityki Rybackiej*. Chyłek E.K., Pietras M. (red). Wyd. Pascal sp. z o.o. Warszawa: 69–73.
- FAOSTAT 2014. Production www.faostat.fao.org
- Gleń K., Boligłowa E., Klima K. 2005. Development of edible potato quality features depending on selected abiotic factors. *Chemia Inż. Ekol.* 11: 1–6.
- Gugała M., Zarzecka K. 2010. Wpływ herbicydów na zawartość suchej masy, białka i skrobi w bulwach ziemniaka. *Biul. IHAR* 257/258: 111–119.
- Gugała 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.
- Järvan M., Edesi L. 2009. The effect of cultivation methods on the yield and biological quality of potato. *Agron. Res.* 7 (Spec. issue I): 289–299.
- Klikocka H. 2002. Studia nad plonowaniem ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli i pielęgnowania. *Rozpr. Hab., AR Lublin* 253: 5–69.

- Kraska P., Pałys E. 2004. Wpływ zróżnicowanej agrotechniki na niektóre cechy jakościowe ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Fragm. Agron.* 21(2): 91–98.
- Krełowska-Kułas M. 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa.
- Krzysztofik B. 2009. Wpływ uprawy roli na stopień wyrównania wielkości bulw ziemniaka i plon skrobi. *Acta Agrophys.* 14(2): 355–365.
- Lamberti M., Geiselmann A., Conde-Petit B., Escher F. 2004. **Starch transformation and structure development in production and reconstitution of potato flakes.** *LWT – Food Sci. Technol.* 37(4): 417–427.
- Leszczyński W. 2012. Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych. *Biul. IHAR* 266: 5–20.
- Leszczyński W., Lisińska G. 1985. Effect of herbicides on chemical composition of potato tubers and quality of the subsequent chips and starch. *Starch-Stärke*, 37(10): 32–334.
- Mazurczyk W., Lis B. 2001. Variation of chemical composition of potato table cultivars grown under deficit and excess of water. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 10(2): 27–30.
- Michalek W., Sawicka B. 2005. Chlorophyll content and photosynthetic activity of medium-late potato cultivars in central-east Poland field conditions. *Acta Agrophys.* 6(1): 183–195.
- Pobereźny J. 2011. Effect of physicochemical properties of starch on the tendency of potato tuber flesh to darkening and the processed product quality. *Starch/Stärke* 63: 106–116.
- Puła J., Skowera B. 2004. Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Mila uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. *Acta Agrophys.* 3(2): 359–366.
- Rychcik B., Tyburski J., Zawislak K. 2004. Kształtowanie się plonu i jakości bulw ziemniaka pod wpływem zmianowania i ochrony roślin. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 59(3): 1238–1248.
- Sawicka B. 1991. Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białsko-podlaskim. *Wyd. AR Lublin, Rozp. hab.141: ss. 76.*
- Sawicka B. 2003. Quality of potato cultivated under ecological and integrated production system. *Gardening Hort.* 22(4): 10–20.
- Sawicka B., Danilchenko H., Jariene E., Krochmal-Marczak B. 2009. Zmienność fenotypowa wybranych cech zagranicznych odmian ziemniaka uprawianych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 542: 447–463.
- Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 489: 273–282.
- Sawicka B., Michalek W., Pszczółkowski P. 2015. The relationship of potato tubers chemical composition with selected physiological indicators. *Zemdirbyste-Agriculture* 102: 41–50.
- Sawicka B., Pszczółkowski P. 2005. Dry matter and carbohydrates content in the tubers of very early potato varieties cultivated under coverage. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 4(2): 111–122.
- StatSoft 2001. *Statistica – StatSoft Polska.*
- Systematyka Gleb Polski 2011. *Rocz. Glebozn./Soil Sci. Annual* 62(3): 91–147.
- Tahmorespour M. A., Safarzadeh - Vishkai M. N., Sharifi P., Soleymani A. 2013. Effect of plant density, date and depth of cultivation on yield and yield components of potato planting in the Chababar. *Int. J. Agron. Plant Prod.* 4(8): 1890–1897.
- Trętowski J., Wójcik A. R. 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych.* Wyd. WSRP-Siedlce: ss. 500.
- Tsegaw T. 2011. Genotype x environment interaction for tuber yield, dry matter content and specific gravity in elite tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *EAJ Sci.* 5(1): 1–5.
- 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.
- Wierzbicka A. 2011. Wybrane cechy jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od nawadniania. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 56(4): 203–207.
- Yildirim M. B., Caliskan C. F. 1985. Genotype x environment interactions in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Am. Potato J.* 62: 371–375.
- 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-Siedlce* 65: 59–63.
- Zarzecka K., Gąsiorowska B. 2000. Impact of some herbicides on the chemical composition of potato tubers. *EJPAU* 3(1), #04.
- Zarzyńska 2013. Chemical composition of potato tubers in relation to crop production system and environmental conditions. *J. Agric. Sci. Tech. B* 3: 689–695.

- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na jakość ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. Biul. IHAR 213: 239–251.
- Żołnowski A.C. 2013. Studia nad zmiennością plonowania i jakością ziemniaka jadalnego (*Solanum tuberosum* L.) w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Rozpr. Monogr., UWM Olsztyn 191: ss. 259.

P. BARBAŚ, B. SAWICKA

THE INFLUENCE OF METHODS OF WEED CONTROL ON THE CONTENT AND THE YIELD OF DRY MATTER AND STARCH IN THE TUBERS TWO CULTIVARS OF POTATO

Summary

The test results were based on a field experiment conducted in 2007–2009 in a IHAR-PIB in Jadwisin on lessive soil granulometric composition of loamy sand. Experiment was covered with the method of drawn subblocks in the dependent arrangement, split-plot, in three repeating. The first factor were cultivars of potato, Irga and Fianna, factor second were weed control methods: 1) Object control – without chemical and mechanical protection; 2) mechanical treatments (every 2 weeks) after planting until short rows; 3) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ pre-emergence potato; 4) Sencor 70 WG – 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0.1% pre-emergence potato; 5) Sencor 70 WG – 0.5 kg·ha⁻¹ after emergence potatoes; 6) Sencor 70 WG – 0.3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG – 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC – 0.1% after emergence potatoes; 7) Sencor 70 WG – 0.3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC – 2·dm³·ha⁻¹ after emergence potatoes; 8) Sencor 70 WG – 0.3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26.5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 SC – 1dm³·ha⁻¹ after emergence of the potato. Spray the plants with herbicides was consumed 300·dm³·ha⁻¹ water. Harvest tubers were performed on technical maturity of the potato. The test cultivars contribute to accumulation of dry matter and starch in potato tubers. Higher dry matter content and starch had a medium late on average than Fianna medium early Irga. In a recent experiment has not been proven significant influence how care for dry matter accumulation and starch in potato tubers.

Key words: potato, cultivars, weed control methods, dry matter, starch

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 17.08.2016

Do cytowania – *For citation*

Barbaś P., Sawicka B. 2016. Wpływ sposobów odchwaszczania na zawartość i plon suchej masy oraz skrobi w bulwach dwóch odmian ziemniaka. *Fragm. Agron.* 33(4): 7–17.