

Instytut Produkcji Roślinnej, Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, e-mail: m.kolodziejczyk@ur.krakow.pl

MAREK KOŁODZIEJCZYK

Wpływ warunków opadowo-termicznych na skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego

Influence of rainfall and thermal conditions on the chemical composition and
selected quality parameters of medium late and late cultivars of edible potato

Streszczenie. Wpływ warunków pluwiotermicznych na kształtowanie się składu chemicznego oraz wybranych parametrów jakości bulw ziemniaka oceniano w latach 2006–2011. Badaniom poddano sześć średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego: Jelly, Medea, Niagara, Syrena, Ursus i Zeus. Zawartość suchej masy w bulwach kształtowała się w szerokim zakresie od 17,6 do 25,9%, a skrobi od 12,7 do 17,5%. Najwięcej suchej masy i skrobi gromadziły rośliny ziemniaka w sezonie wegetacyjnym charakteryzującym się najwyższą średnią temperaturą powietrza oraz umiarkowanym nadmiarem opadów w okresie lipiec–sierpień, najmniej natomiast w roku, w którym temperatura powietrza w analogicznym okresie wegetacji była najmniejsza, a suma opadów największa. Średnia zawartość białka ogółem w bulwach w poszczególnych latach badań wahała się od 17,2 do 21,1 g kg⁻¹. Mała ilość opadów oraz wysoka temperatura powietrza korzystnie wpływały na zawartość białka, a nadmiar opadów, szczególnie w okresie lipiec–sierpień, ograniczał gromadzenie tego składnika. Niedobór opadów w połączeniu z wysoką temperaturą powietrza w okresie wegetacji roślin ziemniaka sprzyjały porażeniu bulw parchem zwykłym. Ocena wpływu warunków pluwiotermicznych na kumulację azotanów oraz skłonność do ciemnienia mięszu bulw surowych nie wykazała jednoznacznych zależności.

Słowa kluczowe: ziemniak, odmiana, skład chemiczny bulw, jakość bulw, warunki opadowo-termiczne

WSTĘP

Skład chemiczny i jakość bulw ziemniaka determinowane są głównie właściwościami odmianowymi, które ulegają większej lub mniejszej modyfikacji pod wpływem agrotechniki oraz warunków klimatyczno-glebowych. Zdaniem Trętowskiego i in. [1989], Mazurczyka [1994] oraz Sawickiej i in. [2011] do najbardziej stabilnych cech ziemniaka

należy zawartość suchej masy i skrobi w bulwach, wynikająca przede wszystkim z właściwości odmianowych. Odmiennego zdania są Bombik i in. [2007], którzy uważają, że wartość tych cech w największym stopniu uzależniona jest od warunków wegetacji w poszczególnych latach. Z literatury przedmiotu wynika, że nadmierna ilość opadów w okresie wegetacji ziemniaka wpływa niekorzystnie na gromadzenie suchej masy i skrobi w bulwach [Puła i Sokwera 2004], a okresy suszy powodują zwiększenie zawartości suchej masy oraz zmniejszenie u niektórych odmian zawartości skrobi [Boguszewska 2007]. Badania Dmowskiego i in. [2004] oraz Wierzbickiej [2011] dowodzą natomiast, że regulacja warunków wilgotnościowych w glebie poprzez stosowanie uzupełniającego nawadniania nie różnicuje zawartości suchej masy i skrobi w bulwach. Z kolei Pińska i in. [2009] stwierdzili odmienną zależność. Do cech odmianowych ziemniaka modyfikowanych warunkami opadowo-termicznymi należą zawartość białka, azotanów oraz skłonność do ciemnienia miąższu bulw [Sawicka 1991, Frydecka-Mazurczyk i Zgórska 2000, Bombik i in. 2003a, Grudzińska i Zgórska 2008]. Duża ilość opadów sprzyja gromadzeniu białka ogółem w bulwach, a ich niedobór powoduje wzrost koncentracji azotanów oraz skłonności do ciemnienia miąższu bulw [Sawicka 2000, Dmowski i in. 2004, Puła i Skowera 2004, Kołodziejczyk i in. 2005, Boguszewska 2007].

Celem pracy było określenie wpływu warunków opadowo-termicznych na kształtowanie się składu chemicznego oraz wybranych parametrów jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego, uprawianego na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe realizowano w latach 2006–2011 w Stacji Doświadczalnej w Prusach (50°07'N i 20°05'E). Eksperyment założono na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu, zaliczanym do kompleksu pszennego bardzo dobrego i I klasy bonitacyjnej. Obiektem badań były średnio późne i późne odmiany ziemniaka jadalnego: Jelly, Medea, Niagara, Syrena, Ursus i Zeus. W bulwach ziemniaka określono zawartość suchej masy (metodą suszarkowo-wagową), skrobi (na wadze Reimanna), białka ogółem (metodą Kjeldahla, N × 6,25), azotanów (metodą potencjonometryczną) [Künsch i in. 1981]. Wykonano także ocenę skłonności do ciemnienia miąższu bulw surowych po 10 min, 1 i 4 godz. od przekrojenia (skala 1–9°, gdzie 9 oznacza brak ciemnienia, a 1 ciemnienie najsilniejsze) oraz stopień porażenia bulw parchem zwykłym (skala 1–9°) [Roztropowicz i in. 1999]. Wyniki badań poddano ocenie statystycznej, wykonując analizę wariancji. Istotność różnic między obiektami weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Szczegółowe dane dotyczące założeń metodycznych doświadczenia polowego oraz charakterystyki warunków pogodowych przedstawiono w pracy Kołodziejczyka [2013].

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość suchej masy w bulwach średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego w poszczególnych latach badań kształtowała się w szerokim zakresie od 17,6 do

25,9%, a skrobi od 12,7 do 17,5% (tab. 1). Największą średnią zawartością suchej masy – 23,6% i skrobi – 15,8% odznaczała się odmiana Ursus, a najmniejszą odmiana Niagara, odpowiednio 19,6 i 13,4%. Na wartość omawianych cech istotnie wpływały warunki pogodowe w okresach wegetacji. Najkorzystniejszy dla gromadzenia suchej masy i skrobi w bulwach okazał się rok 2007, sklasyfikowany jako dość wilgotny, ale z umiarkowanymi niedoborami opadów w maju, czerwcu i lipcu oraz nadmierną ich ilością w pozostałych miesiącach, a także rok 2008, w którym niedobory opadów występowały w maju, czerwcu i sierpniu, a nadmiary w lipcu i wrześniu. Niekorzystne warunki pogodowe do gromadzenia suchej masy w bulwach występowały w roku 2010, sklasyfikowanym jako skrajnie wilgotny, w którym nadmiar opadów występował w całym okresie wegetacji ziemniaka, a także w roku 2011, charakteryzującym się nadmierną ilością opadów w lipcu oraz mniejszym bądź większym ich niedoborem w pozostałych miesiącach. Warunki pogodowe w 2011 r. nie sprzyjały również gromadzeniu skrobi w bulwach. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ rozkładu opadów oraz temperatury powietrza w poszczególnych okresach wegetacji ziemniaka na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach. Różnica zawartości suchej masy w bulwach zbieranych w latach 2008 i 2011, charakteryzujących się podobną sumą opadów (352 i 375 mm) oraz średnią temperaturą powietrza (16,5 i 16,8°C) wynosiła 2,8%, a w przypadku skrobi 1,8%.

Tabela 1. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach (%)

Table 1. Content of dry matter and starch in tubers (%)

Rok Year	Odmiana/Cultivar						Średnio Mean
	Jelly	Medea	Niagara	Syrena	Ursus	Zeus	
Sucha masa/Dry matter							
2006	22,2	21,8	19,5	21,2	24,9	20,5	21,7
2007	22,0	21,0	21,2	23,2	25,9	24,0	22,9
2008	22,5	22,0	19,4	22,2	25,7	23,8	22,6
2009	21,4	21,2	20,9	22,3	23,7	22,6	22,0
2010	20,3	19,3	18,5	20,5	20,3	20,7	19,9
2011	18,1	17,6	17,9	21,1	21,2	23,0	19,8
Średnio/Mean	21,1	20,5	19,6	21,7	23,6	22,4	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 0,6; lat/years = 0,6; odmiany × lata / cultivars × years = 1,4							
Skrobia/Starch							
2006	15,7	14,2	13,1	13,7	15,9	13,7	14,4
2007	15,4	13,3	13,4	16,6	17,5	16,5	15,5
2008	15,2	14,4	13,8	15,8	17,3	16,1	15,4
2009	13,4	13,4	13,4	13,7	15,8	14,3	14,0
2010	14,6	13,1	13,6	14,2	14,8	15,5	14,3
2011	12,2	12,7	13,0	13,3	13,6	17,0	13,6
Średnio/Mean	14,4	13,5	13,4	14,6	15,8	15,5	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 0,4; lat/years = 0,4; odmiany × lata / cultivars × years = 0,9							

W badaniach Wierzbickiej [2011] różnica pomiędzy największą a najmniejszą średnią dla odmian zawartością suchej masy bulw w poszczególnych latach badań wynosiła 2,5%, a skrobi 3,2%. Autorka wykazała ponadto niekorzystne oddziaływanie nadmiernej ilości opadów w okresie wegetacji ziemniaka na gromadzenie suchej masy i skrobi

w bulwach oraz brak wpływu uzupełniającego nawadniania na wartość tych cech. Z kolei Pińska i in. [2009] stwierdzili niekorzystny wpływ nawadniania na zawartość suchej masy i skrobi. Modyfikację zawartości suchej masy i skrobi w bulwach pod wpływem warunków pogodowych panujących w okresie wegetacji ziemniaka stwierdzono także w badaniach Płazy [2004] oraz Puły i Skowery [2004]. Istotny wpływ na gromadzenie suchej masy i skrobi w bulwach oprócz warunków wilgotnościowych odgrywa temperatura powietrza, zwłaszcza w końcowym okresie wegetacji ziemniaka [Roztropowicz 1989, Yusuph i in. 2003, Wierzbicka 2012]. W sześcioletnim okresie badań własnych największą zawartość suchej masy i skrobi w bulwach stwierdzono w sezonie wegetacyjnym 2007 r., charakteryzującym się największą średnią temperaturą powietrza od maja do września ($17,3^{\circ}\text{C}$) oraz szczególnie wysoką temperaturą w sierpniu ($21,0^{\circ}\text{C}$). Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowaną zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ocenianych odmian ziemniaka w poszczególnych okresach wegetacji. Największe różnice w zawartości suchej masy (5,6%) oraz skrobi (3,9%) w latach 2006–2011 stwierdzono u odmiany Ursus. Największą stabilnością zawartości suchej masy w bulwach odznaczała się odmiana Syrena, a skrobi odmiana Niagara.

Warunki pogodowe istotnie wpływają na pobieranie i przemiany azotu w roślinie. Zdaniem Zarzeckiej i Gugały [2006] w warunkach suchej i cieplej pogody, szczególnie w okresie tuberyzacji, rośliny ziemniaka gromadzą większe ilości białka ogółem i właściwego w bulwach niż w warunkach nadmiernej ilości opadów, które według Lis i in. [2002] mogą prowadzić do wymywania azotu z gleby i ograniczenia jego dostępu dla roślin. Odmienne wyniki uzyskali Bombik i in. [2003a] oraz Puła i Skowera [2004], którzy wykazali największą zawartość białka w bulwach ziemniaka zbieranych w latach o największej ilości opadów. Wyniki uzyskane w badaniach własnych nie pozwalają na jednoznaczną ocenę wpływu warunków pogodowych na gromadzenia białka w bulwach ziemniaka. Największą ilość tego składnika ($21,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) stwierdzono w 2006 r., charakteryzującym się niedoborami opadów na poziomie 90 mm i wysoką średnią temperaturą powietrza – $17,2^{\circ}\text{C}$, a także w roku 2007 ($20,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), przy średniej temperaturze $17,3^{\circ}\text{C}$ oraz sumie opadów przewyższających potrzeby o 175 mm (tab. 2). Najmniej białka ogółem, średnio 1,72%, zawierały bulwy zebrane w latach 2010 i 2011, w których ilość opadów przewyższała potrzeby odpowiednio o 452 i 24 mm, a średnia temperatura powietrza kształtowała się na poziomie $16,5$ oraz $16,8^{\circ}\text{C}$. W grupie ocenianych odmian największą ilością białka ogółem w bulwach odznaczały się odmiany Jelly, Medea i Syrena, średnio $19,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a najmniejszą odmiana Zeus – $18,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Badane odmiany ziemniaka wykazywały zróżnicowaną reakcję na warunki pogodowe w zakresie gromadzenia białka ogółem. Największe różnice zawartości tego składnika w bulwach w poszczególnych okresach wegetacji stwierdzono u odmiany Niagara ($6,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), a najmniejsze u odmiany Medea ($5,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Niesprzyjające rozwojowi roślin ziemniaka warunki pogodowe, wynikające z niedoboru opadów i wysokiej temperatury powietrza lub nadmiernej ilości opadów oraz niskiej temperatury powietrza, zdaniem Cieślik i in. [1990], Frydeckiej-Mazurczyk i Zgórskiej [2000] oraz Wierzbickiej i in. [2002] prowadzą do zwiększonej kumulacji azotanów w bulwach. Grudzińska i Zgórska [2008] wykazały, że im większa wartość współczynnika Sielianinowa w okresie tuberyzacji (I i II dekada lipca) oraz 10 dni przed zbiorem (I dekada września), tym mniejsza koncentracja azotanów w bulwach. Zawartość azotanów w bulwach ocenianych średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalne-

go w poszczególnych latach badań kształtowała się na niskim poziomie i była kilkakrotnie mniejsza od dopuszczalnej zawartości tej formy azotu [Rozporządzenie... 2003]. O ilości kumulowanych azotanów istotnie decydowały właściwości odmianowe oraz warunki pogodowe. Najwięcej azotanów w bulwach, średnio $60,6 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$, gromadziły rośliny ziemniaka w 2009 r., charakteryzującym się dość suchym lipcem i sierpniem oraz suchym wrześniem. Z kolei najmniej azotanów, średnio $39,9 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$, zawierały bulwy zebrane w 2008 r., w którym lipiec był wilgotny, sierpień suchy, a wrzesień bardzo wilgotny. W 2006 r. średnia zawartość azotanów w bulwach kształtowała się na niskim poziomie i wynosiła $44,3 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ mimo warunków pogodowych sprzyjających gromadzeniu tej formy azotu, tj. wysokiej temperatury powietrza oraz znaczących niedoborów opadów, szczególnie w lipcu i wrześniu. Spośród badanych odmian najwięcej azotanów w bulwach kumulowały rośliny ziemniaka odmiany Medea i Syrena ($54,6$ i $54,3 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$), a najmniej odmiany Jelly, średnio $37,1 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$. Istotny wpływ odmiany na gromadzenie azotanów w bulwach wykazali także Grudzińska i Zgórska [2008] oraz Marks [2009].

Tabela 2. Zawartość białka ogółem i azotanów w bulwach
Table 2. Content of total protein and nitrates in tubers

Rok Year	Odmiana/Cultivar						Średnio Mean
	Jelly	Medea	Niagara	Syrena	Ursus	Zeus	
Białko ogółem / Total protein ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)							
2006	22,8	21,7	20,8	21,9	20,4	19,0	21,1
2007	20,2	19,2	22,4	21,1	22,5	18,5	20,6
2008	18,2	21,2	17,4	20,6	20,4	19,3	19,5
2009	17,1	20,4	19,5	19,7	19,8	19,7	19,4
2010	21,5	20,1	15,5	16,2	16,1	14,1	17,2
2011	19,0	16,4	15,6	18,8	16,1	17,4	17,2
Średnio/Mean	19,8	19,8	18,5	19,7	19,2	18,0	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 0,6; lat/years = 0,6; odmiany × lata / cultivars × years = 2,0							
Azotany/nitrates ($\text{mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$)							
2006	42,0	41,3	27,0	58,0	55,7	41,7	44,3
2007	27,7	59,0	39,7	47,7	46,0	45,3	44,2
2008	21,3	43,0	26,7	52,3	47,7	48,3	39,9
2009	46,3	69,3	60,0	67,3	51,0	69,7	60,6
2010	36,7	51,3	39,0	40,0	61,7	61,0	48,3
2011	48,7	63,3	60,0	60,3	44,7	31,3	51,4
Średnio/Mean	37,1	54,6	42,1	54,3	51,1	49,6	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 4,1; lat/years = 4,1; odmiany × lata / cultivars × years = 10,0							

Słonność do ciemnienia miąższu bulw surowych jest cechą wynikającą głównie z właściwości odmianowych, podlegającą jednak zmienności środowiskowej. Bombik i in. [2003b] wykazali niewielki (2–3%) wpływ warunków meteorologicznych na ciemnienie miąższu bulw. Badania Sawickiej [2000] oraz Kołodziejczyka i in. [2005] dowodzą, że lata suche i ciepłe sprzyjają zachowaniu jasnej barwy miąższu bulw. Wyniki badań odmianowych prowadzonych w latach 2006–2011 nie potwierdzają tej zależności.

Najmniejszą skłonnością do ciemnienia miąższu surowego bulw ocenianych po 10 min, 1 i 4 godz. od przekrojenia odznaczały się bulwy zebrane w 2010 r., sklasyfikowanym jako skrajnie wilgotny (tab. 3). Najsilniej po 1 godz. od przekrojenia ciemniały bulwy ziemniaka uprawianego w 2008 r., charakteryzującym się średnią temperaturą powietrza 16,5°C oraz ilością opadów odpowiadającą potrzebom, ale nierównomiernie rozłożonych. Z kolei po 4 godz. od przekrojenia najsilniej ciemniały bulwy zebrane w 2007 r., charakteryzującym się umiarkowanymi niedoborami opadów w maju, czerwcu i lipcu oraz ich nadmiarem w sierpniu i wrześniu. Oceniane odmiany istotnie różniły się skłonnością do ciemnienia miąższu bulw surowych. Najsilniej ciemniały bulwy ziemniaka odmiany Niagara, a najjaśniejszą barwę zachowywały bulwy odmiany Jelly.

Tabela 3. Ciemnienie miąższu bulw surowych (skala 1–9°)

Table 3. Darkening of raw tubers (scale 1–9°)

Rok Year	Odmiana/Cultivar						Średnio Mean
	Jelly	Medea	Niagara	Syrena	Ursus	Zeus	
10 minut po przekrojeniu / 10 minutes after section							
2006	8,6	8,6	8,4	8,5	8,9	8,4	8,6
2007	8,9	9,0	7,9	8,4	8,7	8,4	8,6
2008	8,8	8,1	8,8	8,7	8,6	8,5	8,6
2009	8,7	8,9	8,7	8,9	8,6	8,8	8,8
2010	8,9	8,7	8,8	9,0	9,0	9,0	8,9
2011	8,9	8,8	8,6	8,9	8,9	8,7	8,8
Średnio/Mean	8,8	8,7	8,5	8,7	8,8	8,6	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 0,2; lat/years = 0,2; odmiany × lata / cultivars × years = 0,5							
1 godzina po przekrojeniu / 1 hour after section							
2006	8,4	8,4	7,7	8,1	8,8	7,9	8,2
2007	8,5	8,7	7,5	8,0	8,6	7,9	8,2
2008	8,7	6,9	8,1	8,2	8,2	7,8	8,0
2009	8,4	8,6	8,2	8,3	7,9	8,5	8,3
2010	8,5	8,5	8,2	8,8	8,8	8,8	8,6
2011	8,8	8,3	8,2	8,3	8,4	8,2	8,4
Średnio/Mean	8,6	8,2	8,0	8,3	8,5	8,2	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 0,2; lat/years = 0,2; odmiany × lata / cultivars × years = 0,6							
4 godziny po przekrojeniu / 4 hours after section							
2006	8,2	8,2	7,6	7,9	8,8	8,0	8,1
2007	8,5	8,1	6,5	7,3	7,7	6,9	7,5
2008	8,2	6,4	7,9	8,0	7,9	7,5	7,7
2009	8,3	8,2	7,8	7,8	7,6	8,1	8,0
2010	8,5	8,2	8,0	8,5	8,2	8,5	8,3
2011	8,8	7,9	7,8	8,0	8,1	8,2	8,1
Średnio/ Mean	8,4	7,8	7,6	7,9	8,0	7,8	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 0,3; lat/years = 0,3; odmiany × lata / cultivars × years = 0,7							

1 oznacza ciemnienie najsilniejsze, a 9 brak ciemnienia / 1 is a darkening of the strongest, and 9 no darkening

Parch zwykły ziemniaka należy do powszechnie występujących chorób skórki bulw powodowanych przez bakterie z rodzaju *Streptomyces*. Do głównych czynników determinujących występowanie choroby należy odporność odmiany, wirulencja szczepów bakterii oraz warunki wilgotnościowo-termiczne gleby [Rudkiewicz i Zakrzewska 1987, Szutkowska i Lutomirska 2002, Hiltunen i in. 2005]. Badania Lutomirskiej [2008] potwierdzają istotny wpływ temperatury gleby w okresie wiązania i wczesnego rozwoju bulw na stopień porażenia parchem zwykłym oraz brak takiej zależności w odniesieniu do ilości opadów i współczynnika hydrotermicznego. Z kolei badania Gawińskiej i in. [1999] wskazują na zróżnicowany w latach wpływ opadów na występowanie parcha zwykłego. W przeprowadzonych badaniach stopień porażenia bulw parchem zwykłym był niewielki, ale istotnie uzależniony od odmiany i warunków pogodowych (tab. 4).

Tabela 4. Porażenie bulw parchem zwykłym (skala 1–9°)
Table 4. Infection tubers through common scab (scale 1–9°)

Rok Year	Odmiana/Cultivar						Średnio Mean
	Jelly	Medea	Niagara	Syrena	Ursus	Zeus	
2006	8,3	8,1	8,3	8,3	8,4	8,1	8,2
2007	9,0	8,6	8,8	8,8	8,8	8,3	8,7
2008	8,7	8,4	8,8	8,6	8,8	7,5	8,4
2009	9,0	9,0	9,0	8,8	8,6	8,8	8,8
2010	8,9	8,8	8,8	8,9	8,8	8,0	8,7
2011	9,0	9,0	8,9	8,0	9,0	8,3	8,7
Średnio/Mean	8,8	8,6	8,7	8,6	8,7	8,1	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 0,1; lat/years = 0,1; odmiany × lata / cultivars × years = 0,2							

1 oznacza ciemnienie najsilniejsze, a 9 brak ciemnienia – 1 is a darkening of the strongest, and 9 no darkening

Największe porażenie bulw parchem zwykłym (8,2 w skali 9-stopniowej) stwierdzono w 2006 r., charakteryzującym się bardzo wysoką średnią temperaturą powietrza (22,2°C) oraz bardzo małą ilością opadów (28 mm) w lipcu, tj. w okresie zawiązywania i wczesnego rozwoju bulw. Najslabiej porażone bulwy ziemniaka zebrano w 2009 r., w którym lipiec sklasyfikowano jako dość suchy, ale poprzedzały go miesiące wilgotny i skrajnie wilgotny. W grupie ocenianych odmian ziemniaka najmniej porażone bulwy stwierdzono u odmiany Jelly (8,8), a najbardziej u odmiany Zeus (8,1).

WNIOSKI

1. Najwięcej suchej masy i skrobi w bulwach gromadziły rośliny ziemniaka w sezonie wegetacyjnym charakteryzującym się największą średnią temperaturą powietrza oraz umiarkowanym nadmiarem opadów w okresie lipiec–sierpień, najmniej natomiast w roku, w którym temperatura powietrza w analogicznym okresie wegetacji była najmniejsza, a suma opadów największa.

2. Mała ilość opadów oraz wysoka temperatura powietrza korzystnie wpływały na zawartość białka ogółem w bulwach, a nadmiar opadów, szczególnie w okresie lipiec–sierpień, ograniczał gromadzenie tego składnika.

3. Niedobór opadów oraz wysoka temperatura powietrza w okresie wegetacji roślin ziemniaka sprzyjały porażeniu bulw parchem zwykłym.

4. Warunki pluwiotermiczne nie wykazywały jednoznacznego wpływu na kumulację azotanów oraz skłonność do ciemnienia miąższu bulw surowych.

5. Oceniane w badaniach odmiany ziemniaka wykazywały zróżnicowaną reakcję na warunki pogodowe panujące w poszczególnych okresach wegetacji w zakresie gromadzenia suchej masy, skrobi, białka ogółem, azotanów, kształtowania się skłonności do ciemnienia miąższu bulw surowych oraz porażenia parchem zwykłym.

PIŚMIENNICTWO

- Boguszewska D., 2007. Wpływ niedoboru wody na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach ziemniaka. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 5(54), 93–101.
- Bombik A., Rymusza K., Markowska M., Stankiewicz C., 2007. Variability analysis of selected quantitative characteristics in edible potato varieties. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(3), 5–15.
- Bombik A., Stankiewicz C., Starczewski J., 2003a. Interakcja genotypowo-środowiskowa w ocenie wybranych cech jakości ziemniaka. *Biul. IHAR* 226/227(2), 539–546.
- Bombik A., Wolska A., Markowska M. 2003b. Zastosowanie komponentów wariacyjnych do oceny zmienności cech jakości ziemniaka jadalnego w sieci handlowej Siedlec. *Fragm. Agron.* 77(1), 18–26.
- Cieślik E., Międzybrodzka A., Sikora E., 1990. Zawartość azotanów i azotynów w bulwach ziemniaka uprawianych w różnych warunkach. *Przem. Spoż.* 2, 65–66.
- Dmowski L., Nowak L., Chmura K., 2004. Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. *Biul. IHAR* 232, 141–148.
- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K., 2000. Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka w zależności od odmiany, miejsca uprawy i terminu zbioru. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4(25), 46–51.
- Gawińska H., Kapsa J., Lewosz W., Osowski J., 1999. Parch zwykły ziemniaka (*Streptomyces scabies*) i jego występowanie w Polsce. *Mat. Konf. „Ochrona ziemniaka”*, 23–24 marca 1999, Kołobrzeg, 58–62.
- Grudzińska M., Zgórska K., 2008. Wpływ warunków meteorologicznych na zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 5(60), 98–105.
- Hiltunen L.H., Weckman A., Ylhainen A., Rita H., Richter H., Valkonen J.P.T., 2005. Response of potato cultivars to the common scab pathogens, *Streptomyces scabies* and *S.turgidicabies*. *Ann. App. Biol.* 146,95–403.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Marks N., Krzysztofik B. 2005. Oddziaływanie rodzaju nawożenia i typu gleby na ciemnienie miąższu bulw średnio wczesnych odmian ziemniaka. *Pam. Puł.* 139, 65–74.
- Kołodziejczyk M., 2013. Wpływ warunków opadowo-termicznych na plonowanie średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Annales UMCS s. Agricultura* 3, 1–10.
- Künsch U., Schärer H., Temperli A. 1981. Eine Schnellmethode zur Bestimmung von Nitrat in Frischgemüsen mit Hilfe der ionensensitiven Elektrode. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil*, Flugschrift 106.
- Lis B., Mazurczyk W., Trawczyński C., Wierzbicka A., 2002. Czynniki ograniczające wykorzystanie azotu przez rośliny ziemniaka a zagrożenie środowiska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489, 165–174.
- Lutomirska B., 2008. Wpływ czynników meteorologicznych na porażenie bulw ziemniaka parchem zwykłym. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 48(1), 216–220.

- Marks N., 2009. Zawartość azotanów, azotynów i metali ciężkich w bulwach ziemniaka w zależności od długości przechowywania. *Inż. Rol.* 1(110), 183–187.
- Mazurczyk W., 1994. Skład chemiczny dojrzałych bulw 30 odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 44, 55–63.
- Pińska M., Wojdyła T., Rolbiecki S., Czekanowski C., Rolbiecki R., 2009. Wpływ nawadniania uzupełniającego i nawożenia azotem na jakość wczesnych odmian ziemniaka. *Infr. Ekol. Ter. Wiej.* 6, 245–256.
- Płaza A., 2004. Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Annales UMCS, s. E, Agricultura* 3, 1327–1334.
- 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.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo powierzchni żywności. *Dz.U.* 2003 r. nr 37, poz. 326 z późn. zm.
- Roztropowicz S., 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 6(1), 33–76.
- Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska A., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomińska 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.
- Rudkiewicz F., Zakrzewska B., 1987. Wpływ niektórych elementów pogody na porażenie bulw parchem zwykłym i ocena przydatności procentu i stopnia porażenia bulw do określania reakcji odmian na ten patogen. *Biul. Inst. Ziem.* 35, 91–100.
- Sawicka B., 1991. *Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białkopodlaskim.* Rozpr. hab. 141, Wyd. AR Lublin.
- Sawicka B., 2000. Wpływ technologii produkcji na jakość bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 120, 391–401.
- Sawicka B., Michałek W., Pszczółkowski P., 2011. Uwarunkowania potencjału plonowania średnio późnych i późnych odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej Polski. *Biul. IHAR* 259, 219–228.
- Szutkowska M., Lutomińska B., 2002. Wpływ środowiska i niektórych zabiegów agrotechnicznych na porażenie się bulw ziemniaka parchem zwykłym. *Biul. IHAR* 221, 153–167.
- Trętowski J., Boligłowa E., Bombik A., 1989. Zmienność plonu i zawartości skrobi u odmian ziemniaka różnych grup wczesności. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 382, 69–77.
- Wierzbicka A., 2011. Wybrane cechy jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od nawadniania. *J. Res. Appl. Agric. Engin.* 56(4), 203–207.
- Wierzbicka A., 2012. Wpływ odmiany, nawożenia azotem i terminu zbioru na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaków wczesnych. *Fragm. Agron.* 29(2), 134–142.
- Wierzbicka A., Lis B., Mazurczyk W., 2002. Deficyt wody w okresie wegetacji a plonowanie i wykorzystanie azotu przez wczesne odmiany ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 481, 341–347.
- Yusuph M., Tester F., Colin A., Snape E., 2003. Composition and properties of starches extracted from tubers of different potato varieties grown under the same environmental conditions. *Food Chem.* 82, 283–289.
- Zarzecka K., Gugala M., 2006. Zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka w zależności od sposobów uprawy roli i odchwaszczania. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(2), 107–115.

Summary. The effect of pluviothermal conditions on chemical composition and selected parameters of potato tubers quality was assessed in 2006–2011. Six medium late and late cultivars of edible potatoes were tested, namely Jelly, Medea, Niagara, Syrena, Ursus and Zeus. The content

of dry mass in the tubers ranged widely from 17.6 to 25.9% and starch from 12.7 to 17.5%. Potato plants accumulated the highest content of dry mass and starch in the vegetation season characterized by the highest average air temperature and moderate excess of rainfall during the July–August period, whereas the lowest one in the year when the air temperature in the analogous vegetation period was the lowest and the total rainfall the highest. The mean total protein content in tubers ranged in respective years from 17.2 to 21.1 g · kg⁻¹. A low amount of rainfall and a high air temperature advantageously affected the protein content, whereas rainfall excess, particularly in the July–August period, reduced this component accumulation. Deficiency of rainfall accompanied by high air temperature during potato vegetation period favoured common scab infections. The assessment of the effect of pluviothermal conditions on nitrate accumulation and tendency for raw tuber flesh to darken did not reveal any unanimous dependencies.

Key words: potato, cultivar, chemical composition of tubers, quality of tubers, rainfall and thermal conditions