

DOMINIKA BOGUSZEWSKA

WPLYW NIEDOBORU WODY NA ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW CHEMICZNYCH W BULWACH ZIEMNIAKA

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości wybranych związków chemicznych oraz ich rozkład w bulwach ziemniaka (w części przystolonowej i wierzchołkowej) w warunkach stresu suszy oraz przy zastosowaniu optymalnej dawki nawodnieniowej. W doświadczeniu wazonowym użyto 6 odmian ziemniaka: Cekin, Satina, Saturna, Tajfun, Violet Fleischiege oraz Zebra. W bulwach oznaczano zawartość: skrobi metodą Ewersa, cukrów redukujących metodą spektrofotometryczną z odczynnikiem dinitrofenolowym, a sacharozy metodą spektrofotometryczną z użyciem odczynnika natronowego. Oznaczenia zawartości azotanów(V) wykonywano wykorzystując jonoselektywną elektrodę azotanową. Pomiaru dokonywano przy użyciu wielofunkcyjnego przyrządu CX-721 firmy Elmetron.

Zawartość suchej masy była większa w bulwach roślin poddanych stresowi suszy (średnio 22,59%) w porównaniu z bulwami kontrolnymi (20,11%). Zawartość skrobi pod wpływem stresu suszy zmalała we wszystkich odmianach z wyjątkiem odmiany Tajfun. Zawartość azotanów była większa w bulwach ziemniaków wszystkich badanych odmian poddanych stresowi suszy w porównaniu z bulwami roślin z optymalnym zaopatrzeniem w wodę. We wszystkich badanych odmianach ziemniaków nastąpił wzrost zawartości sacharozy w bulwach pod wpływem działania czynnika stresowego

Słowa kluczowe: ziemniak, susza, sucha masa, azotany, skrobia, sacharoza, cukry redukujące

Wprowadzenie

Ziemniaki jadalne przeznaczone do przetwórstwa spożywczego powinny mieć odpowiednie cechy morfologiczne (głębokość oczek, kształt, regularność), chemiczne (m.in. sucha masa, skrobia, sacharydy) oraz sensoryczne. Jakość ziemniaka uwarunkowana jest wieloma cechami, do których można zaliczyć m.in. cechy odmianowe, warunki klimatyczne w czasie wzrostu bulw, technologię uprawy oraz warunki przechowywania [4, 5, 6, 8, 13, 15].

Zmiany warunków wilgotnościowych odzwierciedlają zmiany składu chemicznego bulwy. Zakłóceniom wzrostu rośliny towarzyszą zakłócenia w przemianach cukrów

w bulwach. Po suszy bulwy mają więcej suchej masy, mniej skrobi, a więcej cukrów redukujących. Po ustąpieniu suszy skrobia zostaje zhydrolizowana do cukrów prostych, które są potrzebne roślinie do zintensyfikowania wzrostu. Następstwem tego zjawiska jest wzrost zawartości cukrów i ich nierównomierny rozkład w bulwie. Wartość technologiczna takiego surowca jest niewielka. Wyższa koncentracja cukrów redukujących (glukozy i fruktozy) wpływa na intensywność przebiegu reakcji Maillarda i powoduje brązowienie produktów. Podczas smażenia cukry redukujące wchodzi w reakcję z wolnymi aminokwasami, tworząc związki o ciemnym zabarwieniu. Ciemne produkty mają gorzki smak, następuje również pogorszenie zapachu. Wynikiem reakcji Maillarda jest nie tylko barwa produktów smażonych, ale również powstawanie szkodliwych dla zdrowia toksycznych akryloamidów [14, 15].

Ziemniaki przeznaczone na produkty smażone i sterylizowane nie powinny zawierać więcej niż 0,5% sumy cukrów w świeżej masie, a poziom powyżej 1% w świeżej masie zmienia smak bulw (słodki posmak) [14].

W warunkach suszy i wysokiej temperatury wzrasta również zawartość azotanów(V) w bulwach, czyli składników zaliczanych do substancji przeciwżywniowych [2, 3, 5, 9].

Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości wybranych związków chemicznych oraz ich rozkład w bulwach ziemniaka (w części przystolonowej i wierzchołkowej) w warunkach stresu suszy oraz przy zastosowaniu optymalnej dawki nawodnieniowej.

Materiał i metody badań

Materiał biologiczny pochodził z doświadczenia wazonowego, prowadzonego w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie. Wazono o pojemności 10–12 l wypełnione były podłożem torfowo-piaskowym o pH około 6,0. Na dnie wazonów znajdowała się kilkucentymetrowa warstwa keramzytu. Zawartość składników podłoża odpowiadała umiarkowanemu, standardowemu nawożeniu roślin w warunkach polowych. Ilość składników nawozowych odpowiadała dawce stosowanej w warunkach polowych N - 80 kg/ha, P- 80 kg/ha, K -120 kg/ha. Sadzeniaki średniej wielkości, pobudzone, wysadzano w III dekadzie kwietnia.

Doświadczenie prowadzono w naturalnych warunkach temperatury i nasłonecznienia z zachowaniem ochrony przed naturalnymi opadami. Rośliny były podlewane wg potrzeb przy przestrzeganiu zasady, że wszystkie rośliny otrzymywały taką samą ilość wody dostosowaną do ich stanu rozwojowego. Po 3 tygodniach od momentu rozpoczęcia tuberyzacji, czyli w okresie największej wrażliwości ziemniaka na niedobór wody, rośliny poddawano 2-tygodniowej suszy. W czasie suszy wstrzymano podlewanie roślin, natomiast rośliny z prób kontrolnych były podlewane regularnie.

W doświadczeniu wazonowym użyto 6 odmian ziemniaka: Cekin, Satina, Saturna, Tajfun, Violet Fleischiege oraz Zebra. Odmiany Saturna i Fiolet Fleischiege należą do odmian średnio późnych, natomiast pozostałe są odmianami średnio wczesnymi. Wszystkie testowane odmiany należą do odmian jadalnych. Sposób ich użytkowania przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Cechy użytkowe odmian ziemniaka.

Usage features of potato cultivars.

Odmiana ziemniaka Potato cultivar	Sposób użytkowania Usage ways of potato cultivars
Tajfun	puree / puree, pyzy / dumplings, kluski / noodle, placki / potato pan cake
Satina	konserwy / cans, mrożonki / frozen food, sałatki / salads
Zebra	ziemniaki gotowane / boiled potatoes
Cekin	puree / puree, pyzy / dumplings, kluski / noodle, placki / potato pan cake
Fiolet Fleischiege	sałatki / salads
Saturna	frytki / chips

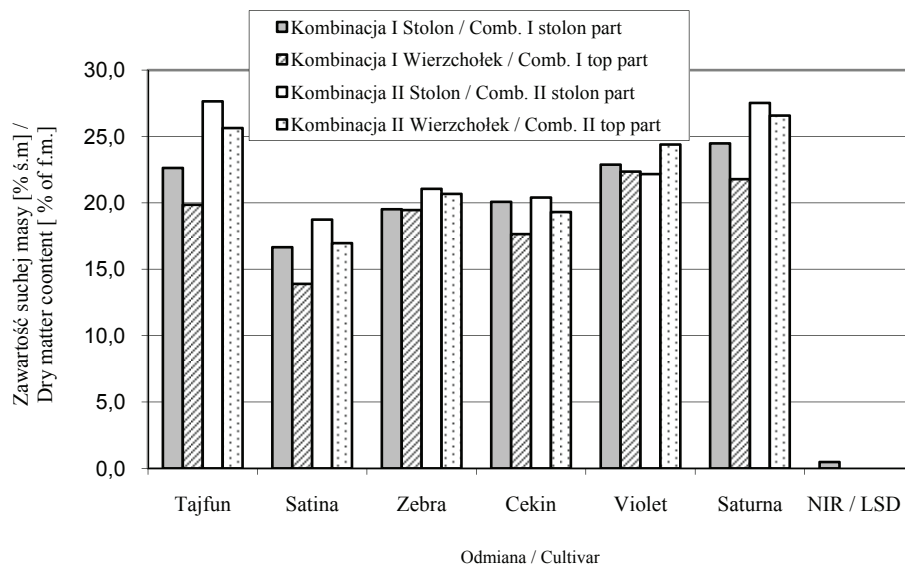
W bulwach ziemniaków oznaczano zawartość następujących składników:

- suchej masy metodą suszarkową (dwustopniowe suszenie w temp 75°C/24 h i 105°C do uzyskania stałej masy),
- skrobi metodą polarymetyczną Ewersa [1],
- sacharozy metodą spektrofotometryczną z użyciem odczynnika antronowego [11],
- cukrów redukujących metodą spektrofotometryczną z odczynnikiem dinitrofenolowym [12],
- azotanów(V) - jonoselektywną elektrodą azotanową. Pomiaru dokonywano przy użyciu wielofunkcyjnego przyrządu CX-721 firmy Elmetron [7].

Zawartość wyżej wymienionych składników badano w dwóch częściach bulw: w części wierzchołkowej i przystolonowej.

Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej masy była większa w bulwach roślin poddanych stresowi suszy (średnio w odmianach 22,59%) w porównaniu z próbami kontrolnymi (średnio 20,11%). Większą zawartością suchej masy charakteryzowała się część wierzchołkowa bulw wszystkich badanych odmian z wyjątkiem odmiany Violet Fleischiege. Największy wzrost tego składnika wystąpił w odmianach Tajfun i Saturna (rys. 1).



* kombinacja I – rośliny z optymalnym zaopatrzeniem w wodę / plants with optimal water supply kombinacja II – rośliny poddane 2-tygodniowej testowej suszy (dot. rys. 1-5) / plants after 2 weeks drought (Fig. 1-5)

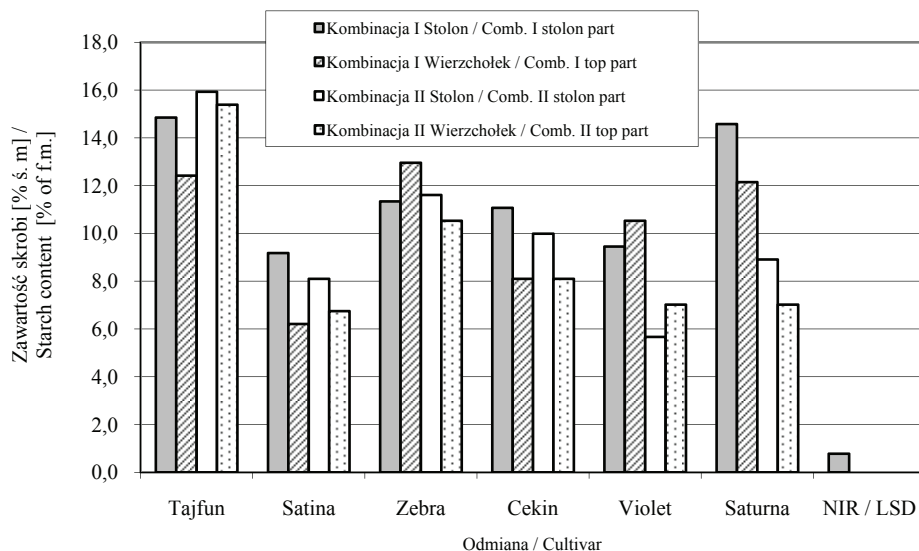
Rys. 1. Wpływ suszy na zawartość suchej masy w części stolonowej i wierzchołkowej bulw ziemniaka [%].

Fig. 1. Drought influence on dry matter content at stolon part of and at top part of tubers.

Zawartość suchej masy wpływa na konsystencję produktów smażonych, suszonych, sterylizowanych i gotowanych oraz na chłonięcie tłuszczu przez frytki i chipsy, jak również zwięzłość i wilgotność miąższu bulw ugotowanych [14]. Wahania zaopatrzenia roślin w wodę powodują również nierównomierny rozkład suchej masy, co ma wpływ na jakość uzyskiwanych produktów z bulw ziemniaka.

Zawartość skrobi pod wpływem stresu suszy zmalała zarówno w części przystolonowej, jak i w wierzchołkowej w bulwach odmian Cekin, Violet Fleishiege oraz Saturna, a tylko w części stolonowej odmiany Satina, i w części wierzchołkowej odmiany Zebra. Zawartość tego składnika wzrosła w bulwach odmiany Tajfun w dwóch badanych częściach, oraz w części wierzchołkowej odmiany Satina i części stolonowej odmiany Zebra. W części przystolonowej bulw ziemniaka stwierdzono więcej skrobi w porównaniu z częścią wierzchołkową bulw – średnio we wszystkich odmianach. Największe zmiany tego składnika wystąpiły w części stolonowej bulw odmiany Saturna, w których zawartość skrobi pod wpływem stresu suszy zmalała z 14,6 do 8,9% a w części wierzchołkowej z 12,1 do 7,0% (rys. 2). Nierównomierne rozłożenie tego składnika wpływa na konsystencję i strukturę miąższu, powodując np. nierównomierne

gotowanie ziemniaków, część bulw rozpada się, podczas gdy pozostałe nie są jeszcze ugotowane.

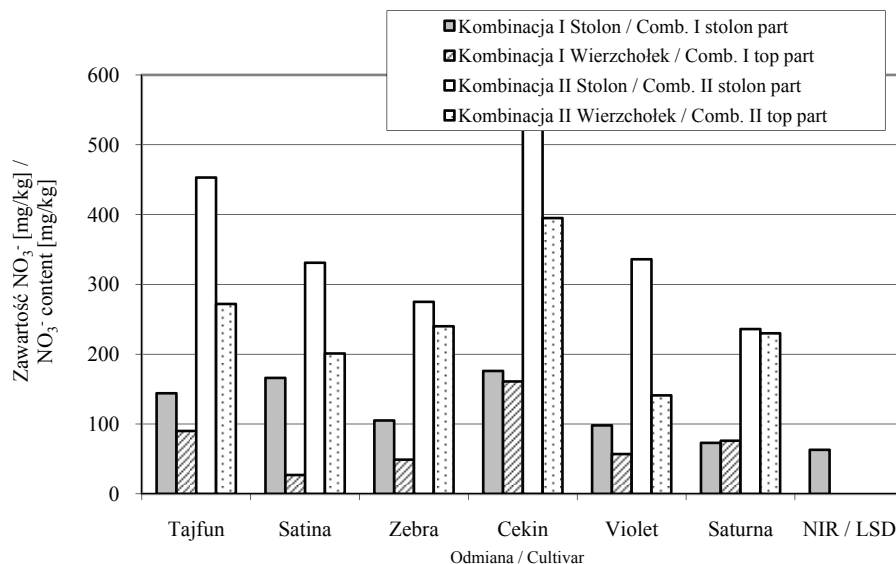


Rys. 2. Wpływ suszy na zawartość skrobi w części stolonowej i wierzchołkowej bulw ziemniaka.

Fig. 2. Drought influence on starch content at stolon part of and at top part of tubers.

Toksyczność azotanów(V) jest niewielka, ale pod wpływem flory bakteryjnej żołądka mogą one ulegać redukcji do azotanów(III). Z tych związków mogą powstawać rakotwórcze nitrozoaminy. Ziemniaki należą do grupy roślin o małej zawartości azotanów(V). Polskie prawo żywnościowe reguluje zawartość azotanów(V) w warzywach rozporządzeniem Ministra Zdrowia [17]. Zgodnie z tym rozporządzeniem zawartość azotanów w bulwach ziemniaków nie może być większa niż 200 mg/kg świeżej masy [17]. Wielu autorów stwierdza, że zawartość azotanów w bulwach ziemniaka w warunkach suszy wzrasta [4, 9]. Przedstawione wyniki również potwierdzają tę tezę. Niedobór wody spowodował zwiększenie zawartości tych związków w bulwach ziemniaków wszystkich badanych odmian, zarówno w części stolonowej, jak i wierzchołkowej bulw (rys. 3).

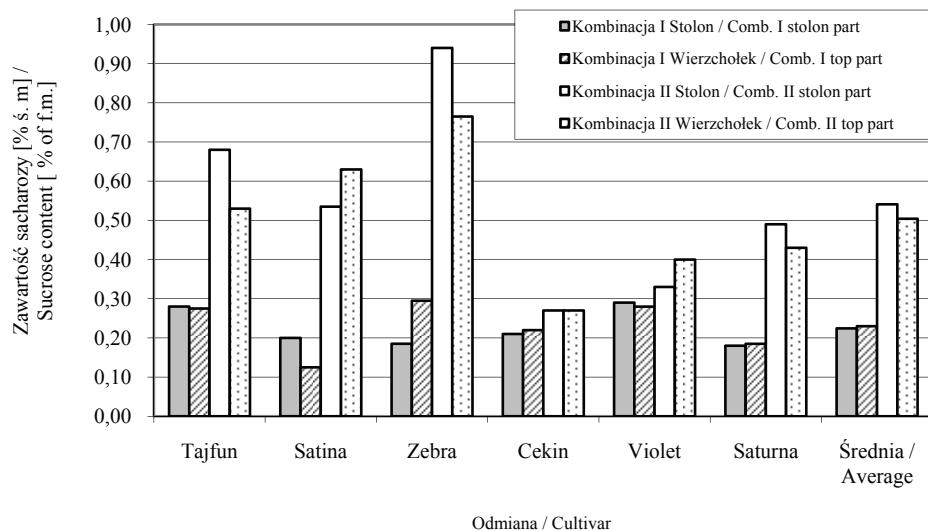
Pod wpływem działania czynnika stresowego suszy największy wzrost badanego składnika stwierdzono w bulwach średnio wczesnej odmiany Cekin zarówno w części stolonowej, jak i wierzchołkowej, natomiast najmniejszy w bulwach średnio późnej odmiany Saturna oraz średnio wczesnej odmiany Zebra. W bulwach wszystkich badanych odmian, którym zapewniono optymalną dawkę wody, dopuszczalna zawartość azotanów nie została przekroczona. Natomiast pod wpływem suszy w bulwach wszystkich badanych odmian wystąpiła bardzo duża kumulacja azotanów, a dopuszczalna ich zawartość została przekroczona. Najintensywniejszy wzrost zawartości tego składnika obserwowano w części przystolonowej bulw ziemniaka.



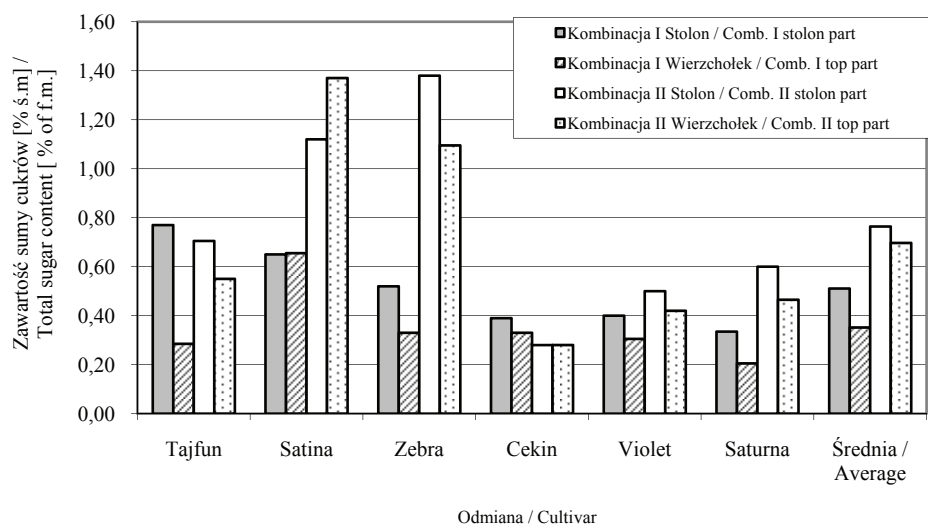
Rys. 3. Wpływ suszy na zawartość azotanów(V) w części wierzchołkowej i stolonowej bulw ziemniaka.
 Fig. 3. Drought influence on nitrate content at stolon part of and at top part of tubers.

Z danych literaturowych wynika, że warunki atmosferyczne i glebowe wpływają na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Badania Zgórskiej i Gruzińskiej [16] wykazały, że niedobór opadów w czasie tuberyzacji oraz ich nadmiar w ostatnich trzech dekadach poprzedzających zbiór wpływa na podwyższenie zawartości azotanów w bulwach ziemniaka. Podobne wyniki otrzymała również Cieslik [2].

We wszystkich badanych odmianach nastąpił wzrost zawartości sacharozy pod wpływem działania czynnika stresowego z 0,23 do 0,52% ś.m. (średnio w odmianach). Największym wzrostem zawartości sacharozy charakteryzowały się bulwy odmiany Zebra w części stolonowej z 0,19 do 0,94% ś.m., a w części wierzchołkowej z 0,30 do 0,77% ś.m. Dużym wzrostem sacharozy charakteryzowały się również odmiany Tajfun i Satina, natomiast najmniej tego składnika przybyło w bulwach odmiany Cekin. Największy wzrost tego składnika obserwowano w części stolonowej bulw ziemniaka. (rys. 4). W wyniku nierównomiernego rozłożenia tych związków w bulwach wystąpiły przebarwienia na przekroju chipsów i frytek oraz niejednorodna barwa np. brązowienie przy stolonie, wiązkach przewodzących lub w rdzeniu, co dyskwalifikuje ziemniaki do przetwórstwa [14, 15].



Rys. 4. Wpływ suszy na zawartość sacharozy w części stolonowej i wierzchołkowej bulw ziemniaka.
 Fig. 4. Drought influence on sucrose content at stolon part of and at top part of tubers.



Rys. 5. Wpływ suszy na zawartość sumy cukrów w części stolonowej i wierzchołkowej bulw ziemniaka.
 Fig. 5. Drought influence on total sugar content at stolon part of and at top part of tubers.

Suma zawartości cukrów w świeżej masie bulw ziemniaków przeznaczonych na produkty smażone lub sterylizowane nie powinna przekroczyć 0,5%. Poziom powyżej 1% tych związków w świeżej masie zmienia smak bulw, powodując ich słodki posmak

[14]. W odmianach Satina, Zebra oraz Violet Fleishiege nastąpił wzrost sumy cukrów pod wpływem działania suszy, przy czym w bulwach odmian Satina i Zebra został przekroczony dopuszczalny poziom tych związków powyżej 1%. Wzrost zawartości sumy cukrów był spowodowany zarówno wzrostem sacharozy, jak i cukrów redukujących (rys. 5).

Badania dotyczące rozmieszczenia suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka po zbiorze, a także po okresie przechowywania były podejmowane przez Zgórską i Frydecką-Mazurczyk. Otrzymały one istotne różnice poziomu zawartości sacharozy i cukrów redukujących w poszczególnych częściach bulw ziemniaka, a ich zawartość była większa w części przystolonowej bulw [14].

Wnioski

1. Pod wpływem suszy nastąpił wzrost zawartości suchej masy, azotanów i sacharozy w bulwach ziemniaka niezależnie od odmiany.
2. Susza spowodowała nierównomierny rozkład suchej masy, skrobi, azotanów, sacharozy i sumy cukrów w bulwach ziemniaka.
3. Najintensywniejsze zwiększenie zawartości azotanów(V) i sacharozy pod wpływem suszy obserwowano w części przystolonowej bulw ziemniaka.
4. Warunki suszy mogą powodować przekroczenie dopuszczalnej zawartości azotanów w bulwach ziemniaka.

Praca była prezentowana podczas XII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Lublin, 23–24 maja 2007 r.

Literatura

- [1] Adler G.: Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse. Paul Parey, Berlin 1971.
- [2] Cieślik E.: Czynniki kształtujące zawartość azotanów i azotynów w ziemniakach. Postępy Nauk Rolniczych, 1995, 6, 67-71.
- [3] Cieślik E.: Zawartość związków azotowych w bulwach ziemniaka w aspekcie żywieniowym i toksykologicznym. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1995, 203, 5-45.
- [4] Dmowski L., Nowak L., Chmura K.: Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. Biul. Inst. Hodowli i Aklimat. Roślin, 2004, 232, 141-148.
- [5] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Czynniki wpływające na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Biuletyn Instytutu Ziemniaka, 1996, 47, 111-126.
- [6] Głuska A., Nawadnianie jako czynnik kształtujący jakość plonów ziemniaka. Biul. Inst. Hodowli i Aklimat. Roślin. 2000, 213, 179-184.
- [7] Kunsch U., Schärer h., Temperli A.: Eine Schnellmethode zur Bestimmung von Nitrat in Frischgemusen mit Hilfe der ionosensitiven Elektrode w: Mitt. Der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Obst-Wein und Gertenbau Wädenswill Schweiz. Flugschrift, 1986, 106.

- [8] Lisińska G., Pęska A., Leszczyński W.: Wpływ czynników uprawowych i warunków przechowywania na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Zesz. Nauk AR Wrocław*, 1991, 244.
- [9] Mazurczyk W., Lis B.: Zawartość azotanów i glikoalkaloidów w dojrzałych bulwach ziemniaka jadalnego. *Roczn. PZH*, 2000, **51**, **1**, 37-41.
- [10] Nowacki W.: Uprawa ziemniaków a wartość konsumpcyjna i technologiczna bulw. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 2000, **467**, 23-32.
- [11] Sowokinos J. R.: Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes. *Am Potato J*, 1978, **55**, 333-336.
- [12] Talburt W.F., Smith: *Potato processing*. Publ. Westport 1959.
- [13] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Przydatność nowych polskich odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 2002, **489**, 347-354.
- [14] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Rozmieszczenie suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 2002, **489**, 327-334.
- [15] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. Inst. Hodowli i Aklimat. Roślin*. 2000, **213**, 239-252.
- [16] Zgórska K., Grudzińska M.: Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka po obróbce wstępnej i termicznej. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 2004, **500**, 475-481
- [17] Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. Dz. U. 2004 r. Nr 120, poz. 1257 z późniejszymi zmianami.

CHANGES OF CHEMICAL COMPOUNDS IN POTATO TUBERS UNDER DROUGHT CONDITIONS

Summary

The aim of this study was to estimate content of chemical compounds and their distributions in potato tubers (at stolon part of and at top part of tubers) harvested under drought conditions and with optimal water supply. There were used 6 potato cultivars: Cekin, Satina, Saturna, Tajfun, Violet Fleischiege and Zebra in the experiment. Starch content was determined using Ewers method, reducing sugar using spectrophotometry method with dinitrophenyl reagent, sucrose using spectrophotometry method with anthrone reagent. Nitrate V content was determined using ionoselective nitrate electrode by multi-purpose equipment CX-721 Elmetron.

Dry matter content increased in tubers of all tasted cultivars due to stress factor (av. 22,59%) comparing to control sample (20.11%). Starch content under drought condition decreased at all tubers of tested cultivars except from Tajfun cultivar. Water deficit caused increase of nitrate (V) in all cultivars at stolon part of tubers as well as at top part of tubers.(-) At all tested cultivars sucrose increase was observed under stress factor.

Key words: potato, drought conditions, dry matter, starch, sucrose, reducing sugar content 