

DOROTA WALKOWIAK-TOMCZAK

Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW STOPNIA DOJRZAŁOŚCI NA PARAMETRY FIZYCZNO-CHEMICZNE I ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH W WYBRANYCH ODMIANACH ŚLIWEK (*PRUNUS DOMESTICA*)^{*}

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu stopnia dojrzałości wybranych odmian śliwek (*Prunus domestica*) na masę owoców, zawartość suchej masy i ekstraktu, kwasowość oraz zawartość związków polifenolowych. Ocenie poddano śliwki w stadium dojrzałości zbiorczej i konsumpcyjnej. We wszystkich badanych odmianach zawartość suchej masy i ekstraktu w owocach o dojrzałości konsumpcyjnej była większa niż w owocach o dojrzałości zbiorczej. Kwasowość owoców w stadium dojrzałości zbiorczej była większa niż w stadium dojrzałości konsumpcyjnej. We wszystkich próbach zawartość polifenoli w owocach o dojrzałości konsumpcyjnej była większa niż w owocach w stadium dojrzałości zbiorczej.

Słowa kluczowe: śliwka, polifenole, stopień dojrzałości

Wstęp

Śliwki (*Prunus domestica*) są owocami o dużych wartościach odżywczych i dietetycznych, zarówno w postaci świeżej, jak i suszonej. Są surowcem bogatym w związki polifenolowe, związki mineralne (potas, fosfor, wapń, magnez), substancje pektynowe, charakteryzują się dużą aktywnością przeciwutleniającą (NAKATANI i IN. 2000, KIM i IN. 2003). Dieta bogata w związki bioaktywne obecne w śliwkach wpływa m.in. na obniżenie ciśnienia krwi, poprawę jej profilu lipidowego, zmniejszenie ryzyka chorób nowotworowych, usprawnienie funkcjonowania przewodu pokarmowego (LUCAS i IN. 2004, MATEOS i IN. 2005, TINKLER i IN. 1991).

^{*}Badania zostały częściowo sfinansowane ze środków na naukę Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2007-2010 w ramach projektu nr N N312 1497 33.

Związki polifenolowe to wtórne metabolity roślin, zaliczane do substancji nieodżywczych. W roślinach pełnią funkcje ochronne przed niesprzyjającymi warunkami środowiskowymi, jak promieniowanie UV, mikroorganizmy chorobotwórcze. W naszej diecie, jako związki o właściwościach przeciwutleniających, są składnikami bioaktywnymi, którym przypisuje się szereg korzystnych działań profilaktycznych w tzw. chorobach cywilizacyjnych. Polifenole kształtują także smakowość produktów spożywczych. Zawartość polifenoli w surowcach roślinnych, nawet w obrębie jednego gatunku, jest bardzo zróżnicowana i zależy od wielu czynników, głównie od odmiany, stopnia dojrzałości, warunków agrotechnicznych i klimatycznych w czasie wzrostu oraz od warunków i czasu przechowywania po zbiorze (KIM i IN. 2003). Wśród związków polifenolowych występujących w śliwkach dominują pochodne kwasu kawowego (kwas neochlorogenowy, chlorogenowy, kryptochlorogenowy), a w mniejszych ilościach flawanole (kwercetyna), antocyjany (pochodne cyjanidyny i peonidyny) i flawanole (katechyna, epikatechyna, proantocyjaniny) (NAKATANI i IN. 2000, CEVALLOS-CASALS i IN. 2006). Zawartość kwasów fenolowych zawiera się w szerokich granicach: kwas neochlorogenowy – 85-1300 mg/kg s.m., chlorogenowy – 13-430 mg/kg s.m., kryptochlorogenowy – 9-56 mg/kg s.m. (DONOVAN i IN. 1998, ŁOŚ i IN. 2000, NAKATANI i IN. 2000, TOMAS-BARBERAN i IN. 2001, KAYANO i IN. 2002).

Największe znaczenie w krajowym przetwórstwie śliwek mają takie odmiany, jak ‘Stanley’, ‘Węgierka Zwykła’, ‘Węgierka Dąbrowicka’, które są powszechnie uprawiane w Polsce od dawna. Oprócz wielu korzystnych cech, jak walory smakowe (‘Węgierka Zwykła’), dobra plenność (‘Węgierka Dąbrowicka’), tolerancja na szaręk (‘Stanley’), mają też wady, takie jak słabe oddzielanie miąższu od pestki (‘Stanley’) i wrażliwość na szaręk (‘Węgierka Zwykła’, ‘Węgierka Dąbrowicka’). W ostatnich latach wprowadzono szereg nowych odmian o korzystnych cechach sensorycznych i sadowniczych takich jak: ‘Promis’ (typ ‘Węgierki Zwyklej’ o zwiększonej tolerancji na szaręk, wyhodowana w Instytucie Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach), odmiana amerykańska ‘Bluefre’, odmiana kanadyjska ‘Valor’, ‘Čačanska Lepotica’ (odporna na choroby śliwy, atrakcyjne owoce) i ‘Čačanska Najbolja’ (odporna na szaręk, miąższ dobrze odchodzi od pestki) pochodzące z byłej Jugosławii (GRZYB i ROZPARA 2000). Takie odmiany o atrakcyjnych owocach, odporne na choroby, plenne, przydatne do przetwórstwa są poszukiwane przez sadowników i producentów. Cenione są również odmiany, które można przechowywać w chłodniach przez dłuższy czas, gdyż za takie owoce uzyskuje się wyższe ceny niż w okresie zbioru. Z punktu widzenia konsumentów akceptacja śliwek jest ściśle związana z datą zbioru, stopniem dojrzałości owoców, co przekłada się na walory sensoryczne (ZUZUNAGA i IN. 2001, CRISOSTO i IN. 2004).

Celem badań było określenie wpływu stopnia dojrzałości w czasie zbioru na zawartość związków polifenolowych, suchej masy, ekstraktu oraz kwasowość i masę owoców śliwek.

Material i metody

W badaniach użyto śliwek odmian ‘Węgierka Zwykła’, ‘Węgierka Dąbrowicka’, ‘Čačanska Lepotica’, ‘Čačanska Najbolja’ i ‘Stanley’. Śliwki otrzymano z sadów Zakładu Rolniczo-Sadowniczego w Przybrodzie, należącego do Katedry Sadownictwa

Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Owoce pochodziły z drzew w pełni owocowania, rosnących na podkładkach Wagenheima, na glebach płowych. Owoce po zbiorze przesortowano w zależności od stadium dojrzałości. Podstawowym kryterium oceny była twardość owoców. Mierzono ją jędrnościerzem Fruit Pressure Effegi FT 911, z użyciem trzpienia o średnicy 8 mm, a wyniki wyrażano w kilogramach. Do doświadczeń użyto śliwek w stanie dojrzałości zbiorczej i konsumpcyjnej. Owoce w stadium dojrzałości zbiorczej, przeznaczone do przechowywania, cechowały się twardością w zakresie 2,5-5 kg, owoce zaś w stadium dojrzałości konsumpcyjnej, do bezpośredniej sprzedaży – twardością 1,5-3 kg w zależności od odmiany. Owoce poddawano analizie obejmującej określenie masy owoców, zawartości suchej masy, zawartości ekstraktu, kwasowości ogólnej oraz zawartości polifenoli.

Masę owoców określano w dwóch partiach liczących po 20 śliwek. Zawartość suchej masy oznaczano metodą wagową (PN-90/A-75101/03), zawartość zaś ekstraktu metodą refraktometryczną (PN-90/A-75101/02) w trzech próbach po pięć powtórzeń. Kwasowość ogólną oznaczano metodą potencjometryczną (PN-90/A-75101/04), w trzech próbach po trzy powtórzenia. Ogólną zawartość polifenoli oznaczano metodą spektrofotometryczną Follin-Ciocalteu, przy długości fali 750 nm (SINGLETON i ROSSI 1965). Polifenole ekstrahowano za pomocą 80-procentowego roztworu metanolu, przez 24 h. Wyniki pomiarów przedstawiono w równoważnikach kwasu chlorogenowego, bowiem jest to jeden z dominujących kwasów fenolowych występujących w śliwkach.

Statystyczną analizę wyników przeprowadzono, stosując analizę wariancji (przy poziomie istotności $p \leq 0,05$), za pomocą programu komputerowego Statistica wersja 8.

Wyniki

Masa badanych owoców wynosiła od 20 g w przypadku śliwek odmiany 'Węgierka Zwykła' do 61 g w przypadku śliwek odmiany 'Čačanska Najbolja' (tab. 1). Pozostałe badane odmiany śliwek cechowały się owocami o masie 43-49 g. Masa owoców zależała tylko od odmiany, wpływ zaś stopnia dojrzałości na ten parametr był statystycznie nieistotny ($p \leq 0,05$). Analizując wartości odchylenia standardowego dla masy owoców, można stwierdzić, iż w każdej próbie masa śliwek była bardzo zróżnicowana, bez względu na odmianę i stopień dojrzałości (tab. 1).

Zawartość suchej masy w badanych śliwkach w stadium dojrzałości zbiorczej wynosiła od 12,6% w przypadku owoców odmiany 'Węgierka Dąbrowicka' do 19,8% w przypadku owoców odmiany 'Węgierka Zwykła'. Podobnie wśród owoców w stadium dojrzałości konsumpcyjnej, najmniejszą zawartością suchej masy cechowały się owoce odmiany 'Węgierka Dąbrowicka' – 14,2%, a największą – owoce odmiany 'Węgierka Zwykła' – 22,5% (tab. 1). We wszystkich próbach zawartość suchej masy w śliwkach o dojrzałości konsumpcyjnej była większa niż w owocach o dojrzałości zbiorczej. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla stopnia dojrzałości nie wykazała jednak istotnego wpływu tej zmiennej za zawartość suchej masy ($p \leq 0,05$).

Podobnie jak w przypadku suchej masy, zawartość ekstraktu była większa w śliwkach w stadium dojrzałości konsumpcyjnej niż w owocach w stadium dojrzałości zbiorczej (tab. 1). Największą zawartość ekstraktu odnotowano w śliwkach odmiany 'Węgierka Zwykła', na poziomie 18,6 i 20,4%, najmniejszą zaś – w owocach odmiany

Tabela 1. Wpływ stopnia dojrzałości śliwek na masę owoców, zawartość suchej masy, ekstraktu oraz kwasowość w zależności od odmiany

Table 1. The effect of the degree of ripening of plums on fruit weight, dry matter and soluble solids contents and acidity depending on the cultivar

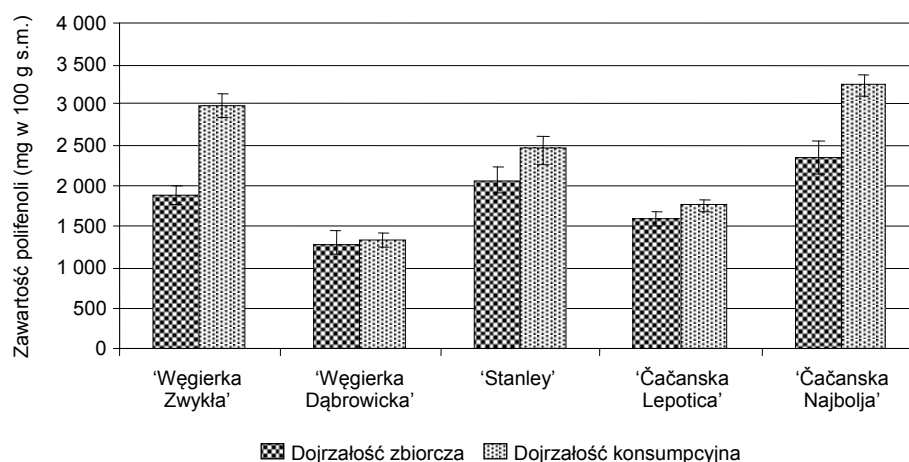
| Odmiana | Stopień dojrzałości | Masa owoców (g) | Zawartość suchej masy (%) | Zawartość ekstraktu (%) | Kwasowość w 100 g s.m. (g) |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|
| ‘Węgierka Zwykła’ | Zbiorcza | 20,9±3,1 | 19,8±0,5 | 18,6±0,7 | 5,1±0,04 |
| | Konsumpcyjna | 20,7±2,3 | 22,5±0,3 | 20,4±0,6 | 3,5±0,02 |
| ‘Węgierka Dąbrowicka’ | Zbiorcza | 43,0±5,0 | 12,6±0,4 | 12,0±0,7 | 11,7±0,15 |
| | Konsumpcyjna | 46,1±4,2 | 14,2±0,3 | 13,5±0,9 | 10,2±0,09 |
| ‘Stanley’ | Zbiorcza | 47,9±5,5 | 15,4±0,2 | 14,3±1,5 | 7,3±0,15 |
| | Konsumpcyjna | 46,8±7,7 | 16,0±0,2 | 15,1±1,0 | 6,8±0,05 |
| ‘Čačanska Lepotica’ | Zbiorcza | 44,8±5,2 | 14,3±0,3 | 12,7±0,1 | 10,4±0,58 |
| | Konsumpcyjna | 49,1±4,4 | 16,2±0,4 | 14,9±0,2 | 8,6±0,23 |
| ‘Čačanska Najbolja’ | Zbiorcza | 61,1±6,3 | 16,0±0,3 | 13,8±0,2 | 7,5±0,11 |
| | Konsumpcyjna | 61,8±6,5 | 16,6±0,6 | 15,6±0,5 | 6,0±0,04 |

± – odchylenie standardowe z 9-20 powtórzeń, w zależności od parametru.

‘Węgierka Dąbrowicka’, na poziomie 12,0 i 13,5%, odpowiednio w przypadku dojrzałości zbiorczej i konsumpcyjnej. Również w tym przypadku wpływ stadium dojrzałości na zawartość ekstraktu w śliwkach był statystycznie nieistotny ($p \leq 0,05$).

Kwasowość śliwek, wyrażona w równoważnikach kwasu jabłkowego, w owocach w stadium dojrzałości zbiorczej zawierała się w granicach od 5,1 g w 100 g s.m. w przypadku owoców odmiany ‘Węgierka Zwykła’ do 11,7 g w 100 g s.m. w przypadku owoców odmiany ‘Węgierka Dąbrowicka’. W przypadku owoców w stadium dojrzałości konsumpcyjnej najmniejszą kwasowość, 3,5%, odnotowano dla odmiany ‘Węgierka Zwykła’, największą zaś – dla odmiany ‘Węgierka Dąbrowicka’ – 10,2% (tab. 1). Generalnie we wszystkich przypadkach kwasowość owoców w stadium dojrzałości zbiorczej była większa niż owoców w stadium dojrzałości konsumpcyjnej, lecz jednoczynnikowa analiza wariancji nie wykazała istotnego wpływu stopnia dojrzałości na ten parametr ($p \leq 0,05$).

W badanych odmianach śliwek określono ogólną zawartość związków fenolowych po zbiorze owoców w zależności od stopnia dojrzałości. Największą zawartość związków fenolowych w owocach po zbiorze stwierdzono w śliwkach odmiany ‘Čačanska Najbolja’, 2339 mg w 100 g s.m. dla dojrzałości zbiorczej oraz 3238 mg w 100 g s.m. dla dojrzałości konsumpcyjnej (rys. 1). Najmniej polifenoli odnotowano w śliwkach odmiany ‘Węgierka Dąbrowicka’, na poziomie około 1300 mg w 100 g s.m., zarówno w owocach o dojrzałości zbiorczej, jak i konsumpcyjnej. W przypadku wszystkich badanych odmian, z wyjątkiem śliwek ‘Węgierka Dąbrowicka’, stwierdzono większą zawartość polifenoli w owocach o dojrzałości konsumpcyjnej niż w owocach w stadium



Rys. 1. Wpływ stopnia dojrzałości śliwek na zawartość związków fenolowych w zależności od odmiany

Fig. 1. The effect of the degree of ripening of plums on polyphenols content depending on the cultivar

dojrzałości zbiorczej. Na podstawie przeprowadzonej jednoczynnikowej analizy wariancji Anova stwierdzono, że stopień dojrzałości miał istotny statystycznie wpływ na zawartość polifenoli ($p \leq 0,05$).

Jednoczynnikowa analiza wariancji Anova wykazała istotny statystycznie ($p \leq 0,05$) wpływ odmiany na wszystkie badane zmienne, tj. masę owoców, zawartość suchej masy, ekstraktu, kwasowość i zawartość polifenoli. Na podstawie wieloczynnikowej analizy wariancji można stwierdzić, iż odmiana i stopień dojrzałości miały istotny statystycznie wpływ na badane parametry (tab. 2).

Tabela 2. Wieloczynnikowa analiza wariancji dla istotności wpływu odmiany śliwek i stopnia dojrzałości na masę owoców, zawartość polifenoli, suchej masy, ekstraktu i kwasowość

Table 2. Multicomparison analysis of variance for significance effect of cultivar and degree of ripening of plum on fruit weight, polyphenols, dry matter and soluble solids contents and acidity

| Efekt | Test | Wartość | F | Efekt df | Błąd df | p |
|-----------------------------|--------|----------|--------|----------|---------|-------------|
| Wyraz wolny | Wilksa | 0,000134 | 23 825 | 5 | 16 | $\leq 0,05$ |
| Odmiana | Wilksa | 0,000004 | 109 | 20 | 54 | $\leq 0,05$ |
| Dojrzałość | Wilksa | 0,05096 | 59 | 5 | 16 | $\leq 0,05$ |
| Odmiana \times dojrzałość | Wilksa | 0,016105 | 6 | 20 | 54 | $\leq 0,05$ |

Dyskusja

Zawartość suchej masy i ekstraktu w owocach zależy nie tylko od odmiany, lecz także od stopnia dojrzałości, warunków klimatycznych i agrotechnicznych, jak również od położenia owocu w koronie drzewa, co wpływa na warunki oświetleniowe i ma bezpośredni wpływ na przebieg fotosyntezy. Stąd w obrębie danej partii owoców tego samego gatunku, odmiany i pochodzących z jednego sadu może występować duże zróżnicowanie wartości tych parametrów. Po porównaniu danych przedstawianych w literaturze można stwierdzić, że skład chemiczny owoców tych samych odmian niekiedy znacznie się różni. W badaniach ŁOŚ i IN. (2000) zawartość suchej masy w pięciu odmianach śliwek wynosiła od 12% w odmianie 'Węgierka Łowicka' do 20% w odmianie 'Węgierka Zwykła', a więc podobnie jak w niniejszej pracy. Z kolei zawartość suchej masy w śliwkach 'Węgierka Dąbrowicka' wynosiła ponad 16%, a w 'Stanley' 13% (ŁOŚ i IN. 2000), a w niniejszej pracy odpowiednio 12-14% i 15-16%. Podobne zróżnicowanie występuje w zawartości ekstraktu. TOMAS-BARBERAN i IN. (2001), badając kilka odmian śliwek, stwierdzili zawartość ekstraktu na poziomie 9,9-13,8% w owocach po zbiorze oraz 10,4-14,3% w owocach przechowywanych przez pięć dni w temperaturze 20°C. Gdyby odnieść takie warunki do stadium dojrzałości zbiorczej i konsumpcyjnej, to wyniki te byłyby zgodne z rezultatami niniejszej pracy: w czasie dojrzewania owoców zwiększa się zawartość ekstraktu. Jest to prawdopodobnie związane ze wzrostem zawartości cukrów prostych w wyniku procesów zachodzących w czasie dojrzewania lub przechowywania owoców. Potwierdzają to badania USENIK i IN. (2008), GUERRY i CASQUERY (2008) oraz SERRANY i IN. (2003). W pracy ŁYSIAKA (2004) odnotowano wzrost zawartości związków ekstraktowych wraz z opóźnieniem terminu zbioru śliwek odmian 'Valor', 'Valjevka' i 'Elena'.

Podczas dojrzewania owoców kwasowość zmniejsza się, co wykazano w niniejszej pracy oraz opisano w licznych doniesieniach literaturowych. Opóźnienie terminu zbioru śliwek trzech odmian o siedem-dziewięć dni spowodowało zmniejszenie kwasowości o 17-31%, w zależności od odmiany (ŁYSIAK 2004). GUERRA i CASQUERO (2008) przedstawili wpływ terminu zbioru i stopnia dojrzałości na kwasowość śliwek odmiany 'Greek Gage', stwierdzając, że opóźnienie zbioru o 10 dni zmniejszyło zawartość kwasów o 15%. Podobną zależność opisali USENIK i IN. (2008), zbierając śliwki odmian 'Valor', 'Jojo', 'Čačanska Najbolja' i 'Čačanska Rodna' co sześć-osiem dni w okresie 25-33 dni. Dalszy spadek kwasowości następuje podczas przechowywania śliwek (ŁYSIAK 2004, SERRANO i IN. 2003).

Poziom zawartości polifenoli w owocach zależy od odmiany, stopnia dojrzałości, warunków klimatycznych i agrotechnicznych. W niniejszej pracy określono zawartość polifenoli w śliwkach w zależności od odmiany i stopnia dojrzałości. Zawartość ta wynosiła od 167 do 672 mg w przeliczeniu na zawartość kwasu chlorogenowego w 100 g ś.m. (rys. 1 przedstawia zawartości polifenoli w przeliczeniu na suchą masę). Podobne rezultaty uzyskali CHUN i KIM (2004), którzy przedstawili zawartość polifenoli w 13 odmianach śliwek, w równoważnikach kwasu chlorogenowego, na poziomie od 200 do 1380 mg w 100 g ś.m. W badaniach ŁOŚ i IN. (2000) zawartość polifenoli w pięciu badanych odmianach śliwek wynosiła od 160 mg dla odmiany 'Stanley' do 300 mg dla odmiany 'Węgierka Dąbrowicka', w przeliczeniu na równoważniki (+)katechiny w 100 g ś.m. KIM i IN. (2003) przedstawili zawartość polifenoli w sześciu odmianach śliwek na

poziomie od 174 mg kwasu galusowego w 100 g ś.m. w odmianie 'Stanley' do 375 mg w odmianie 'French Damson'. Podobne wyniki uzyskali DRUZIĆ i IN. (2007), porównując dwie odmiany śliwek: 'Elena' i 'Bistrica', które zawierały, odpowiednio, 174 mg i 231 mg kwasu galusowego w 100 g ś.m.

Zmiany zawartości związków fenolowych w owocach podczas dojrzewania są przedmiotem wielu badań opisywanych w literaturze. W niniejszej pracy stwierdzono wzrost zawartości polifenoli podczas dojrzewania śliwek badanych odmian. SERRANO i IN. (2005) zaobserwowali wzrost zawartości polifenoli w czasie dojrzewania czereśni, natomiast TOMAS-BARBERAN i IN. (2001) odnotowali zarówno wzrost, jak i spadek zawartości polifenoli w wyniku dojrzewania różnych odmian śliwek, nektaryn i brzoskwiń.

Wnioski

1. Zawartość suchej masy i ekstraktu w śliwkach w stadium dojrzałości konsumpcyjnej była większa niż w owocach w stadium dojrzałości zbiorczej.
2. Kwasowość śliwek w stadium dojrzałości zbiorczej była większa niż w stadium dojrzałości konsumpcyjnej.
3. Podczas dojrzewania wybranych odmian śliwek wzrosła w nich ogólna zawartość związków polifenolowych. W owocach w stadium dojrzałości konsumpcyjnej zawartość polifenoli była większa o 2-38% w porównaniu z owocami w stadium dojrzałości zbiorczej.

Literatura

- CEVALLOS-CASALS B., BYRNE D., OKIE W., CISNEROS-ZEVALLOS L., 2006. Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. Food Chem. 96: 273-280.
- CHUN O.K., KIM D.O., 2004. Consideration on equivalent chemicals in total phenolic assai of chlorogenic acid-rich plums. Food Res. Int. 37: 337-342.
- CRISOSTO C.H., GARNER D., CRISOSTO G.M., BOWERMAN E., 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. Postharv. Biol. Technol. 34: 237-244.
- DONOVAN J.L., MEYER A.S., WATERHOUSE A.L., 1998. Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*). J. Agric. Food Chem. 46: 1247-1252.
- DRUZIĆ J., VOČA S., ČMELIK Z., DOBRIČEVIĆ N., DURALIJA B., SKENDROVIĆ-BABOJELIĆ M., 2007. Fruit quality of plum cultivars 'Elena' and 'Bistica'. Agric. Conspec. Sci. 72, 4: 307-310.
- GRZYB Z.S., ROZPARA E., 2000. Nowoczesna uprawa śliw. Hortpress, Warszawa.
- GUERRA M., CASQUERO P.A., 2008. Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of plum cv. Green Gage. Postharv. Biol. Technol. 47: 325-332.
- KAYANO S., KIKUZAKI H., FUKUTSUKA N., MITANI T., NAKATANI N., 2002. Antioxidant activity of prune (*Prunus domestica* L.) constituents and a new synergist. J. Agric. Food Chem. 50: 3708-3712.
- KIM D.-O., JEONG S.W., LEE C.Y., 2003. Antioxidant activity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chem. 81: 321-326.

- LUCAS E., HAMMOND L., MOCANU V., ARQUITT A., TROLINGER A., KHALIL D., SMITH B., SOUNG D., DAGGY B., ARJMANDI B., 2004. Daily consumption of dried plum by postmenopausal women does not cause undesirable changes in bowel function. J. Appl. Res. 1, 4: 37-43.
- ŁOŚ J., WILSKA-JESZKA J., PAWLAK M., 2000. Polyphenolic compounds of plums (*Prunus domestica*). Pol. J. Food Nutr. Sci. 9/50, 1: 35-38.
- ŁYSIAK G., 2004. Wpływ terminu zbioru śliwek odmian 'Valor', 'Valjevka' i 'Elena' na jakość owoców i ich zdolność przechowalniczą. Folia Univ. Agric. Stetin. 240, Agric. 96: 103-108.
- MATEOS R., LECUMBERRI E., RAMOS S., GOYA L., BRAVO L., 2005. Determination of malondialdehyde (MDA) by high-performance liquid chromatography in serum and liver as a biomarker for oxidative stress. Application to a rat model for hypercholesterolemia and evaluation of the effect of diets rich in phenolic antioxidants from fruits. J. Chromatogr. B 827: 76-82.
- NAKATANI N., KAYANO S., KIKUZAKI H., SUMINO K., KATAGIRI K., MITANI T., 2000. Identification, quantitative determination, and antioxidative activities of chlorogenic acid isomers in prune (*Prunus domestica* L.). J. Agric. Food Chem. 48: 5512-5516.
- PN-90/A-75101/02 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego. PKN, Warszawa.
- PN-90/A-75101/03 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową. PKN, Warszawa.
- PN-90/A-75101/04 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej. PKN, Warszawa.
- SERRANO M., GUILLEN F., MARTINEZ-ROMERO D., CASTILLO S., VALERO D., 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. J. Agric. Food Chem. 53: 2741-2745.
- SERRANO M., MARTINEZ-ROMERO D., GUILLEN F., VALERO D., 2003. Effect of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivars. Postharv. Biol. Technol. 30: 259-271.
- SINGLETON V.L., ROSSI J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16: 144-158.
- TINKLER L.F., SCHNEEMAN B.O., DAVIS P.A., GALLAHER D.D., WAGGONER C.R., 1991. Consumption of prunes as a source of dietary fiber in men with mild hypercholesterolemia. Am. J. Clin. Nutr. 53: 1259-1265.
- TOMAS-BARBERAN F.A., GIL M.I., CREMIN P., WATERHOUSE A.L., HESS-PIERCE B., KADER A.A., 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. J. Agric. Food Chem. 49: 4748-4760.
- USENIK V., KASTELEC D., VEBERIC R., STAMPAR F., 2008. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). Food Chem. 111: 830-836.
- ZUZUNAGA M., SERRANO M., MARTINEZ-ROMERO D., VALERO D., RIQUELME F., 2001. Comparative study of two plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars during growth and ripening. Food Sci. Technol. Int. 7: 123-130.

THE EFFECT OF THE DEGREE OF RIPENING ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND CONTENTS OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN SELECTED CULTIVARS OF PLUM (*PRUNUS DOMESTICA*)

Summary. The aim of the conducted analyses was to determine the effect of the degree of ripening of selected cultivars of plum (*Prunus domestica*) on changes in fruit weight, contents of dry matter and soluble solids, acidity and contents of polyphenolic compounds. Analyses were conducted on plums in the harvesting maturity and table stand of fruits consumption maturity. In all

Walkowiak-Tomczak D., 2009. Wpływ stopnia dojrzałości na parametry fizyczno-chemiczne i zawartość związków polifenolowych w wybranych odmianach śliwek (*Prunus domestica*). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #149.

examined varieties polyphenol content in fruits at the table stand was higher than in fruits of harvesting maturity. The same dependence was found in case of dry matter and solid contents. Acidity of fruits at the harvesting maturity stage was higher than at the table stand.

Key words: plum, polyphenols, degree of ripening

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Dorota Walkowiak-Tomczak, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: tomczak@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

4.11.2009

Do cytowania – For citation:

*Walkowiak-Tomczak D., 2009. Wpływ stopnia dojrzałości na parametry fizyczno-chemiczne i zawartość związków polifenolowych w wybranych odmianach śliwek (*Prunus domestica*). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #149.*