

TOMASZ TARKO, ALEKSANDRA DUDA-CHODAK, ANNA BEBAK

AKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNA WYBRANYCH WYTŁOKÓW OWOCOWYCH ORAZ WARZYWNYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena zawartości wybranych składników o potencjale biologicznym w wyciekach z: jabłek, winogron, buraków ćwikłowych oraz marchwi. W próbach oznaczono zawartość związków polifenolowych i ich aktywność przeciwutleniającą oraz zawartość cukrów, błonnika i pektyn. Wykazano, że ekstrakty uzyskane z wycieków winogronowych charakteryzują się najwyższym wśród badanych wycieków potencjałem przeciwutleniającym. Względnie wysoki potencjał przeciwutleniający stwierdzono również w wyciekach z jabłek. Zawartość polifenoli w odpadach owocowych była około 5-krotnie większa niż w wyciekach buraczanych i marchwiowych. Mimo małej zawartości suchej masy, wycieki marchwiowe stanowią dobre źródło β -karotenu. Uzyskane wyniki wskazują także, że wycieki buraczane, winogronowe i jabłkowe stanowią bogate źródło błonnika. Zawartość pektyn w analizowanych wyciekach kształtowała się na zbliżonym poziomie. Jedynie odpady jabłek zawierały prawie 2-krotnie więcej pektyn niż pozostałe wycieki.

Słowa kluczowe: wycieki owocowo-warzywne, aktywność przeciwutleniająca, polifenole, β -karoten, błonnik, pektyny

Wprowadzenie

Podczas przetwarzania surowców w przemyśle owocowo-warzywnym powstają odpady poprodukcyjne oraz ścieki. Ilość odpadów wytwarzanych z przerobu owoców i warzyw mieści się w granicach 10 - 35 % masy przetworzonego surowca [17]. Największy udział w powstających odpadach mają wycieki. Są materiałem nietrwałym, niestabilnym, a duża zawartość wody (nawet do 73 % w wyciekach jabłkowych) może prowadzić do szybkiego wzrostu zanieczyszczeń mikrobiologicznych [17]. Powstająca duża masa wycieków w krótkim okresie stanowi ważny problem dla przedsiębiorstw przetwórczych. Natychmiastowa obróbka wytworzonych wycieków w miejscu ich powstawania mogłaby być rozwiązaniem tego problemu. Utrwalone (poprzez suszenie

Dr inż. T. Tarko, dr A. Duda-Chodak, mgr inż. A. Bebak, Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

lub kiszenie) czy też wstępnie przetworzone odpady nadawałyby się do dalszego ich wykorzystania [5, 31].

Mimo problemów niestabilności mikrobiologicznej wytlóki są bogatym źródłem wielu wartościowych składników, m.in.: sacharydów, białek, związków mineralnych, pektyn, błonnika, lipidów, kwasów organicznych, witamin, aldehydów, alkoholi oraz substancji barwnych i aromatycznych. Dlatego powinno się je traktować jako półprodukt do dalszego przerobu [9]. Wykorzystanie odpadów na świecie zmierza w kierunku przekształcania jak największych ich ilości do użytecznych produktów, poprzez procesy z udziałem mikroorganizmów. Główne badania są jednak prowadzone nad sposobami zminimalizowania narażenia środowiska naturalnego nie tylko poprzez pozbycie się odpadów, ale właśnie przez ich konwersję do przydatnych składników [22].

Wytłoki są tanim oraz łatwo dostępnym materiałem do przetwarzania, a dodatkowo mogą zostać wykorzystane do różnych celów. Najpowszechniejszą metodą wykorzystania wytlóków jest ich użycie jako paszy, ze względu na wysoką zawartość takich składników, jak: kwasy organiczne, związki bezazotowe, cukry, substancje tłuszczowe oraz witaminy. Efektem ich zastosowania jest zmniejszenie kosztów żywienia zwierząt [29]. Pożądanym sposobem konwersji wytlóczyn jest proces beztlenowego ich przetwarzania z wytworzeniem energii w postaci biogazu. Ze względu na dużą zawartość związków węgla i azotu, a także śladową ilość składników, takich jak metale ciężkie, doskonale nadają się na jego źródło. Nawet 80 % materii organicznej wytlóków może przekształcić się w substytut naturalnego gazu o wartości energii 10 - 30 W/m³ [13]. Wytłoki, poprzez wykorzystanie ich do produkcji etanolu, mogą stać się ważnym źródłem do otrzymywania biopaliwa. Fermentacja cukrów do alkoholu jest postrzegana jako jedna z najlepszych metod służących do wydobycia z biomasy skumulowanej energii [6]. Odpadki owocowe i warzywne są również bogatym źródłem błonnika. Jest on bardzo ważnym elementem diety człowieka. Odgrywa znaczącą rolę w zapobieganiu nie tylko cukrzycy, ale także otyłości, miażdżycy, chorób serca i niektórych rodzajów raka [20]. Wytłoki z niektórych owoców i warzyw są istotnym źródłem pozyskiwania pektyn. Pektyny znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym jako hydrokoloidalne dodatki z właściwościami żelującymi, zagęszczającymi oraz stabilizującymi [12]. Innym sposobem wykorzystania wytlóków owocowo-warzywnych jest wydobycie z nich i produkcja barwników. Antocyjany nadają większości owoców oraz warzyw barwę od żółtej do niebieskiej [32]. Związki barwiące występują głównie w skórce, która należy do odpadów pozostających po tłoczeniu. Najlepszym źródłem barwników są owoce jagodowe, m.in. borówka czernica, aronia, czarna porzeczka, żurawina oraz warzywa – czerwona kapusta i bakłażan [14]. W odpadach pochodzących z przetwórstwa owocowo-warzywnego znajduje się dużo związków o silnej aktywności przeciwutleniającej – głównie polifenoli. Odgrywają one istotną rolę w ży-

wieniowych i sensorycznych właściwościach artykułów spożywczych [1]. Zainteresowanie związkami przeciwutleniającymi wynika przede wszystkim z aspektów zdrowotnych. Naturalne przeciwutleniacze, do których należą związki fenolowe oraz tokoferole stanowią efektywną ochronę komórek przed atakiem wolnych rodników, co wspomaga zapobieganie chorobom serca, nowotworom, zaćmie i powstrzymywanie procesów starzenia [4, 33]. Ważnymi składnikami, pozostającymi w masie odpadowej po tłoczeniu owoców i warzyw, są witaminy oraz prowitaminy. Podczas produkcji soków od 60 do 80 % występujących w marchwi karotenoidów, jest zatrzymywana w wytlókach i nie przechodzi do soku. Całkowita ich zawartość w wytlókach może dochodzić nawet do 2 g/kg suchej masy. Wartość ta zależy jednak od warunków procesu tłoczenia [26]. Pestki pochodzące z niektórych owoców oraz warzyw mogą zostać potraktowane jako źródło oleju o znacznym potencjale biologicznym. Oleje uzyskiwane z pestek należących do odpadów warzywnych są wysoko nienasycone. Zawierają dodatkowo odpowiednio dużo witaminy E, aby utrzymywać stabilność oksydacyjną występujących w oleju nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) [3]. Alternatywą utylizacji wytlóków jabłkowych może być wykorzystanie ich jako pożywki dla bakterii produkujących kwas mlekowy. Jest to związane z dużą zawartością w wytlókach związków łatwo metabolizowanych przez bakterie kwasu mlekowego, takich jak sacharydy (monosacharydy, disacharydy) oraz kwasy organiczne (cytrynowy, jabłkowy) [11].

Dokładne zbadanie zawartości cukrów, pektyn, błonnika, związków polifenolowych oraz określenie aktywności przeciwutleniającej wytlóków przyczyni się do lepszego poznania możliwości i sposobów pełniejszego ich wykorzystania. Celem pracy było określenie zawartości wybranych składników o potencjale biologicznym w wytlókach z: jabłek, winogron, buraków ćwikłowych i marchwi.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły wytloki winogron (laboratoryjna prasa tłokowa), jabłek (zakład Tymbark), marchwi (zakład w Olsztynku) i buraków ćwikłowych (zakład Hortex).

Analizy obejmowały oznaczenie zawartości: suchej masy metodą wagową, cukrów ogółem metodą Luffa-Schoorla, pektyn metodą karbazolową oraz błonnika metodą enzymatyczną wg AOAC [2]. Oznaczano również: aktywność przeciwutleniającą i zawartość związków fenolowych ogółem, a w wytlókach marchwiowych dodatkowo zawartości β -karotenu.

Do oznaczenia pektyn odważano 2 g wytlóków, dodawano 40 ml etanolu (80 %), ogrzewano pod chłodnicą zwrotną (30 min) i sączono. Sączek wraz z osadem przenoszono do kolby, dodawano 50 ml wody destylowanej, doprowadzano do wrzenia, są-

czono na gorąco i dopełniano przesącz do 100 ml. Uzyskany ekstrakt zawierał pektyny. Zawartość pektyn ogółem oznaczano metodą kolorymetryczną z karbazolem [10].

Aktywność przeciwutleniającą oznaczano metodą spektrofotometryczną [30]. Rodnik ABTS wytwarzano w wyniku reakcji pomiędzy 7 mM solą amonową kwasu 2,2'azynobis(3-etylenobenzotiazolinowego) i 2,45 mM pirosiarczynem potasu. W celu stabilizacji rodnika ABTS roztwór przetrzymywano w ciemności (temp. 22 - 25 °C) przez 18 h. Roztwór rozcieńczano z wykorzystaniem buforu fosforanowego (PBS) tak, aby jego absorbanca oznaczana przy długości fali 734 nm wynosiła $A = 0,70 \pm 0,02$ (ABTS_{0,7}). Wytłoki liofilizowano (liofilizator Christ Ralpha 1-4) i poddawano ekstrakcji z użyciem 80 % metanolu (0,5 g w 25 ml). Ekstrakty (100 µl) i roztwór Trolox (stężenie 1 - 10 mg/100 ml) wprowadzano do 1 ml ABTS_{0,7} i mierzono absorbancję w 6. minucie. Aktywność przeciwutleniającą wyznaczano na podstawie krzywej kalibracyjnej wykreślonej z użyciem syntetycznej witaminy E (Trolox).

W celu oznaczenia zawartości związków fenolowych ogółem do 45 ml wody redestylowanej dodawano 0,25 ml odczynnika Folina-Ciocalteu'a (rozpuszczonego w wodzie w stosunku 1 : 1) i 0,5 ml 7 % Na₂CO₃, a następnie 5 ml ekstraktu z wytlóków (0,5 g w 25 ml 80 % metanolu). Absorbancję roztworów mierzono po 30 min w spektrofotometrze (Beckman DU 650, $\lambda = 760$ nm). Zawartość związków fenolowych ogółem wyznaczano na podstawie krzywej kalibracyjnej wykreślonej z użyciem katechiny [30].

Oznaczenie zawartości β -karotenu poprzedzono ekstrakcją wytlóków marchwiowych (2,5 g i 25 ml 80 % heksanolu, mieszadło magnetyczne, 3 h). Pomiaru dokonywano w spektrofotometrze (Beckman DU 650, $\lambda = 470$ nm), a zawartość β -karotenu wyznaczano na podstawie krzywej kalibracyjnej wykreślonej z użyciem β -karotenu.

Do określenia różnic między wartościami średnimi zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) z testem *post hoc* Tukey'a. Rozkład normalności określono za pomocą testu Kołgomorowa-Smirnova, wykorzystując program InStat3.

Wyniki i dyskusja

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń przedstawiono w tab. 1. oraz na rys. 1.

Zawartość suchej masy w wytlókach buraczanych, jabłkowych oraz winogronowych kształtowała się na podobnym poziomie od 30,7 do 33,7 %. Wytłoki marchwiowe charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością analizowanego czynnika (4,9 %). Zawartość cukrów w wytlókach z marchwi, winogron oraz jabłek była mała (0,7 - 1,2 g/100 g ś.m.). Odpady powstałe z przerobu buraków ćwikłowych nie zawierały takiej ilości cukrów, która mogła być oznaczona przy użyciu metody Luffa-Schoorla.

Tabela 1

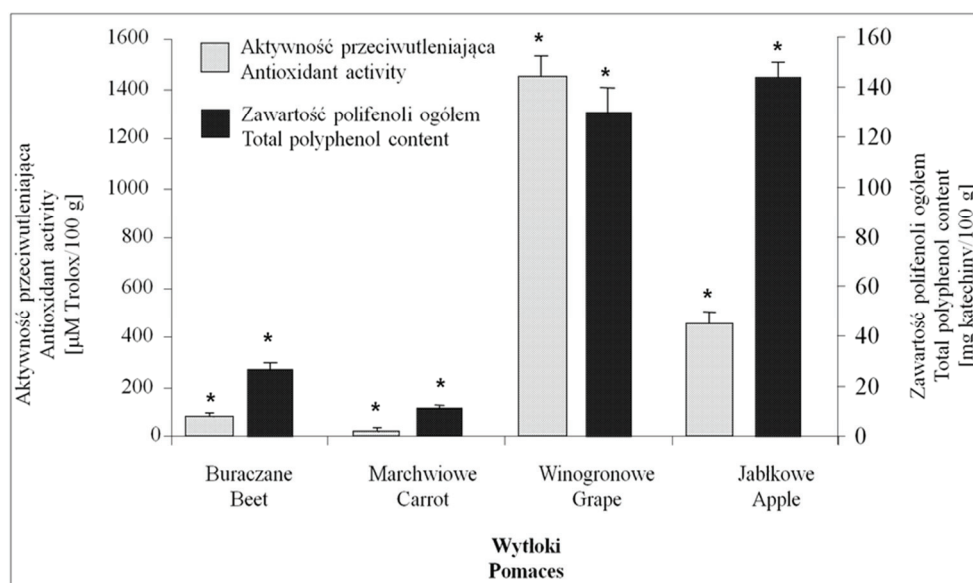
Zawartość suchej masy, cukrów ogółem, błonnika i pektyn w analizowanych wytłokach.
Contents of dry matter, total sugars, dietary fibre, and pectines in pomaces analyzed.

Wyróżnik Factor	Wytłoki Pomaces			
	buraczane beet pomace	marchwiowe carrot pomace	winogronowe grape pomace	jablkowe apple pomace
Sucha masa [%] Dry matter [%]	33,5 ± 0,07 ^a	4,9 ± 0,06 ^a	32,6 ± 1,32 ^b	30,7 ± 1,94 ^c
Cukry ogółem [g/100 g ś.m.] Total sugars [g/100 g f.w.]	0 ^a	0,68 ± 0,079 ^b	0,93 ± 0,168 ^c	1,20 ± 0,052 ^d
Zawartość błonnika [g/100 g ś.m.] Dietary fibre [g/100 g f.w.]	12,8 ± 0,23 ^a	0,4 ± 0,57 ^b	8,9 ± 2,66 ^c	6,7 ± 0,61 ^d
Zawartość pektyn [g/100 g ś.m.] Content of pectines [g/100 g f.w.]	0,37 ± 0,046 ^a	0,27 ± 0,010 ^b	0,36 ± 0,007 ^a	0,66 ± 0,047 ^c

Objaśnienia: / Explanatory notes:

- wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation; n = 3;

a - d – te same litery w obrębie analizowanego parametru (wiersze) oznaczają brak różnic statystycznie istotnych na poziomie $p < 0,05$ / the same letters within one analyzed parameter (rows) denote no statistically significant differences at $p < 0.05$.



* – oznacza różnice statystycznie istotne w obrębie analizowanego parametru, $p < 0,05$ / means statistically significant differences at $p < 0.05$ within one analyzed parameter.

Rys. 1. Aktywność przeciwutleniająca i zawartość związków fenolowych ogółem w wytłokach.

Fig. 1. Antioxidant activity and total phenolic content in pomaces.

Potencjał przeciwutleniający ocenianych wycieków był znacznie zróżnicowany (rys. 1). Największą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowały się wycieki z winogron (1452 mg Trolox/100 g ś.m.). Analizowane odpady warzyw (buraki, marchew) odznaczały się bardzo niską wartością ocenianego parametru (od 22 do 79 mg Trolox/100 g ś.m.). Przeprowadzono także doświadczenia mające na celu określenie zawartości polifenoli w wyciekach. Wykazano, że zawartość polifenoli w odpadach owocowych była około 5-krotnie większa niż w przypadku wycieków buraczanych i z marchwi. Na uwagę zasługuje fakt, że wycieki jabłkowe, mimo że charakteryzowały się największą wśród analizowanych wycieków zawartością polifenoli ogółem (143,7 mg/100 g ś.m.), miały względnie niską aktywność przeciwutleniającą. Dodatkowo w wyciekach z marchwi oznaczono zawartość β -karotenu i wykazano, że w 100 g świeżej masy znajduje się 1,8 mg β -karotenu.

Przeprowadzono również analizę zawartości błonnika oraz pektyn. Najwięcej błonnika zawierały wycieki buraczane (12,8 g/100 g ś.m.). Istotnie mniejszą jego zawartością charakteryzowały się wycieki winogronowe (8,9 g/100 g ś.m.). Wycieki marchwiowe zawierały nieznaczną ilość błonnika (0,4 g/100 g ś.m.) w porównaniu z pozostałymi rodzajami wycieków. Zawartość pektyn w ocenianych wyciekach była względnie wyrównana (0,27 - 0,37 g/100 g ś.m.). Jedynie odpady po tłoczeniu jabłek charakteryzowały się wyższym stężeniem pektyn – 0,66 g/100 g.

Produkty z jabłek oraz winogron są ważnymi składnikami diety człowieka, spożywani w dużej ilości. Owoce te są doskonałym źródłem flawonoidów oraz innych wtórnych roślinnych metabolitów [24]. Tylko niewielka część związków fenolowych jest przekazywana do moszczu w procesie produkcji wina, reszta natomiast nadal pozostaje w wyciekach. Całkowitą zawartość możliwych do wyekstrahowania związków fenolowych szacuje się na poziomie 10 % w miążdze owocowej, 60 - 70 % w pestkach oraz 28 - 35 % w skórce [8]. Można zatem stwierdzić, że skórka oraz pestki winogron, stanowiące znaczną część wycieków, są istotnym źródłem korzystnych dla zdrowia polifenoli. W niniejszej pracy wykazano, że wycieki powstające w trakcie procesu przetworzenia winogron są surowcem o największym potencjale przeciwutleniającym (1452 mg Trolox/100 g ś.m), w porównaniu z pozostałymi badanymi wyciekami. W winogronach występują głównie kwasy cynamonowe (kumarynowy, kawowy, chlorogenowy, ferulowy i neochlorogenowy) oraz kwasy benzoowe (p-hydroksybenzoowy, waniliowy, gallusowy). Do flawonoidów winogronowych zalicza się bezbarwne flawon-3-ole, takie jak katechiny, epikatechiny oraz ich barwne polimery i estry – flawanony, z których najbardziej znana jest kwercetyna, a także czerwone i niebieskie antocyjany [25]. Zawartość polifenoli w wyciekach winogronowych ocenianych w niniejszej pracy wyniosła 130 mg katechiny/100 g ś.m. (rys. 1). Materiał badawczy nie został rozdrobiony przed przeprowadzeniem ekstrakcji. Rzeczywista ilość polifenoli w analizowanych wyciekach była prawdopodobnie większa, ponieważ ich stężenie w pestkach jest

znacznie większe niż w skórce. Można się zatem spodziewać, że homogenizacja analizowanych wytlóków winogronowych dodatkowo wpłynęłaby na podwyższenie już i tak wysokiego ich potencjału przeciwutleniającego. Innym ważnym składnikiem winogron jest resweratrol, mający niezwykle wysoki potencjał przeciwutleniający [18]. Resweratrol występuje nie tylko w mięszu i pestkach winogron, ale także w skórce [18]. Można przypuszczać, że jego obecność w skórkach analizowanych wytlóków miała duży udział w zwiększeniu aktywności przeciwutleniającej badanych w niniejszej pracy ekstraktów, mimo braku homogenizacji próbek. Resweratrol, należący do grupy stilbenów, występuje w dwóch formach *cis* oraz *trans*, z których to *trans* jest formą szerzej rozpowszechnioną o wyższej aktywności biologicznej i dominującej w winogronach [15]. Znaczne rozbieżności w wynikach pomiędzy potencjałem przeciwutleniającym wytlóków z winogron w porównaniu z zawartością polifenoli ogółem ($r = 0,64$) wskazują, że zawierają składniki, które nie należą do grupy związków fenolowych, a charakteryzują się silnymi właściwościami przeciwutleniającymi. Smak oraz zapach większości owoców – w tym winogron – wynika z obecności różnorodnych estrów należących do klasy związków chemicznych tworzących olejki eteryczne [27]. Można przypuszczać, że właśnie olejki eteryczne oraz witaminy (B i C), oprócz polifenoli, miały pewien wpływ na aktywność przeciwutleniającą badanych wytlóków winogronowych.

Dużym potencjałem przeciwutleniającym (415 mg Trolox/100 ś.m.), wykazanim w niniejszej pracy, charakteryzowały się również wytloki z jabłek. Ich aktywność była silnie skorelowana z ilością występujących związków fenolowych (142 mg katechiny/100 g ś.m., $r = 1$). Polifenole występujące w jabłkach składają się w ponad 50 % z procyanidyn należących do flawon-3-oli. Resztę stanowią natomiast glikozydy kwercetyny, kwasy fenolowe oraz chalkony, takie jak florydzyina i floretyna. Skład wytlóków zależy jednak od odmiany jabłek oraz stopnia ich dojrzałości. W jabłkach procyanidyny występują głównie jako 3 dimery: procyanidyna B1, B2 i B5, a także jako trimer C1. Zawartość tych związków zależy od odmiany jabłoni i warunków uprawy owoców oraz części jabłka. W skórce występuje więcej procyanidyn czy glikozydów kwercetyny niż w mięszu [16]. W przeprowadzonych przez Kosmałę i Kołodziejczyka [16] badaniach ogólna zawartość procyanidyn w mięszu wyniosła od 258 do 631 mg/kg, natomiast w skórce między 701 a 1445 mg/kg.

Wtórne metabolity roślinne buraków ćwikłowych znacznie różnią się od występujących w większości owoców oraz warzyw. Zawierają one betalainy, które mogą wykazywać aktywność przeciwutleniającą [24] i stanowią 75 - 95 % barwników czerwonych buraka. Zdolność betaniny do wychwytywania wolnych rodników przewyższa zdolności antocyjanów, a dodatkowo są one łatwo wchłaniane w przewodzie pokarmowym [21]. Potencjał przeciwutleniający wytlóków buraczanych wykazany w niniejszych badaniach (79 mg Trolox/100 g ś.m) wynikał prawdopodobnie z występowania

barwników betalainowych, a także od zawartości polifenoli (27 mg katechiny/100 g ś.m.).

Aktywność przeciwutleniająca marchwi związana jest z występującymi w niej witaminami, karotenoidami oraz polifenolami z grupy fenylopropanoidów. Najcenniejszym składnikiem marchwi jest α - i β -karoten, będący źródłem witaminy A w organizmie [26]. Ponieważ nie wszystkie składniki przechodzą do soku, w wyciekach pozostaje nadal pewna ilość β -karotenu. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki (ok. 2 mg/100 g ś.m.), pozwalają sądzić, że β -karoten ma duży wpływ na właściwości przeciwutleniające tych wycieków. Związki fenolowe występujące w marchwi są reprezentowane przede wszystkim przez kwas chlorogenowy, p-hydroksybenzoesowy, kawowy oraz pochodne kwasu cynamonowego. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki aktywności przeciwutleniającej (22 mg Trolox/100 g ś.m.) oraz zawartość polifenoli ogółem (12 mg katechiny/100 g ś.m.) w wyciekach marchwiowych są małe. Prawdopodobnie przyczyną jest ogólna mała zawartość nie tylko polifenoli, ale i innych składników w wyciekach. Jest to związane z ich dużą wilgotnością i najmniejszą w porównaniu z analizowanymi wyciekami zawartością suchej masy. Polifenole gromadzone są głównie w skórce, a ich ilość zmienia się podczas przechowywania i dojrzewania. Ponadto wycieki z marchwi mogą zawierać pewne ilości kwasów oligogalakturnowych, uznawanych za związki funkcjonalne żywności [28].

Większość komponentów błonnika, takich jak: pektyny, hemicelulozy i celuloza są składnikami ścian komórkowych roślin oraz ich skórek i pozostają w wyciekach podczas procesu produkcji soków [24]. Składniki rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej frakcji błonnika nie należą do substancji biologicznie czynnych, takich jak witaminy czy związki mineralne, mimo to wywierają znaczący wpływ na metaboliczne oraz fizjologiczne procesy w organizmie człowieka [19]. Stwierdzono, że największą zawartością błonnika odznaczały się wycieki z buraków (12,8 g/100 g ś.m). Charakteryzowały się też największą zawartością suchej masy (33,7 %). Również znaczne ilości błonnika oznaczono w wyciekach winogronowych oraz jabłkowych. Uzyskane wyniki wskazują wycieki buraczane, winogronowe oraz jabłkowe jako dobre źródło do odzysku błonnika. Wśród badanych wycieków największą zawartość pektyn – stanowiących jeden ze składników rozpuszczalnej frakcji błonnika – oznaczono w wyciekach jabłkowych (0,66 g/100 g ś.m). Ich obecność w pozostałych wyciekach (buraczanych, marchwiowych, winogronowych) była 2 razy mniejsza. Świadczy to o niewielkim udziale tej frakcji w błonniku. Równocześnie potwierdza przekonanie, że zarówno jabłka, jak i wycieki z nich są cennym źródłem tego składnika. Pektyna, aktualnie produkowana właśnie z wycieków jabłkowych, ma silniejsze właściwości żelujące od np. pektyny owoców cytrusowych, jednak występowanie brązowienia enzymatycznego ogranicza jej dodatek do żywności o jasnym zabarwieniu [23]. Cohn i Cohn [7] podają, że średnia zawartość pektyn w wyciekach jabłkowych wynosi 1,5 - 2,5 % w suchej

masie wytlóków wynoszącej około 20 - 30 %. Na uwagę zasługuje fakt, że zawartość pektyn w badanych wytlókach, po przeliczeniu wyników ze świeżej na suchą masę, wynosiła 2,5 %. A zatem przeprowadzone badania wskazują, że zawartość pektyn w analizowanych wytlókach jest duża.

Wnioski

1. Spośród analizowanych surowców, wytloki z winogron i jabłek charakteryzowały się względnie wysoką aktywnością przeciwutleniającą (odpowiednio 1452 i 415 mg Trolox/100 g ś.m.) i zawartością związków polifenolowych (130 i 142 mg katechiny/100 g ś.m.).
2. Wytloki jabłkowe charakteryzowały się dużą zawartością pektyn (0,66 g/100 g ś.m.), około dwukrotnie większą niż pozostałe analizowane surowce.
3. Oceniane wytloki stanowią dobre źródło błonnika pokarmowego. Najwięcej błonnika zawierały odpady z buraków ćwikłowych (12,8 g/100 g ś.m.).
4. Wytloki marchwiowe, mimo małej zawartości suchej masy, stanowiły dobre źródło β -karotenu.

Literatura

- [1] Alonso-Salces R.M., Korta E., Barranco A., Burrueita L.A., Gallo B., Vicente F.: Pressurized liquid extraction for the determination of polyphenol in apple. *J. Chromagr. A*, 2001, **933**, 37-43.
- [2] AOAC 985.29: Total Dietary Fiber in Foods Enzymatic-Gravimetric Method, 1985.
- [3] Ball G.F.M.: Vitamins in foods: analysis, bioavailability, and stability. CRC Press Taylor & Francis Group LLC, Boca Raton 2006.
- [4] Baydar N.G., Ozkan G., Cetin E.S.: Characterization of grape seed and pomace oil extracts. *Grasas Y Aceites*, 2007, **58** (1), 29-33.
- [5] Borycka B.: Utylizacja wybranych produktów odpadowych przemysłu owocowo-warzywnego. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1999, **11**, 38-40.
- [6] Chatanta D.K., Attri C., Gopal K., Devi M. Bhalla T.C.: Bioethanol production from apple pomace left after juice extraction. *Int. J. Microbiol.*, 2008, **5** (2).
- [7] Cohn R., Cohn A.: The by-product of food processing. In: *Fruit processing*. D. Arthey, P. Ashurst Eds. Blackie Academic & Professional London 1998, pp. 210-218.
- [8] Dumitrina P, Leopold L, Ranga F, Fetea F, Pop N, Socaciu C.: Evaluation of residue composition of catechin compounds from wine industry through spectrometric and chromatographic methods. *Buletin USAMV-CN*, 2006, **62**, 338-342.
- [9] Fronc A., Nawirska A.: Możliwości wykorzystania odpadów z przetwórstwa owoców. *Ochr. Środ.*, 1994, **2** (53), 31-32.
- [10] Gołubowska G., Lisińska G.: Zmiany tekstury i zawartości związków pektynowych w ziemniakach podczas produkcji frytek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **1** (42), 63-70.
- [11] Gullon B., Falque E., Alonso J.L., Parajo J.C.: Evaluation of apple pomace as a raw material for alternative applications in food industries. *Food Technol. Biotechnol.*, 2007, **45** (4), 426-433.

- [12] Hromadkova Z., Malovikova A., Mozes S., Srodkova I., Ebringerova A.: Hydrophobically modified pectates as novel functional polymers in food and non – food applications. *BioResources*, 2008, **3** (1), 71-78.
- [13] Jewell W.J., Cummings R.J.: Apple pomace energy and solids recovery. *J. Food Sci.*, 1984, **49**, 407-410.
- [14] Kahkonen M., Heinamaki J., Ollilainen V., Heinonen M.: Berry anthocyanins: isolation, identification and antioxidant activities. *J. Sci. Food Agric.*, 2003, **83**, 1403-1411.
- [15] King R., Bomser J., Min B.: Bioactivity of resveratrol. *Comprehensive rev. Food Sci. Food Safety*, 2006, **5**, 65-70.
- [16] Kosmala M., Kołodziejczyk K.: Procyjanidyny najpopularniejszych w Polsce deserowych odmian jabłek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47), 124-134.
- [17] Kumider J.: Utylizacja odpadów przemysłu rolno-spożywczego. Wyd. AE, Poznań 1996, ss. 66-70.
- [18] Lachman J., Sulc M., Faitova K., Pivec V.: Major factors influencing antioxidant contents and antioxidant activity in grapes and wines. *Int. J. Wine Res.*, 2009, **1**, 101-121.
- [19] Nawirska A., Kwaśniewska M.: Frakcje błonnika w wytlókach z owoców. *Acta Sci. Polon., Technolog. Aliment.*, 2004, **3** (1), 13-20.
- [20] Nawirska A., Ukłańska C.: Waste products from fruit and vegetable processing as potential sources for food enrichment in dietary fibre. *Acta Sci. Polon., Technolog. Aliment.*, 2008, **7** (2), 35-42.
- [21] Nowak D., Kidoń M., Syta M.: Ocena zmian właściwości przeciwutleniających suszy buraka ćwikłowego i selera w zależności od zastosowanych operacji jednostkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4** (59), 227-235.
- [22] Okonko I.O., Adeola O.T., Aloysius F.E., Damilola A.O., Adewale O.A.: Utilization of food wastes for sustainable development. *Electr. J. Environ., Agric. Food Chem.*, 2008, **8** (4), 263-286.
- [23] Oreopoulou V., Tzia C.: Utilization of plant by-product for the recovery of proteins, dietary fibers, antioxidants and colorants. In: *Utilization of by-product and treatment of waste in the food industry*. V. Oreopoulou, W. Russ Eds. ISEKI-Food series 2007, pp. 209-232.
- [24] Sembries S., Dongowski G., Mehrlander F., Dietrich H.: Physiological effects of extraction juices from apple, grape and red beet pomace in rats. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, **54**, 10269-10280.
- [25] Shi J., Yu J., Pohorly J., Kakuda J.: Polyphenolics in grape seeds – Biochemistry and functionality. *J. Med. Food*, 2003, **6** (4), 291-299.
- [26] Singh B., Panesar P.S., Nanda V.: Utilization of carrot pomace for the preparation of a value added product. *World J. Dairy Food Sci.*, 2006, **1** (1), 22-27.
- [27] Stewart D.: *The chemistry of essential oils*. CARE Publications, Marble Hill, MO. 2005, pp.145.
- [28] Stoll T., Schweiggert U., Schieber A., Carle R.: Application of hydrolyzed carrot pomace as a functional food ingredient to beverages. *Food, Agric. Environ.*, 2003, **1** (2), 88-92.
- [29] Świątkiewicz S., Koreleski J.: Próba zastosowania suszonych wytlóków jabłecznych jako dodatku dietetycznego w żywieniu kur nieśnych. *Polskie Drobiarstwo*, 2003, **4**, 11-13.
- [30] Tarko T., Duda-Chodak A., Sroka P., Satora P., Michalik J.: Transformations of phenolic compounds in an *in vitro* model simulating the human alimentary tract. *Food Technol. Biotechnol.*, 2009, **47** (4), 456-463.
- [31] Tarko T., Sobusiak J., Duda-Chodak A.: Sposoby wykorzystania odpadów przemysłu owocowo-warzywnego. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2009, **3**, 21-31.
- [32] Vatai T., Skerget M., Knez Z., Kareth S., Wehowski M., Weidner E.: Extraction and formulation of anthocyanin-concentrates from grape residues. *J. Supercritic. Fluids*, 2008, **45**, 32-36.
- [33] Waladkhani A.R., Clemens M.: Effect of dietary phytochemicals on cancer development. In: *Vegetables, fruits and herbs in health promotion*. R.R. Watson Eds. CRC Press LLC, Boca Raton 2001, pp. 2-11.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF SELECTED FRUIT AND VEGETABLE POMACES

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the content of selected components with biological potential in apple, grape, red beet, and carrot pomaces. In the samples investigated determined were: content of polyphenolic compounds and their antioxidant activity, content of sugars, and contents of dietary fibre and pectines. It was shown that the extracts obtained from the grape pomace were characterized by the highest antioxidant potential among all the samples analyzed. A relatively high antioxidant potential was also found in the apple pomace. The content of polyphenols in fruit waste was approximately 5 time higher than in the beet and carrot pomaces. Although the carrot pomace contains a low content of dry matter, it is still is a good source of β -carotene. The results obtained also prove that the beet, grape, and apple pomaces constitute a rich source of fibre. The content levels of pectines in the pomaces analyzed were similar. Only the waste of apples contained almost twice as much pectines as other pomaces.

Key words: fruit and vegetable pomaces, antioxidant activity, polyphenols, β -carotene, dietary fibre, pectines 