

Dr inż. Renata KAZIMIERCZAK
Dr inż. Ewelina HALLMANN
Prof. nadzw. dr hab. Ewa REMBIAŁKOWSKA
Zakład Żywności Ekologicznej, SGGW w Warszawie

ZAWARTOŚĆ ANTYOKSYDANTÓW W WYBRANYCH ODMIANACH CZARNYCH PORZECZEK POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH UPRAW W KONTEKŚCIE PROFILAKTYKI PROZDROWOTNEJ®

Owoce czarnej porzeczki są zasobne w liczne związki o charakterze przeciwutleniającym, w tym głównie w witaminę C, antocyjany i związki fenolowe, wykazujące bardzo istotne znaczenie dla zdrowia człowieka. W artykule przedstawiono wyniki badań i analiz zawartości tych związków w dziewięciu odmianach porzeczki czarnej, pochodzących z produkcji konwencjonalnej i w czterech odmianach z produkcji ekologicznej.

Wśród porzeczek konwencjonalnych odmianami wyróżniającymi się pod względem zawartości związków bioaktywnych były odmiany Tisel i Ben Alder, natomiast wśród porzeczek z uprawy ekologicznej odmiana Rodknop. Wyniki dotyczące trzech powtarzających się w obu systemach uprawy odmian wykazały, że owoce z produkcji ekologicznej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością związków o charakterze antyoksydacyjnym w porównaniu do owoców wyprodukowanych metodą konwencjonalną. Można zatem polecać czarne porzeczki z upraw ekologicznych jako cenne wzbogacenie zdrowej diety.

Słowa kluczowe: czarna porzeczka, uprawa ekologiczna, uprawa konwencjonalna, witamina C, antocyjany, flawonole.

WSTĘP

Porzeczka czarna jest jednym z głównych gatunków roślin sadowniczych klimatu umiarkowanego. Jej owoce nadają się do bezpośredniego spożycia i na mrożonki oraz są bardzo dobrym surowcem dla przemysłu przetwórczego. O przydatności konsumpcyjnej i przetwórczej owoców porzeczki decyduje w dużej mierze ich skład chemiczny. Smak i aromat owoców zależy od zawartości cukrów, kwasów organicznych i substancji lotnych, natomiast wartość biologiczna od poziomu antyoksydantów, do których należą m.in. kwas askorbinowy i związki polifenolowe, w tym głównie flawonoidy i odznaczające się wysoką koncentracją w porzeczkach antocyjany [12]. Skład chemiczny owoców jest determinowany przede wszystkim czynnikami genetycznymi (odmianowymi), ale mogą modyfikować go również warunki środowiska [7].

Od dłuższego czasu obserwuje się duże zainteresowanie produktami bogatymi w substancje bioaktywne, które poprzez rozliczne funkcje w organizmie człowieka wpływają na poprawę stanu zdrowia. Owoce porzeczki czarnej są doskonałym źródłem witaminy C i flawonoidów, które to związki zaliczane są do naturalnych antyoksydantów i mają istotne znaczenie prozdrowotne. Flawonoidy odgrywają pozytywną rolę w zapobieganiu chorobom układu krwionośnego, dzięki efektywnemu przeciwdziałaniu utlenianiu LDL [5]. Poprzez hamowanie aktywności fosfodiesterazy i cyklooksigenazy zmniejszają agregację płytek krwi, co ma decydujące znaczenie w profilaktyce miażdżycy [22]. Wspólnie z witaminą C flawonoidy biorą udział w tworzeniu poprzecznych wiązań pomiędzy łańcuchami polipeptydowymi włókien kolagenu, wzmacniając w ten sposób naczynia krwionośne. Flawonoidy wykazują także działanie przeciwnowotworowe, polegające na zdolności wychwytywania wolnych rodników oraz neutralizacji uszkodzeń komórek wywołanych przez wolne rodniki oraz tlen cząsteczkowy i nadtlenki. Na szczególną uwagę zasługuje grupa związków flawonoidowych, jaką stanowią

antocyjany. W owocach zlokalizowane są one w zewnętrznych warstwach hipodermi, a w komórkach występują w wakuolach w postaci granulek. Badania przeprowadzone w południowej Francji dowiodły 5-krotnie mniejszą śmiertelność z powodu chorób serca u ludzi zamieszkujących tamte tereny, ze względu na większe spożycie owoców i warzyw bogatych we flawonoidy, a zwłaszcza w antocyjany [22]. Przedstawione właściwości antyoksydantów roślinnych i ich prozdrowotny wpływ wskazują na to, że powinny być dostarczane organizmowi w codziennej diecie [9].

Jakość plodów rolnych zaczyna się w glebie, należy więc zwrócić uwagę na wpływ sposobu uprawy na ich wartość odżywczą. Istnieją doniesienia naukowe świadczące o tym, że ekologiczne warzywa i owoce zawierają więcej związków o charakterze antyoksydacyjnym w porównaniu do plodów rolnych pochodzących z rolnictwa konwencjonalnego, przez co wykazują wyższą wartość biologiczną. W uprawach konwencjonalnych w wyniku nawożenia mineralnego wzrasta wielkość plonów przy jednoczesnym podwyższeniu ilości wody w komórkach roślin i spadku zawartości suchej masy [m.in. 13, 17, 23]. Ponieważ wraz ze wzrostem zawartości suchej masy wzrasta też zawartość składników odżywczych, można przypuszczać, że uprawa ekologiczna jest sposobem na zwiększenie wartości odżywczej owoców i warzyw. W wyniku wielu badań potwierdzono, że nawożenie azotem stosowane w rolnictwie konwencjonalnym obniża w roślinach poziom związków polifenolowych pełniących rolę ochronną przed chorobami roślin, ale przede wszystkim stanowiących naturalne antyoksydanty w żywieniu człowieka. Jednocześnie wskutek tego nawożenia wzrasta wysokość plonów a poziom witamin i minerałów często spada, co prowadzi do zjawiska określanego „efektem rozcieńczenia” [3].

Mimo szeregu badań przeprowadzonych przez naukowców w różnych krajach wiedza na temat różnic w zawartości związków biologicznie czynnych w surowcach pochodzących z rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego jest nadal zbyt mała. Stąd też ogromna potrzeba prowadzenia dalszych badań nad zawartością tych związków w surowcach roślinnych.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2006 w Zakładzie Żywności Ekologicznej SGGW w Warszawie. Do badań wybrano 9 odmian porzeczki czarnej (Ojebyn, Ben Lomond, Titania, Rodknop, Krasa Lwowska, Kopania, Ben Kalder, Sofijewska, Tiben i Tisel), których owoce pochodziły z uprawy konwencjonalnej i 4 odmiany (Ojebyn, Ben Lomond, Titania i Rodknop), które pochodziły z uprawy w systemie ekologicznym. Owoce wszystkich odmian zebrane były z 5 i 6-letnich krzewów z dwóch różnych gospodarstw. Gospodarstwo ekologiczne położone jest w miejscowości Rososz, gmina Wąsewo, powiat ostrowski, natomiast konwencjonalne w miejscowości Czarna, gmina Czarna, powiat łańcucki. Zbiór owoców poszczególnych odmian został przeprowadzony ręcznie w okresie pełnej dojrzałości owoców.

W gospodarstwie ekologicznym stosowano nawożenie organiczne w postaci resztek poźniwnych pochodzących z polowej uprawy warzyw w ilości 150 dt/ha. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot/N/48 kg, fosfor/P/5,2 kg, potas/K/77,5 kg, wapń/Ca/31 kg i magnez/Mg/17,2 kg na hektar powierzchni [20]. W gospodarstwie konwencjonalnym do nawożenia zastosowano nawóz mineralny azofoskę w ilości 735 kg/ha, zgodnie z zapotrzebowaniem pokarmowym porzeczki. Bilans składników mineralnych przedstawiał się następująco: azot/N/100 kg, fosfor/P/21 kg, potas/K/117 kg i magnez/Mg/20 kg na hektar powierzchni.

W gospodarstwie ekologicznym nie prowadzono chemicznych zabiegów ochronnych. Natomiast w gospodarstwie konwencjonalnym stosowano ochronę przeciwko opadzinie liści porzeczki i rdzy wejmutkowo-porzeczkowej z użyciem preparatu Dithane M-45 80 WP. Dodatkowo 2-krotnie przeprowadzono zabieg ochronny Owdofosem 540 EC przeciwko przyszczarkowi porzeczkiowemu liściowemu.

W owocach oznaczono suchą masę metodą wagową [PN-91/R-87019] oraz przeprowadzono analizy zawartości cukrów ogółem i redukujących metodą Luffa-Schoorla, kwasów organicznych metodą miareczkowania [PN-A-75101-04: 1990], flawonoli metodą Christa-Müllera, antocyjanów ogółem metodą kolorymetryczną oraz witaminy C metodą Tillmansa [PN-90A-75101/11].

Wyniki dotyczące zawartości poszczególnych związków antyoksydacyjnych poddano jedno- i dwuczynnikowej analizie statystycznej z użyciem programu Statgraphics 5.1, z zastosowaniem testu Tukey'a, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Wyniki analiz wskazują na wyraźne różnice międzyodmianowe w składzie chemicznym owoców porzeczki uprawianych w zbliżonych warunkach środowiskowych (w jednym gospodarstwie). W przypadku owoców pochodzących z uprawy konwencjonalnej (tab. 1) zawartość suchej masy wahała się od 13,89 do 19,37g 100g⁻¹ś.m.. Najwyższą koncentracją cukrów ogółem odznaczały się odmiany: Tiben, Kopania i Sofijewska, zaś cukrów redukujących: Sofijewska, Kopania i Krasa Lwowska. Poziom kwasów organicznych w owocach wynosił od 2,19 (Sofijewska) do 4,02g 100g⁻¹ś.m. (Tisel). W badaniach Markowskiego i Płocharskiego [15] uzyskano zbliżone zawartości kwasów organicznych (od 2,75 do 3,70g 100g⁻¹ś.m) dla 6 badanych odmian porzeczki.

Tabela 1. Wartość odżywcza owoców 9 odmian czarnej porzeczki z uprawy konwencjonalnej

Odmiana	Zawartość						
	Suchej masy [g/100g ś.m.]	Cukrów ogółem [g/100g ś.m.]	Cukrów redukujących [g/100g ś.m.]	Kwasów org. [g/100g ś.m.]	Witaminy C [mg/100g ś.m.]	Flawonoli [mg/100g ś.m.]	Antocyjanów [mg/100g ś.m.]
Sofijewska	16,24	11,84	7,00	2,19	140,80	3,25	664,62
Tisel	18,49	9,44	3,64	4,02	205,55	4,49	1308,29
Tiben	18,76	13,44	4,84	3,20	209,41	3,18	763,78
Krasa Lwowska	15,58	10,24	5,12	2,75	104,57	2,64	680,16
Kopania	13,89	12,00	5,92	2,36	136,56	1,99	960,35
Ben Alder	15,41	8,16	4,28	3,48	176,13	2,53	1279,83
Ojebyn	17,51	5,5	4,74	3,47	121,02	4,62	740,26
Ben Lomond	19,37	4,67	3,81	2,7	115,45	2,2	677,26
Titania	17,36	6,53	3,81	3,13	140,64	4,39	778,28
średnio	16,96	9,09	4,80	3,04	150,01	3,25	872,53
p-value	0,0040	0,0005	n.s.¹	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

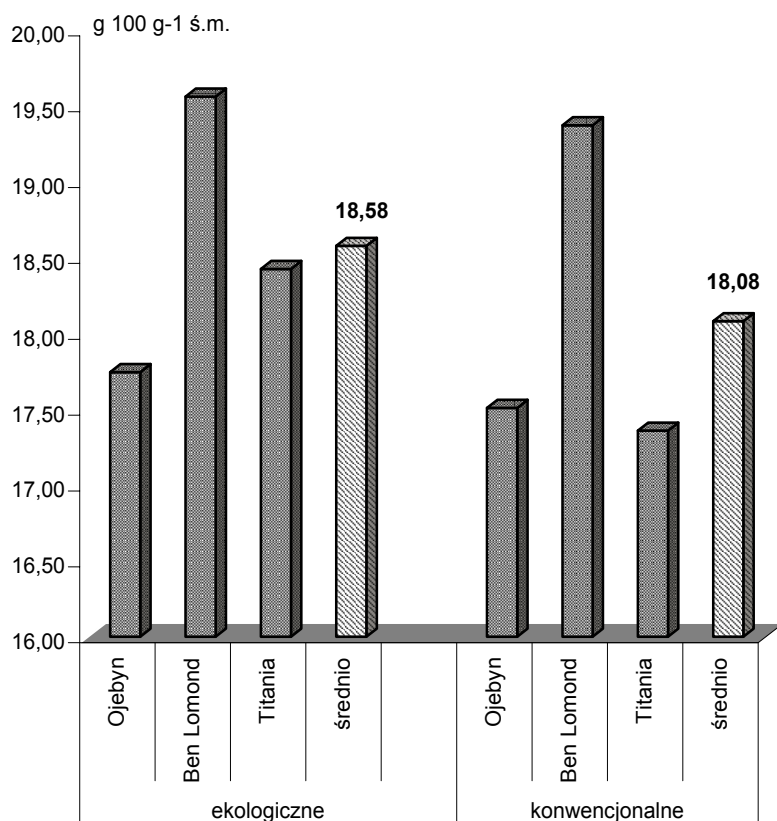
¹ nieistotne statystycznie

Tabela 2. Wartość odżywcza owoców 4 odmian czarnej porzeczki z uprawy ekologicznej

Odmiana	Zawartość						
	Suchej masy [g/100g ś.m.]	Cukrów ogółem [g/100g ś.m.]	Cukrów redukujących [g/100g ś.m.]	Kwasów org. [g/100g ś.m.]	Witaminy C [mg/100g ś.m.]	Flawonoli [mg/100g ś.m.]	Antocyjanów [mg/100g ś.m.]
Rodknop	20,27	15,04	5,80	2,12	189,49	4,88	1265,51
Ojebyn	17,74	4,35	4,04	4,38	179,14	5,97	606,11
Ben Lomond	19,56	3,81	3,55	3,31	119,81	4,44	1051,46
Titania	18,42	9,6	2,87	3,75	211,59	3,69	1188,87
średnio	19,00	8,20	4,06	3,39	175,01	4,75	1027,99
p-value	n.s.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000

Tabela 3. Analiza statystyczna wyników

p-value	Sucha masa	Cukry ogółem	Cukry redukujące	Kwasy organiczne	Witamina C	Antocyjany	Flawonole
odmiana	n.s.	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0091	0,0000
uprawa	n.s.	n.s.	0,0018	0,0000	0,0000	0,0076	0,0005
interakcja	n.s.	0,0011	n.s.	0,0156	0,0001	0,0109	0,0003



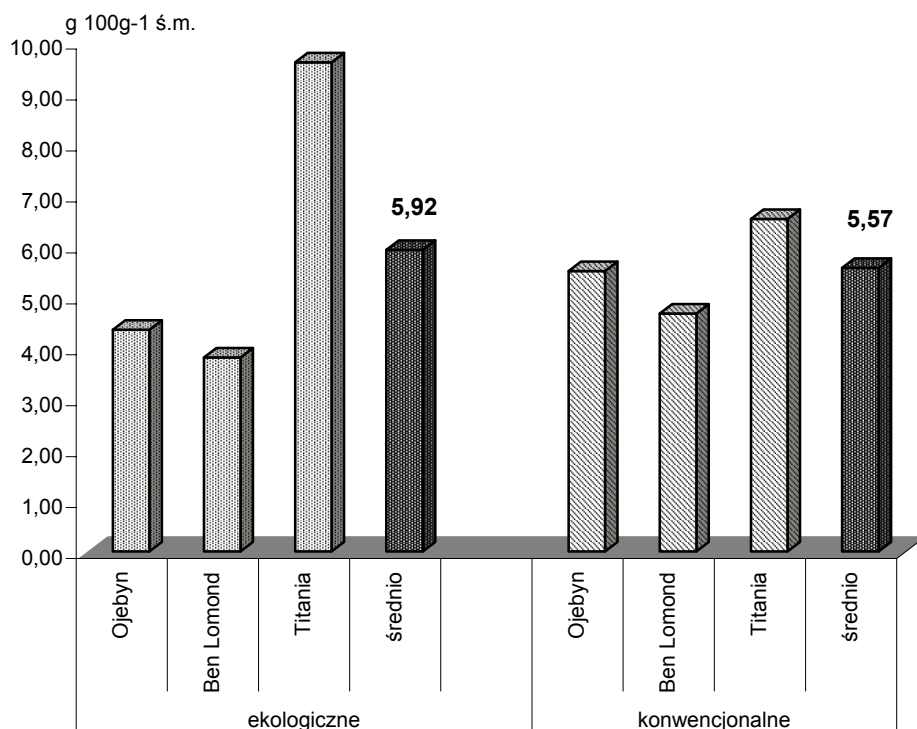
Rys. 1. Zawartość suchej masy w owocach trzech odmian czarnej porzeczki pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

Wykazano również wyraźne różnice w zawartości kwasu askorbinowego, flawonoli i antocyjanów. Największą ilość kwasu askorbinowego (ponad 200 mg 100g⁻¹ś.m.) zawierały odmiany: Tiben i Tisel, zaś najmniej odmiana Krasa Lwowska (104,57 mg 100g⁻¹ś.m.). Spośród badanych odmian do najzasobniejszych w flawonole należały Tisel i Ojebyn, a około 2-krotnie mniej tych związków zawierały Kopania i Ben Lomond. Pod względem koncentracji antocyjanów wyraźnie dominowały odmiany Tisel i Ben Alder, które zawierały ich odpowiednio 1308,29 i 1265,51 mg 100g⁻¹ś.m. Znajduje to potwierdzenie w badaniach Markowskiego i Plocharskiego [15], którzy uzyskali najwyższą zawartość witaminy C w owocach odmiany Tisel, zaś antocyjanów w odmianie Ben Alder.

Analizy statystyczne wykazały istotne różnice w zawartości większości badanych parametrów między odmianami porzeczki (tab. 1).

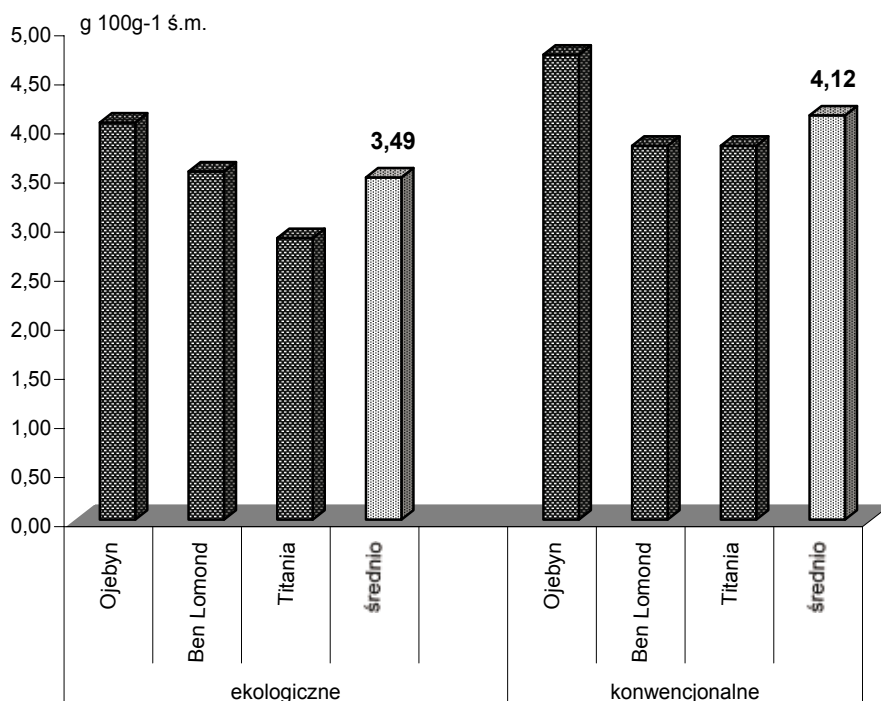
W owocach z ekologicznego systemu uprawy zawartość suchej masy wynosiła średnio 19 g 100g⁻¹ś.m., a różnice między odmianami nie były statystycznie istotne (tab. 2). Natomiast różnice w składzie chemicznym dotyczące pozostałych badanych parametrów wykazały istotność statystyczną.

Najzasobniejszymi pod względem zawartości niektórych składników okazały się odmiany Rodknop i Titania, zawierające odpowiednio 1265,51 i 1188,87 mg⁻¹ś.m. antocyjanów oraz 189,49 i 211,59 mg⁻¹ś.m. witaminy C. Natomiast najwięcej flawonoli i kwasów organicznych zawierała odmiana Ojebyn (tab. 2).



Rys. 2. Zawartość cukrów ogółem w owocach trzech odmian czarnej porzeczki pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

Odmiany Ojebyn, Ben Lomond i Titania, będące częścią doświadczenia były uprawiane zarówno w ekologicznym, jak i konwencjonalnym systemie, co pozwoliło na porównanie zawartości badanych związków w tych odmianach i określenie istotności statystycznej różnic między nimi (tab. 3).

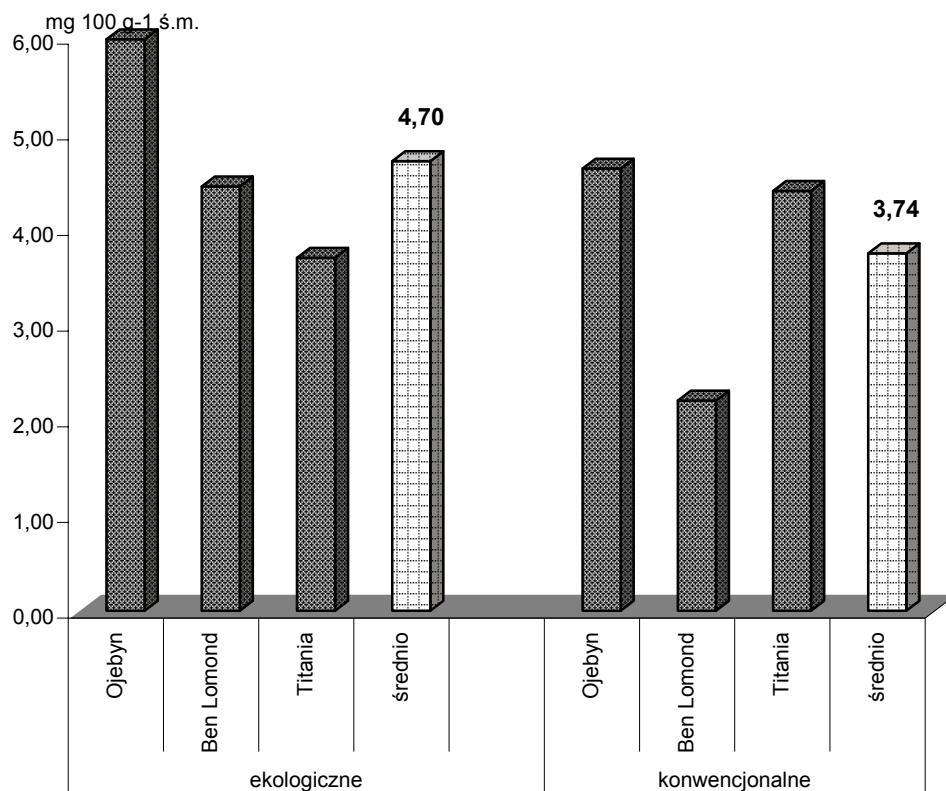


Rys. 3. Zawartość cukrów redukujących w owocach trzech odmian czarnej porzeczki pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

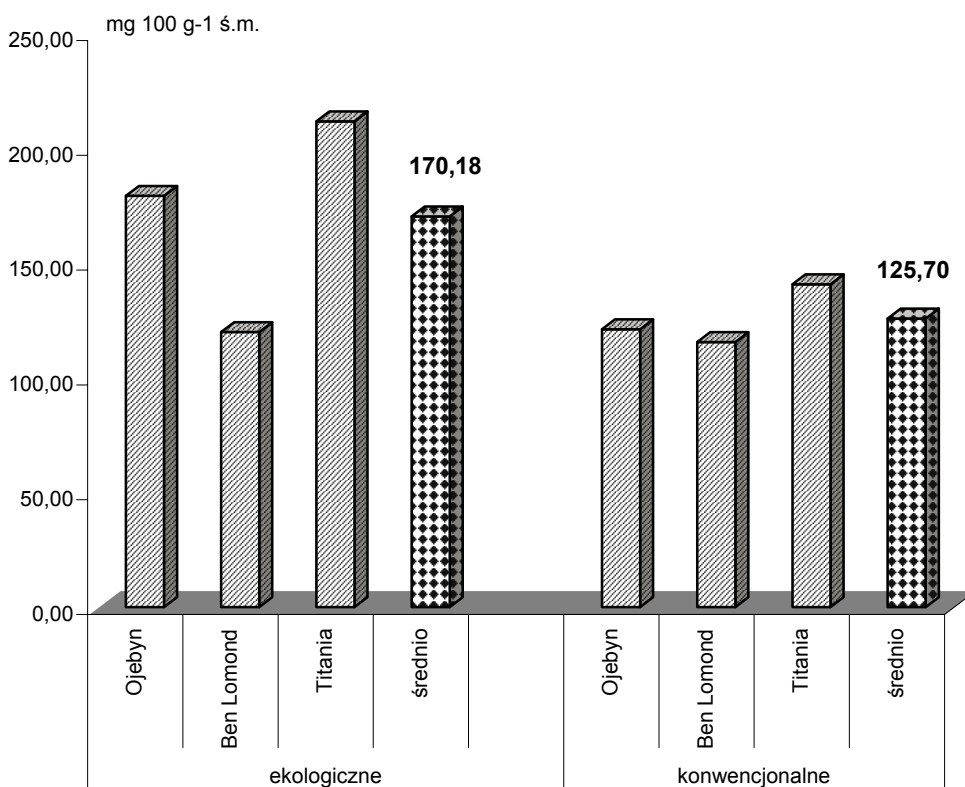
Analizując zawartość suchej masy w owocach porzeczki z obu systemów uprawy nie stwierdzono istotnych różnic, przy czym nieco wyższą zawartością suchej masy charakteryzowały się porzeczki pochodzące z uprawy ekologicznej (18,58 g 100 g⁻¹ ś.m.) niż porzeczki z uprawy konwencjonalnej (18,08 g 100 g⁻¹ ś.m.) (rys. 1).

Sposób uprawy nie wpływał również w istotny sposób na gromadzenie się cukrów ogółem w badanych odmianach porzeczki. W owocach z uprawy ekologicznej stwierdzono średnio 5,92 g 100 g⁻¹ ś.m., zaś z uprawy konwencjonalnej 5,57 g 100 g⁻¹ ś.m. cukrów (rys. 2). W przypadku cukrów redukujących, istotnie większą ich ilość zawierały porzeczki z uprawy konwencjonalnej (średnio 4,12 g 100 g⁻¹ ś.m.) niż produkowane metodą ekologiczną (średnio 3,49 g 100 g⁻¹ ś.m.) (rys. 3).

Porzeczki z uprawy ekologicznej zawierały natomiast istotnie więcej flawonoli w porównaniu do porzeczki konwencjonalnej, i było to odpowiednio 4,70 mg 100 g⁻¹ ś.m. i 3,74 mg 100 g⁻¹ ś.m. w przeliczeniu na kwercetynę (rys. 4). Zbliżone wyniki w zakresie zawartości związków fenolowych na korzyść porzeczki z uprawy ekologicznej wykazano w badaniach Mikkonen i in. [16], według których średnia zawartość kwercetyny w owocach badanych odmian była o 18,4% wyższa, gdy pochodziły z uprawy ekologicznej. Podobne rezultaty uzyskali Asami i in. [2] w mrożonych owocach czarnych malin, odnotowując aż o 50% wyższy poziom fenoli ogółem w malinach ekologicznych. Również w badaniach prowadzonych przez zespół włoskich naukowców, gdzie porównywano poziom antyoksydantów w ekologicznych i konwencjonalnych brzoskwiinach, uzyskane wyniki wykazały o około jedną trzecią większą ilość związków fenolowych w przypadku brzoskwiń ekologicznych [8]. Podobnie Levite i in. [14], którzy oceniali koncentrację polifenoli w owocach winogron wykazali średnio o 32% wyższą zawartość resweratrolu w owocach pochodzących z produkcji ekologicznej. Wpływu systemu uprawy na poziom związków fenolowych nie potwierdziły jednak badania Anttonen i Karjalainen [1] nad zawartością flawonoli w ekologicznych i konwencjonalnych owocach czarnej porzeczki. W innych badaniach, cytowanych przez Benbrook [3], uprawa metodami ekologicznymi również nie zwiększyła ilości związków fenolowych w truskawkach.



Rys. 4. Zawartość flawonoli w owocach trzech odmian czarnej porzeczki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

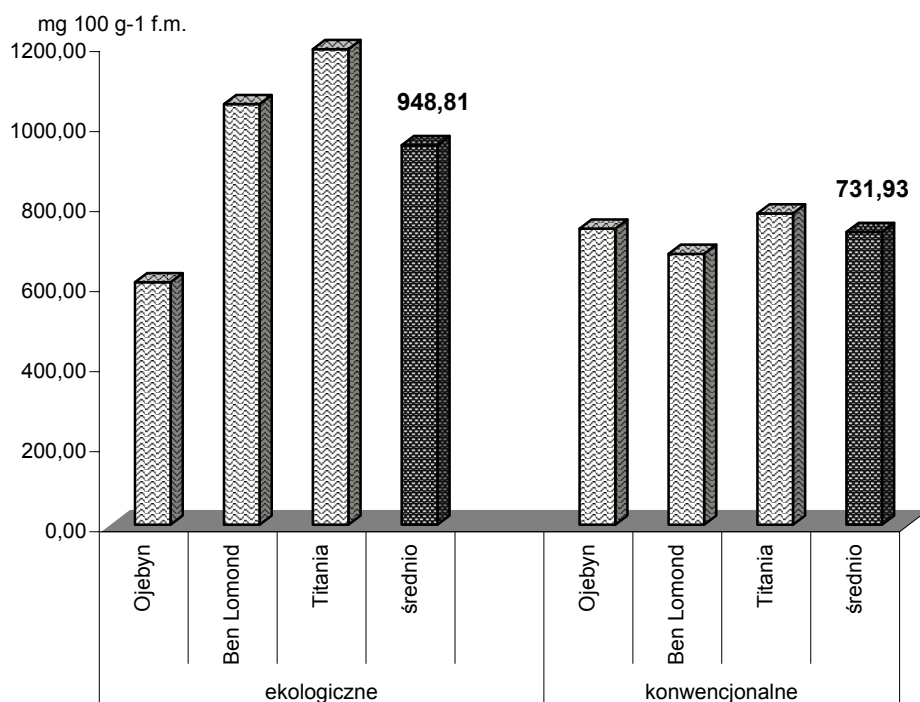


Rys. 5. Zawartość witaminy C w owocach czarnej porzeczki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

Istotne różnice na korzyść porzeczek ekologicznych odnotowano także w przypadku zawartości witaminy C. Zawierały one ok. 170 mg 100 g⁻¹ ś.m., natomiast owoce pochodzące z uprawy konwencjonalnej 125,70 mg 100 g⁻¹ ś.m. tej witaminy (rys. 5). Znaczna różnica, jaka wystąpiła między porzeczkami z dwóch systemów uprawy może wynikać z faktu, że owoce pochodziły z oddalonych geograficznie gospodarstw. Aby zminimalizować wpływ warunków uprawy oraz móc dokonać jednoznacznej oceny tego parametru należałoby poddawać badaniom owoce dojrzewające w identycznych warunkach. Istnieją jednak liczne badania potwierdzające wpływ metod rolnictwa ekologicznego na wyższą zawartość witaminy C w cebuli, ziemniakach, kapuście, pomidorach, papryce, jabłkach i owocach brzoskwiń [17, 18, 8, 10, 11]. Jednakże inne badania dotyczące zielonego groszku i marchwi, przytoczone w pracy przeglądowej przez Bourne i Prescott [6] nie potwierdzają różnic na korzyść produktów ekologicznych. Fakt ten jest dowodem na wpływ wielu czynników środowiska zewnętrznego na poziom zawartości witaminy C w roślinach.

Wyniki prezentowanych badań wykazały również wpływ sposobu uprawy na gromadzenie się związków antocyjanowych w badanych odmianach porzeczek. W uprawie ekologicznej owoce zawierały średnio 948,81 mg 100 g⁻¹ ś.m., zaś w uprawie konwencjonalnej 731,93 mg 100 g⁻¹ ś.m. antocyjanów. Odmiany Ben Lomond i Titania zawierały więcej antocyjanów, gdy pochodziły z uprawy ekologicznej, podczas gdy w odmianie Ojebyn zaobserwowano sytuację odwrotną – większą zawartością antocyjanów odznaczały się owoce konwencjonalne (rys. 6). Wyższą zawartość antocyjanów w owocach ekologicznych w stosunku do pochodzących z produkcji konwencjonalnej potwierdziły wyniki badań prowadzonych przez Rembiałkowską i in. [18] na różnych odmianach jabłek oraz badania przeprowadzone na owocach borówki amerykańskiej przez Blumberga i in. [4]. Badania Rubinskene i in. [19] nad zmianami zachodzącymi podczas dojrzewania owoców czarnej

porzeczki wykazały, że najwyższą zawartością antocyjanów charakteryzowały się owoce przejrzyste. W badaniach tych zanalizowano także warunki wzrostu owoców, te dojrzewające w roku o wyższych temperaturach i mniejszej ilości opadów odznaczały się wyższym poziomem antocyjanów. Biorąc pod uwagę wpływ warunków uprawy, trudno więc jednoznacznie stwierdzić czy ekologiczny system produkcji jest sposobem na zwiększenie zawartości antocyjanów w porzeczce.



Rys. 6. Zawartość antocyjanów w owocach czarnej porzeczki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

PODSUMOWANIE

Podsumowując otrzymane wyniki badań stwierdzono, że wśród porzeczki pochodzących z konwencjonalnego systemu uprawy odmianami wyróżniającymi się pod względem zawartości związków bioaktywnych były odmiany Tisel i Ben Alder, zaś wśród porzeczki z uprawy ekologicznej odmiana Rodknop.

Porównanie trzech odmian porzeczki, które były uprawiane zarówno w ekologicznym, jak i konwencjonalnym systemie pozwoliły stwierdzić, że owoce z uprawy ekologicznej charakteryzowały się o ponad 25% wyższą zawartością flawonoli w porównaniu do owoców konwencjonalnych, jak również wyższą zawartością witaminy C i antocyjanów, a różnice te wynosiły odpowiednio około 35% i 40%.

Z uwagi na wyższą zawartość substancji bioaktywnych porzeczki uprawiane w systemie ekologicznym mogą stanowić istotne źródło antyoksydantów w diecie i przez to przyczynić się do poprawy zdrowia konsumentów.

Należy jednak podkreślić, że prezentowane w tej pracy badania należą do jednych z pierwszych dotyczących czarnej porzeczki. Dlatego potrzebne są dalsze podobne badania nad tymi owocami, gdyż oprócz praktyk produkcyjnych na zawartość związków bioaktywnych ma wpływ szereg czynników,

które musiałyby być ściśle ujednoczone, aby można było dokonać wiarygodnej oceny.

LITERATURA

- [1] Anttonen M.J., Karjalainen R.O.: High-Performance Liquid Chromatography Analysis of Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Fruit Phenolics Grown either Conventionally or Organically, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, 54 (20), 7530-7538.
- [2] Asami D.K., Hong Y.J., Barrett D.M., Mitchell A.E.: Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices, *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51 (5), 2-26.
- [3] Benbrook Ch.: Elevating Antioxidant Levels in Food through Organic Farming and Food Processing, *An Organic Center State of Science Review*, 2005. http://organic.insightd.net/reportfiles/Antioxidant_SSR.pdf; Internet, 30.03.2007.
- [4] Blumberg J., Merrigan K., Chen Ch., Milbury P.: Phytochemicals: From Agricultural Practices to Human Health, Unpublished data of Friedman School of Nutrition Science and Policy, Jean Mayer USDA Human Nutrition Research Center on Aging Tufts University, 2006.
- [5] Borowska J.: Owoce i warzywa jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 2003, 6, 17-20.
- [6] Bourne D., Prescott J.: A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods, *Critical Rev. in Food Sci. and Nut.*, 2002, 42 (1), 1-34.
- [7] Burrows C., Moore P.P.: Genotype x environmental effects on raspberry fruit quality, *Acta Hort.*, 2002, 585 (2), 467-478.
- [8] Carbonaro M., Mattera M., Nicoli S., Bergamo P., Cappelloni M.: Modulation of antioxidant compounds in organic vs. conventional fruit (peach *Prunus persica* L., and pear *Pyrus communis* L.) *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50 (19), 9-11.
- [9] Czeczot H.: Flawonoidy – naturalne antyoksydanty w naszej diecie, *Żywnie i Metabolizm*, 2000, XXVII (4), 197-201.
- [10] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Zawartość związków antyoksydacyjnych w wybranych odmianach cebuli z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, *Journal of research and applications in agricultural engineering*, 2006, 51 (2), 42-46.
- [11] Hallmann E., Rembiałkowska E., Kaproń L.: Zawartość związków bioaktywnych w pomidorach i papryce

z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. (w:) Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie, Monografia PIMR, 2005, T II Poznań.

- [12] Kalt W., Forney Ch.F., Martin A., Prior R.L.: Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and antocyanins after freshstorage of small fruits, *J. Agric. Food Chem.*, 1999, 47, 4638-4644.
- [13] Kunachowicz H.: Zawartość niektórych składników odżywczych i zanieczyszczeń chemicznych w wybranych warzywach pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, 1993, XX, 4, 189-193.
- [14] Levite D., Adrian M., Tamm L.: Preliminary results of resveratrol in wine of organic and conventional vineyards, *Conference Proceedings*, 2000, 256-257.
- [15] Markowski J., Płocharski W.: Przydatność porzeczek czarnych i agrestu do przetwórstwa, *Hasło Ogrodnicze*, 10, 2003.
- [16] Mikkonen T.P., Määttä K.R., Hukkanen A.T., Kokko H.I., Törrönen A.R., Kärenlampi S.O., Karjalainen R.O.: Flavonal Content Varies among Black Currant Cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49, 3274-3277.
- [17] Rembiałkowska E.: Zdrowotna i sensoryczna jakość ziemniaków oraz wybranych warzyw z gospodarstw ekologicznych, *Wyd. SGGW Warszawa*, 2000.
- [18] Rembiałkowska E., Adamczyk M., Hallmann E.: Porównanie wybranych cech wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, *Bromat. Chem. Toksykol. Suppl.*, 2004, 201-20.
- [19] Rubinskiene M., Viskielis P., Jasutiene I., Duchovskis P., Bobinas C.: Changes in biologically active constituents during ripening in Blackcurrants, *J. Fruit and Ornamental Plant Research*, 2006, 14 (2), 236-245.
- [20] Siebeneicher G.W.: *Podręcznik rolnictwa ekologicznego*, PWN, Warszawa, 1997.
- [21] Stewart D., Deighton N., Davies H.V.: Antioxidants in soft fruit, 2001 <http://www.scri.sari.ac.uk/>; Internet, 01.11.2006.
- [22] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego, *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2004, 4 (44), 36-39.
- [23] Szkatulska A.: Ekologiczne owoce i warzywa, *Zdrowa żywność, zdrowy styl życia*, 1997, 1 (35), 31-33.

ANTIOXIDANT CONTENT OF SEVERAL VARIETES OF BLACK CURRANT FROM DIFFERENT CULTIVATION IN CONTEXT OF DIET-RELATED ILLNESSES PREVENTION

SUMMARY

Black currant fruits contain a lot of antioxidant compounds, mostly vitamin C, anthocyanins and flavonols. All of these compounds are very important for human health. The work presents results of content of bioactive compounds in nine cultivars of black currant from conventional cultivation and four cultivars from organic cultivation.

Conventional Tisel and Ben Alder cultivars and organic Rodknop cultivar characterized the highest content of bioactive compounds. Obtained results of repeated cultivars from both cultivation systems showed that the content of vitamin C, anthocyanins and flavonols was significantly higher in black currant fruits from organic then conventional cultivation. Therefore black currant from organic cultivation could be recommended as valuable enrichment of healthy diet.

Keywords: *black currant, organic cultivation, conventional cultivation, vitamin C, antocyanins, flavonols.*