

ANETA JAROSŁAWSKA, JAN OSZMIAŃSKI

## WPLYW POLIFENOLI TARCZYCY BAJKALSKIEJ I GŁOGU DWUSZYJKOWEGO NA PROCESY UTLENIANIA WYBRANYCH SKŁADNIKÓW CIASTA KRUCHEGO W TRAKCIE JEGO WYPIEKU

### Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie aktywności przeciwutleniającej flawonów tarczycy bajkalskiej (*Scutellaria baicalensis* Georgi) i procyanidyn głogu (*Crataegus oxycantha*) oraz ich stopnia degradacji podczas wypieku ciasta kruchego w temp. 205-225°C przez 20 min. Porównano efekt przeciwutleniający flawonów tarczycy bajkalskiej, dodanej do składu recepturowego ciasta kruchego w postaci świeżo zmieszanych korzeni oraz preparatu handlowego.

Aktywność przeciwutleniająca preparatów polifenolowych była zróżnicowana. Flawony tarczycy bajkalskiej były aktywniejszymi przeciwutleniaczami niż procyanidyny głogu. Flawony były efektywniejszymi inhibitorami powstających nadtlenków, produktów wtórnych oraz dienów skoniugowanych. Zmierzono pozytywny efekt aktywności przeciwutleniającej flawonów korzenia tarczycy w stosunku do zawartych w cieście witamin ( $\alpha$ -tokoferol i  $\beta$ -karoten), kwasów tłuszczowych (w szczególności kwasów z rodziny n-3 i n-6), cholesterolu i jego utlenionych pochodnych. Czas oraz wysoka temperatura wypieku niekorzystnie wpłynęły na stabilność polifenoli, głównie procyanidyn. Badania dowiodły, że istnieje możliwość stabilizacji ciasta kruchego flawonami świeżo zmielonych korzeni tarczycy bajkalskiej.

**Słowa kluczowe:** ciasto kruche, polifenole, przeciwutleniacze, tłuszcz, witaminy, cholesterol.

### Wstęp

Podczas pieczenia ciast w wysokiej temperaturze, w wyniku utleniania tłuszczów oraz pozostałych składników, powstają szkodliwe dla zdrowia ludzkiego produkty utleniania lipidów (nadtlenki i hydroksynadtlenki), wtórne produkty utleniania (aldehydy i ketony) czy krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe. W wyniku procesu wypieku dochodzi do obniżenia wartości odżywczej również innych składników, takich jak witaminy z grupy E i A czy białka. Zmiany te wpływają na strawność i przyswajalność składników odżywczych danego produktu żywnościowego przez organizm ludzki.

Niedobór NNKT czy witamin wywołuje u człowieka wiele zaburzeń metabolicznych, prowadzi do choroby niedokrwiennej serca, sprzyja również procesom miażdżycowym [21].

Jednym z głównych składników ciast są jaja zawierające znaczne ilości cholesterolu. W świetle najnowszych badań to nie sam cholesterol jest przyczyną wielu chorób, ale jego postać utleniona.

Zahamowanie lub opóźnienie niekorzystnych przemian składników odżywczych można uzyskać poprzez stosowanie substancji przeciwutleniających. Powszechnie używane w przemyśle spożywczym syntetyczne przeciwutleniacze nie zawsze znajdują uznanie wśród konsumentów, dlatego wciąż poszukuje się naturalnych związków bezpiecznych dla zdrowia i w pełni akceptowanych przez konsumentów. Badania ostatnich lat wskazują na możliwość stosowania w charakterze przeciwutleniaczy związków izolowanych z roślin leczniczych, przypraw i ziół.

Tarczycza bajkalska (*Scutellaria baicalensis* Georgi) to niewysoka (25–60 cm), wieloletnia roślina z rodziny wargowych (*Labiatae*), występująca głównie we wschodniej Syberii, Chinach i Japonii. W Polsce jest rośliną mało znaną, mimo że dobrze znosi nasze warunki klimatyczne i daje duże plony. Z 1 ha uzyskuje się ok. 3 t korzeni, z których wg Oszmiańskiego można otrzymać 450 kg preparatu flawonoidowego [11, 18]. Korzeń konsystencji włóknistej o barwie szaro-żółtej, bez zapachu, wykazuje lekko gorzki smak. Korzeń tarczyczy bajkalskiej zawiera wiele biologicznie aktywnych substancji, spośród których najważniejsze są flawonoidy o silnych właściwościach lipofilnych, o potrójnej lub poczwórnej hydroksylacji (bądź metoksylicacji) pierścienia A.

Głóg dwuszyjkowy *Crataegus oxyacantha* L., z rodziny różowatych (*Rosae*), jako roślina lecznicza znana i stosowana jest od czasów starożytnych. Do leczniczych składników głogu zaliczyć należy przede wszystkim frakcję polifenolową złożoną ze związków flawonoidowych, głównie glikozydów kwercetyny, kamferolu i apigeniny oraz rzadko spotykane w roślinach C-glikozydy flawonowe, jak witeksyna i izowiteksyna. Ponadto ważną grupę polifenoli stanowią procyjanidyny zaliczane do tanin skondensowanych, składających się z jednostek flawon-3-oli wykazujących aktywność przeciwutleniającą [1, 6, 29]. W głogu występują głównie oligomery (-)epikatechiny, dimery B2, B4, B5, trimer C1 i inne polimery, brak natomiast polimerów (+)katechiny [9, 12, 16, 22, 23, 26]. Dodatkowo istnienie zestryfikowanej kwasem galusowym procyjanidyny B2 w pozycji C3 lub C3' zwiększa te właściwości.

Celem niniejszej pracy było określenie aktywności przeciwutleniającej flawonów tarczyczy bajkalskiej (*Scutellaria baicalensis* Georgi) i procyjanidyn głogu (*Crataegus oxyacantha*) oraz ich stopnia degradacji podczas wypieku ciasta kruchego. Porównano również skuteczność działania flawonów ze świeżo zmielonych korzeni tarczyczy bajkalskiej z aktywnością flawonów preparatu handlowego.

## Materiał i metody badań

Do otrzymania preparatu procyjanidyn z kory głogu (G) zastosowano metodę Oszmiańskiego [17]. Preparat flawonów tarczycy bajkalskiej (TB) zakupiono w firmie WIMEX BEIJING (Chiny). Suche korzenie tarczycy bajkalskiej, pochodzące z plantacji krajowej (z okolic Łodzi) (KTB) mielono w młynku laboratoryjnym na drobny proszek i w tej postaci były dodawane do ciasta. Dawka preparatów polifenolowych użytych do stabilizacji ciasta wynosiła 500 ppm w przeliczeniu na gramaturę próbek przeznaczonych do wypieku.

Ciasto kruche sporządzano z jaja (1 jajo całe), masła (120 g), mąki krupczatki (250 g, typu 500), oleju słonecznikowego (15 g) oraz cukru (70 g). Wszystkie składniki miksowano przez 40 s. W trakcie mieszania dodawano preparaty związków polifenolowych. Rozwałkowane krążki ciasta (250 g) o grubości 2 cm i średnicy 15 cm wypiekano przez 20 min w piecu typu Brabender w temp. 205–225°C. Po wypieku krążki ciasta studzono i wykrawano części środkowe, które przeznaczano do analiz.

W wypieczonym cieście z dodatkiem preparatów polifenoli oznaczano zawartość  $\alpha$ -tokoferolu i  $\beta$ -karotenu [8], cholesterolu jak i jego pochodnych [2] oraz skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej [19]. W celu oznaczenia zawartości polifenoli (procyjanidyn i flawonów) próbkę (2 g) rozpuszczano w 5 cm<sup>3</sup> alkoholu metylowego. Po odwirowaniu próbki (10 min 12000 obr.), w uzyskanym wyciągu oznaczano polifenole metodą chromatografii cieczowej. Uzyskane wyniki podano w mg/100 g produktu.

W tłuszczu wyekstrahowanym z upieczonego ciasta oznaczano powstałe nadtlenki [7], wtórne produkty utleniania metodą TBARS [14] oraz zawartość dienów skoniugowanych metodami spektrofotometrycznymi [27].

Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu programu komputerowego Statgraphic Plus v 5.1. Ocenę istotności różnic pomiędzy średnimi ( $n = 2$ ) wykonano testem Duncana przy  $p = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

W tab. 1. zamieszczono wyniki zawartości powstałych nadtlenków, produktów wtórnych oraz dienów skoniugowanych w tłuszczu wyizolowanym z upieczonego ciasta kruchego, w stosunku do próbki przed wypiekiem.

W cieście po wypieku stwierdzono znaczny przyrost zawartości aldehydu dimalonowego (MDA), dienów skoniugowanych oraz nadtlenków w stosunku do ciasta surowego. Dodatek flawonów tarczycy bajkalskiej, zastosowany w obu testowanych formach (KTB, TB), statystycznie istotnie wpłynął na zawartość wtórnych produktów oksydacji tłuszczu ciasta oraz na ilość powstałych dienów skoniugowanych, stanowiąc grupę jednorodną w analizie wariancji z próbką przed wypiekiem. W przypadku ciasta

wypieczonego z dodatkiem flawonów tarczycy bajkalskiej stwierdzono trzykrotnie mniej MDA i 1,6 razy mniej dienów skoniugowanych niż w próbce kontrolnej bez dodatku flawonów po wypieku. Otrzymano 1,5-krotnie mniej nadtlenczków w stosunku do analogicznej próbki kontrolnej. Preparat z głogu był mniej skuteczny w ochronie ciasta poddanego wypiekowi niż flawony z tarczycy bajkalskiej. Oznaczono podobne zawartości aldehydu dimalonowego, nadtlenczków i dienów skoniugowanych zarówno w próbce kontrolnej po wypieku, jak i z dodatkiem procyanidyn kory głogu.

Tabela 1

Wyniki autooksydacji tłuszczu wyizolowanego z wypieczonego ciasta kruchego, stabilizowanego flawonami z korzenia tarczycy bajkalskiej (KTB), preparatem handlowym tarczycy bajkalskiej (TB) oraz preparatem procyanidyn głogu (G).

Autooxidation results of fat isolated from a shortcake stabilized using: a) 500 ppm flavon obtained from a dry root of skullcap (KTB), b) a commercial preparation of skullcap (TB), and c) procyanidins of hawthorn (G).

Rodzaj próby / Sample Type				
Kontrolna przed wypiekiem / Control sample before its baking	Kontrolna po wypieku / Control sample after the baking	Korzeń tarczycy bajkalskiej / Dry root of skullcap (KTB)	Preparat tarczycy bajkalskiej / Skullcap (TB)	Preparat głogu Hawthorn (G)
Metoda TBARS / TBARS method [nM MDA/g]				
0,94±0,003 <sup>A</sup>	7,28±0,016 <sup>D</sup>	2,37±0,002 <sup>B</sup>	2,19±0,038 <sup>B</sup>	6,30±0,001 <sup>CD</sup>
Metoda tiocyjanianowa / thiocyanian method				
0,130±0,010 <sup>A</sup>	0,448±0,022 <sup>B</sup>	0,166±0,006 <sup>A</sup>	0,138±0,013 <sup>A</sup>	0,332±0,003 <sup>B</sup>
Dieny skoniugowane / conjugated dienes [nmol/g]				
20,62±0,018 <sup>A</sup>	40,74±0,008 <sup>B</sup>	25,74±0,001 <sup>A</sup>	25,74±0,028 <sup>A</sup>	42,59±0,002 <sup>B</sup>

A, B, C, D – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami w kolumnach nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $p = 0,05$

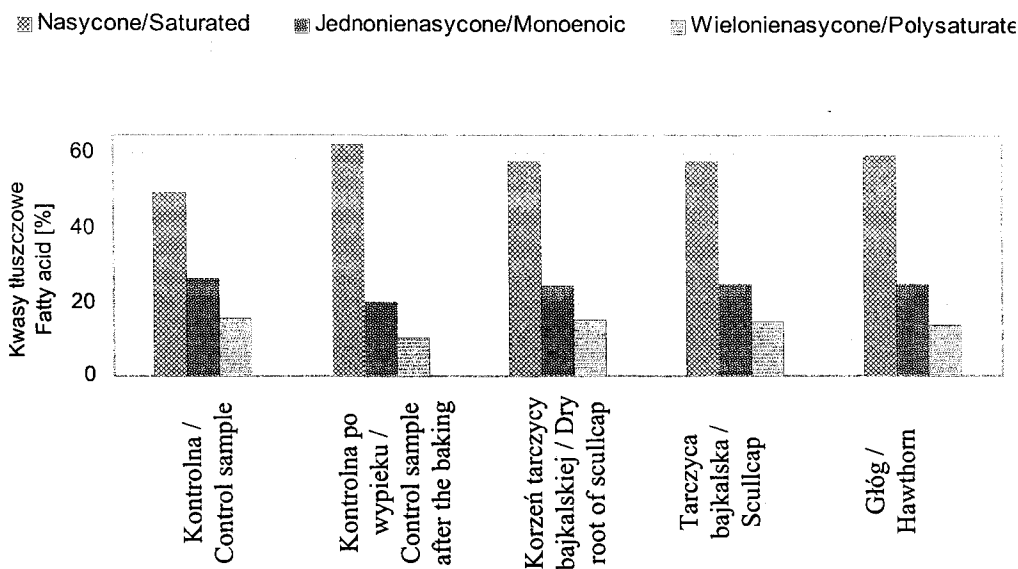
A, B, C, D – the averages denoted by the same letters and standing in the columns are not significantly different at a level of  $p = 0.05$

Drzewicka i wsp. [5] podają, że zawartość dienów skoniugowanych i nadtlenczków uzależniona jest od rodzaju tłuszczu użytego do produkcji ciast. Autorzy Ci twierdzą, że używanie świeżych tłuszczów do wypieku ciast nie stanowi zagrożenia dla zdrowia ludzkiego pod względem powstających pierwszorzędowych i wtórnych produktów utleniania.

Komponentami, z których wykonano ciasto były między innymi jaja, masło oraz olej słonecznikowy. W związku z tym, że są to surowce podatne na utlenianie, ocenio-

no wpływ warunków wypieku na zmiany kwasów tłuszczowych oraz zawartość cholesterolu i jego produktów utleniania.

Zmiany zawartości kwasów tłuszczowych, jakie zaszły w cieście kruchym podanym wypiekowi, przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Zmiany w składzie frakcji tłuszczowej wyekstrahowanej z ciasta kruchego przed i po wypieku, z dodatkiem naturalnych przeciwutleniaczy.

Fig. 1. Changes in the content of fatty acids extracted from a shortcake with natural antioxidants added, before and after its baking.

W wypieczonym cieście nastąpił wzrost udziału kwasów tłuszczowych z grupy nasyconych, niezależnie od tego czy były to próbki stabilizowane polifenolami czy też nie. Największy wzrost stwierdzono w próbce niestabilizowanej. Degradacji uległy kwasy tłuszczowe z grupy nienasyconych. Największe zmiany zaszły w przypadku kwasów tłuszczowych z grupy wielonienasyconych, w próbkach ciasta poddanych wypiekowi bez stabilizatorów. Istotny wpływ na zachowalność kwasów tłuszczowych z tej grupy miał dodatek polifenoli jako stabilizatora przemian oksydacyjnych tłuszczu oraz innych składników ciasta. Zachowalność wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w próbkach z dodatkiem polifenoli w przypadku KTB wynosiła – 98%, w przypadku TB – 96% a w przypadku G – 88%. W próbce niestabilizowanej zachowalność tych kwasów wynosiła 86% i niewiele różniła się od próbki z dodatkiem preparatu pozyskanego z kory głogu. Regulska-Ilow i wsp. [20] podają, że nienasycone kwasy tłuszczowe występujące w produktach są łatwo utleniane zwłaszcza w czasie pieczenia, co również znalazło odzwierciedlenie w niniejszej pracy. Z utlenieniem tłuszczów

wiąże się nie tylko powstawanie szkodliwych produktów, ale również zmniejszenie ich wartości odżywczej. Drzewicka i wsp. [5] zbadali różne tłuszcze wykorzystywane do pieczenia ciast krucho-drożdżowych. Stwierdzili w cieście po wypieku nadmierną ilość dienów skoniugowanych oraz nadtlenków. Znaczących zmian w składzie kwasów tłuszczowych ww. autorzy nie wykazali, lecz zaobserwowali znaczną degradację kwasów wielonienasyconych. W innej pracy Drzewicka i wsp. [4] zastosowali flawony tarczycy bajkalskiej oraz witaminę E jako stabilizatory przemian oksydacyjnych różnych tłuszczów roślinnych wykorzystanych do sporządzenia ciastek kruchych pieczonych przez 30 min w 200°C. Autorzy wykazali, że ekstrakt z tarczycy bajkalskiej efektywnie chronił przed utlenianiem tłuszcz margaryny oraz olej sojowy o największym udziale kwasów nasyconych. Zwrócili również uwagę, że proszek do pieczenia podwyższający pH ciasta powoduje przyspieszenie reakcji wolnorodnikowego utleniania składników.

Su i wsp. [25] oraz Chen i wsp. [3] w przeprowadzonych badaniach, polegających na długotrwałym ogrzewaniu oleju rzepakowego (90°C przez 40 godz.), dowiedli wysokiej aktywności stabilizacyjnej flawonów z tarczycy bajkalskiej. Stwierdzili oni, że w tych warunkach flawony nie tylko działały ochronnie na nienasycone kwasy tłuszczowe oleju, ale były efektywniejszymi przeciwutleniaczami niż BHT.

W przedstawionych badaniach wyraźne różnice w zawartości cholesterolu w próbkach przed i po wypieku zaznaczyły się tylko w próbce niestabilizowanej (tab. 2). W próbkach niestabilizowanych zawartość cholesterolu była o połowę niższa od zawartości w próbce przeznaczony do wypieku. Natomiast w próbkach stabilizowanych różnice pomiędzy zawartością cholesterolu przed i po wypieku były niewielkie, średnio mniej o 1–4 mg/100 g ciasta. Zastosowane warunki wypieku ciasta przyczyniły się do powstania nowych produktów utlenionego cholesterolu. Spośród wielu pochodnych utlenionego cholesterolu zidentyfikowano i oznaczono: cholesta 4,6-dien-3-one i cholestane-3 $\beta$ ,5 $\alpha$ -5 $\beta$ -triol. Zawartość oznaczonego cholesta 4,6-dienu w próbce kontrolnej wyniosła 12,42 mg/100 g ciasta.

Natomiast po wypieku we wszystkich próbkach ciasta nastąpił znaczny przyrost zawartości tej pochodnej. W próbce kontrolnej po wypieku było 2,3 razy więcej, w próbkach z flawonami TB 1,5 razy, a w próbkach z flawonami KTB i procyanidynami G 1,7 razy więcej tego związku niż w cieście surowym. W przypadku zidentyfikowanej drugiej pochodnej, jaką był triol, również zaobserwowano podobną tendencję wzrostową (tab. 2).

Lercker i wsp. [13] podają, że podczas pieczenia ciasta w znacznej mierze tworzą się oksysterole ze względu na zawartość w nim jaj i tłuszczu. Jednak ich ilość (w produktach spożywczych zidentyfikowano do tej pory blisko 70 związków o charakterze pochodnych utlenionego cholesterolu [28]) jest trudna do oszacowania z uwagi na różnorodne warunki procesu pieczenia (temperatura i czas). Ohshima i wsp. [15] oraz

Shozen i wsp. [24] grilowali w temp. 220°C przez 6 min rybę o dużej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wykazali oni ponad 5-krotny wzrost utlenionych form cholesterolu, w tym produktów toksycznych tj.: triolu czy  $\beta$ -epoksydów. Jednocześnie podali, że zastosowanie dodatku tokoferoli do ryby znacznie zahamowało oksydację cholesterolu i kwasów tłuszczowych.

Tabela 2

Zawartość cholesterolu i jego pochodnych w cieście kruchym przed i po wypieku.  
The content of cholesterol and its oxidation products in a shortcake before and after its baking.

Rodzaj związku Sample type	Próba Sample	Zawartość cholesterolu i jego pochodnych Content of cholesterol and its derivatives [mg/100g produktu/product]			
		Kontrolna Control Content	Korzeń tarczycy bajkalskiej Dry root of skullcap (KTB)	Preparat tarczycy bajkalskiej Skullcap (TB)	Preparat głogu Hawthorn (G)
Cholesterol (5-cholesten- 3 $\beta$ -ol)	Ciasto przed wypiekiem Cake before the baking	24,88	24,88	24,88	24,88
	Ciasto po wypieku Cake after the baking	14,38	23,71	20,43	21,17
Cholesta 4,6- dien-3-one	Ciasto przed wypiekiem Cake before the baking	12,42	12,42	12,42	12,42
	Ciasto po wypieku Cake after the baking	28,27	21,37	18,12	21,07
Cholestane- 3 $\beta$ ,5 $\alpha$ -5 $\beta$ -triol	Ciasto przed wypiekiem Cake before the baking	93,83	93,83	93,83	93,83
	Ciasto po wypieku Cake after the baking	126,95	116,61	107,17	120,14

Zastosowane w pracy warunki wypieku ciasta (20 min w temp. 205–225°C) wpłynęły niekorzystnie na ilość oznaczonych witamin.

Początkowa zawartość  $\alpha$ -tokoferolu w cieście surowym wynosiła 13,4 mg,  $\beta$ -karotenu 0,07 mg, a karotenów ogółem 0,25 mg/100 g produktu (tab. 3). W sporządzonym cieście zawartość witaminy A była śladowa, a zastosowana temperatura wypieku całkowicie pozbawiła ciasto kruche tego składnika. Po wypieku ciasta w próbce niestabilizowanej było 7 razy mniej  $\alpha$ -tokoferolu i  $\beta$ -karotenu niż w próbce przed wypiekiem. Pomimo wysokiej temperatury zarówno flawony, jak i procyjanidyny wpły-

nęły korzystnie, stabilizując witaminy znajdujące się w cieście kruchym. W próbkach z dodatkiem zmielonych korzeni tarczycy bajkalskiej zostało zachowanych 5,48 mg  $\alpha$ -tokoferolu i 0,07 mg  $\beta$ -karotenu w 100 g produktu. Podobne wartości uzyskano w cieście stabilizowanym preparatem handlowym tarczycy bajkalskiej. Natomiast preparat z głogu również i w tym przypadku był słabszym stabilizatorem tych witamin, zwłaszcza  $\alpha$ -tokoferolu (1,04 mg/100 g produktu).

Tabela 3

Zawartość witamin w cieście kruchym przed i po wypieku.  
The content of vitamins in a shortcake before and after its baking

Rodzaj związku Compound type	Próba Sample	Zawartość witamin / Content of vitamins [mg/100 g produktu/product]			
		Kontrolna Control	Korzeń tarczycy bajkalskiej Dry root of skullcap (KTB)	Preparat tarczycy bajkalskiej Skullcap (TB)	Preparat głogu Hawthorn (G)
$\alpha$ -tokoferol $\alpha$ -tocopherol	Ciasto przed wypiekiem Cake before the baking	13,40	13,40	13,40	13,40
	Ciasto po wypieku Cake after the baking	1,78	5,48	5,62	1,04
$\beta$ -karoten $\beta$ -caroten	Ciasto przed wypiekiem Cake before the baking	0,07	0,07	0,07	0,07
	Ciasto po wypieku Cake after the baking	0,05	0,07	0,07	0,06
Karoteny ogółem Total carotenoids	Ciasto przed wypiekiem Cake before the baking	0,25	0,25	0,25	0,25
	Ciasto po wypieku Cake after the baking	0,19	0,3	0,21	0,20

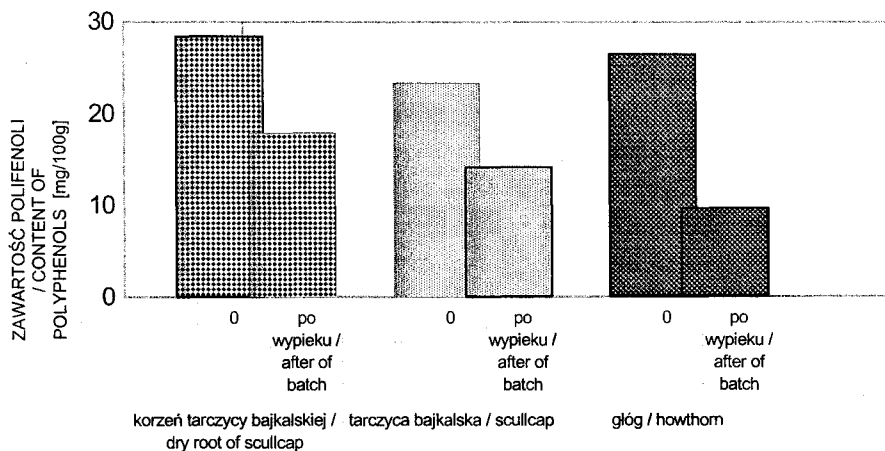
Na rys. 2. przedstawiono zmiany zawartości polifenoli użytych do stabilizacji ciasta kruchego podczas wypieku.

Pomimo krótkiego czasu wypieku wysoka temperatura niekorzystnie wpłynęła na stabilność polifenoli. Zawartość flawonów ze zmielonego korzenia tarczycy bajkalskiej po 20 min uległa zmniejszeniu o 37% w stosunku do ilości początkowej, flawonów preparatu handlowego o 27% natomiast procyjanidyn o 63%. Na podstawie ubytków, jakie zaszły w ciągu tych 20 min wypieku obliczono po jakim czasie doszłoby do całkowitej degradacji polifenoli. Czas całkowitej degradacji polifenoli podczas wypie-



ku ciasta w przypadku preparatu flawonów korzeni tarczycy bajkalskiej (KTB) wyniósłby 54 min, flawonów z preparatu handlowego (TB) – 72 min, a procyjanidyn głógu (G) 32 min.

Większa trwałość flawonów jako przeciwutleniaczy (w stosunku do kwasów tłuszczowych, witamin, cholesterolu) umożliwia ich zastosowanie do stabilizacji produktów poddawanych pieczeniu, jakimi są ciasta. Dzienna zalecana dawka spożycia flawonów korzenia tarczycy bajkalskiej, jak podają Lai i wsp. [10] może wynosić 630,0 mg, jeśli są to flawony podawane w formie zmielonego korzenia (KTB), natomiast 313,5 mg preparatu handlowego (TB). Wg innych danych [11], spożycie tych związków może nawet wynosić od 3,0 do 9,0 g flawonów zmielonego korzenia, a preparatu od 0,4–9,0 g w formie wodnych naparów. Tak szeroki, potwierdzony badaniami farmakologicznymi, zakres dawek spożycia flawonów świadczy o tym, że są one bezpieczne dla zdrowia ludzkiego i mogą być stosowane jako dodatek do żywności.



Rys. 2. Zawartość polifenoli w cieście kruchym przed i po wypieku.

Fig. 2. The content of polyphenols in a shortcake before and after its baking.

## Wnioski

1. Zastosowane polifenole aktywnie chroniły składniki ciasta kruchego - w szczególności witaminy i nienasycone kwasy tłuszczowe, w tym należące do NNKT - podczas wypieku w temp. 205–225°C.
2. Procyjanidyny wyizolowane z kory głógu były słabszymi przeciwutleniaczami podczas wypieku niż flawony tarczycy bajkalskiej.
3. Proszek ze zmielonych suchych korzeni tarczycy bajkalskiej (*Scutellaria baicalensis* Georgi) (KTB) może być, obok preparatów handlowych, alternatywnym źródłem flawonów jako przeciwutleniaczy, bez dodatkowych procesów oczyszczania.

## Literatura

- [1] Chen Y., Zhu Q.Y., Wong Y.F., Zhang Z., Chung H.Y.: Stabilizing effect of ascorbic acid on green tea catechins. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 2512-2516.
- [2] Chen Y.C., Chiu C.P., Chen B.H.: Determination of cholesterol oxides in heated lard by liquid chromatography. *Food Chem.*, 1994, **50**, 53-58.
- [3] Chen Z-Y., Su Y-L., Bi Y-R., Tsang S.Y., Huang Y.: Effect of baicalein and acetone extract of *Scutellaria baicalensis* on canola oil oxidation. *JAOCS*, 2000, **77** (1), 73-78.
- [4] Drzewicka M., Biernat J., Oszmiański J.: Wpływ ekstraktu z korzenia tarczycy bajkalskiej na procesy oksydacyjne zachodzące w wybranych tłuszczach podczas pieczenia ciast. *Bromat. Chem. Toksykol.*, praca w druku.
- [5] Drzewicka M., Szyczak J.: Ocena oksydacji i składu kwasów tłuszczowych w tłuszczach surowych i wypiekanych ciast krucho-drożdżowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2000, **13**, 193-198.
- [6] Hammerstone J.F., Lazarus S.A., Schmitz H.H.: Procyjanidin content and variation in some commonly consumed foods. *J. Nutr.*, 2000, **130**, 2086S-2092S.
- [7] Haraguchi H., Hasimoto K., Yagi A.: Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. *J. Agric. Food Chem.*, 1992, **40**, 1349-1351.
- [8] Katsanidis E., Addis P.B.: Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols, and cholesterol in tissue. *Free Radic. Biol. Med.*, 1999, **27**, 1137-1140.
- [9] Kim S.H., Kang K.W., Kim K.W., Kim N.D.: Procyanidins in crataegus extract evoke endothelium-dependent vasorelaxation in rat aorta. *Life Sciences*, 2000, **67**, 121-131.
- [10] Lai M., Hou Y., Hsiu S., Chen C., Chao P.L.: Relative flavone bioavailability of scutellariae radix between traditional decoction and commercial powder preparation in humans. *J. Food Sci.*, 2002, **10**, 75-80.
- [11] Lamer-Zarawska E.: <http://www.bpf.com.pl/opraco.htm>. Opracowanie literaturowe chińskiej rośliny leczniczej – tarczycy bajkalskiej (*Scutellaria baicalensis* Georgi) wprowadzonej do uprawy na teren Polski. 1-10.
- [12] Lamer-Zarawska E., Oszmiański J.: Zioła a zdrowie. *Wiad. Ziel.*, 1995, **5**, 12.
- [13] Lercker G., Rodriguez-Estrada M.T.: Cholesterol oxidation: Presence of 7-ketocholesterol in different food products. *J. Food Comp. Anal.*, 2000, **13**, 625-631.
- [14] Mei L., McClements J., Wu J., Decker E.A.: Iron-catalyzed lipid oxidation in emulsion as affected by surfactant, pH and NaCl. *Food Chem*, 1998, **61** (3), 307-312.
- [15] Ohshima T., Shozen K., Ushio H., Koizumi C.: Effects of grilling on formation of cholesterol oxides in seafood products rich in polyunsaturated fatty acids. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 1996, **29**, 94-99.
- [16] Oszmiański J., Bourzeix M.: Preparation of catechin and procyanidin standards from hawthorn (*Crataegus Azarolus* L.) and pine (*Pinus mesogeensis fischi*) barks. *Pol. J Food Nutr. Sci.*, 1995, **4/45**, 89-96.
- [17] Oszmiański J.: Sposób otrzymywania aktywnych biologicznie oligomerów proantocyjanidyn z surowców roślinnych. Patent PL 169082 BI. 1996.
- [18] Oszmiański J.: Dlaczego aronia i tarczycza bajkalska są aktywne biologicznie? *Farmacja Polska*, 2001, **57**, 726-745.
- [19] PN-EN ISO 5508: Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [20] Regulska-Iłow B., Iłow R.: Zmiany zachodzące w wybranych tłuszczach podczas pieczenia ciast drożdżowych metodą konwencjonalną i mikrofalową. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2000, **XXXIII**, 119-124.
- [21] Regulska-Iłow, Iłow R., Biernat J.: Zmiany zachodzące w tłuszczach podczas pieczenia ciast kruchych metodą konwencjonalną i mikrofalową. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2001, **XXXIV**, 99-104.

- [22] Rehwald A., Meier B., Sticher O.: Qualitative and quantitative reversed-phase high-performance liquid chromatography of flavonoids in *Crataegus* leaves and flowers. *J. Chromat. A*, 1994, **677**, 25-33.
- [23] Rohr G.E., Meier B., Sticher O.: Quantitative reversed-phase high-performance liquid chromatography of procyanidins in *Crataegus* leaves and flowers. *J. Chromatogr. A*, 1999, **835**, 59-65.
- [24] Shozen K., Ohshima T., Ushio H., Takiguchi A., Koizumi C.: Effects of antioxidants and packing on cholesterol oxidation in processed anchovy during storage. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 1997, **30**, 2-8.
- [25] Su Y-L., Leung L.K., Bi Y-R., Huang Y., Chen Z-Y.: Antioxidant activity of flavonoids isolated from *Scutellaria rehdiana*. *JAACS*, 2000, **77**, **8**, 807-812.
- [26] Svedström U., Vuorela H., Kostianen R., Huovinen K., Laakso I., Hiltunen R.: High-performance liquid chromatographic determination of oligomeric procyanidins from dimers up to the hexamer in hawthorn. *J. Chromatogr. A*, 2002, **968**, 53-60.
- [27] Svinivason S., Xiong Y.L., Decker E.A.: Inhibition of protein and lipid oxidation in beef heart Surimi-like material by antioxidation and combinations of pH, NaCl, and buffer type in the washing media. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 119-125.
- [28] Tai C-Y., Chen Y.C., Chen B.H.: Analysis, formation and inhibition of cholesterol oxidation products in foods: an overview (part II). *J. Food Drug Analysis*, 2000, **8** (1), 1-15.
- [29] Yamakoshi J., Saito M., Kataoka S., Tokutake S.: Procyanidin-rich extract from grape seeds prevents cataract formation in hereditary cataractous rats. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 4983-4988.

## THE EFFECT OF POLYPHENOLS EXTRACTED FROM SKULLCAP AND HAWTHORN ON THE OXIDATION OF SOME SELECTED COMPOUNDS OF A SHORTCAKE DURING ITS BAKING

### Summary

The objective of the study was to determine the antioxidant activity of flavones contained in skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi) and procyanidines obtained from the bark of hawthorn (*Crataegus oxyacantha*), as well as the extent of their degradation during the 20 minute baking of a shortcake at a temperature of 205° to 225°C. It was also examined whether or not the addition of fresh, dry roots of skullcap had a similar antioxidant effect as the impact of commercial flavones.

The antioxidant activity of polyphenols was different. The flavones contained in the skullcap appeared to be more active antioxidants if compared with the procyanidins of hawthorn, whereas the flavones more actively inhibited the formation of peroxides, secondary products of oxidation (TBARS), and conjugated dienes. The positive effect of the antioxidant activity of the skullcap flavones was measured with regard to the vitamins ( $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene) contained in the shortcake, to fatty acids (in particular to acids belonging to the n3 and n6 groups of acids), cholesterol, and its oxidized derivatives.

Two factors: baking time and high temperature during the baking of a shortcake had a negative effect of the stability of polyphenols, mainly on procyanidins isolated from hawthorn. Our investigations prove that it is possible to use freshly ground, dry skullcap roots to stabilize shortcakes against oxidation processes.

**Key words:** shortcake, polyphenols, antioxidant, fat, vitamins, cholesterol. ☒