

MAGDALENA MIKA, BARBARA E. BORCZAK, AGNIESZKA WIKIERA

**WPŁYW TEMPERATURY PRZYGOTOWANIA EKSTRAKTÓW
HERBATY BIAŁEJ NA SKŁAD FLAWAN-3-OLI I ICH
ODDZIAŁYWANIE NA DOSTĘPNOŚĆ SKŁADNIKÓW
ODŻYWCZYCH Z PASZTETU MIĘSNEGO**

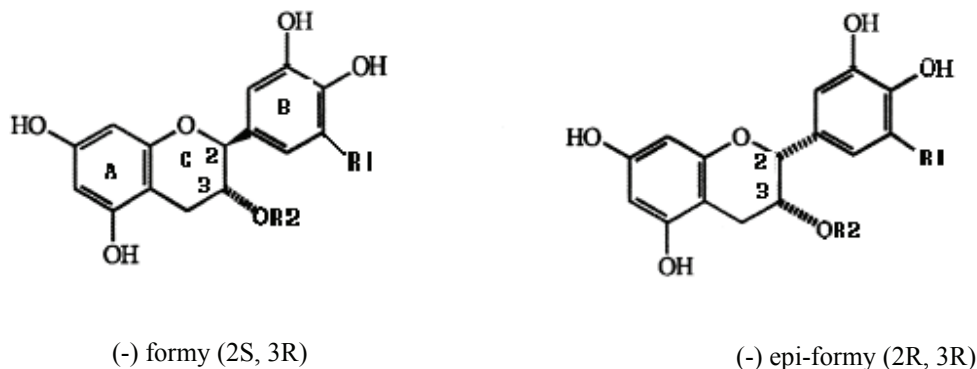
Streszczenie

Badano wpływ temperatury ekstrakcji herbaty białej na skład flawan-3-oli. W ekstraktach wodnych herbaty białej przygotowanych w temperaturze: 40°C, 60°C, 70°C, 80°C, 100°C oznaczono zawartość flawan-3-oli (EGCG, ECG, EC, GCG, CG, C). Wysoka temperatura ekstrakcji (80 i 100°C) generowała reakcję epimeryzacji, czyli przejścia (-) epi-form (2R, 3R) w (-) formy (2S, 3R). Następnie sprawdzano wpływ ekstraktów herbaty białej na strawność białek, węglowodanów i lipidów pasztetu wieprzowego. Strawność związków odżywczych badano metodą *in vitro* symulującą układ trawienny człowieka. Stwierdzono, że dodatek ekstraktów przygotowanych w różnej temperaturze powodował zmniejszenie ilości uwalnianych do dializatu produktów hydrolizy badanych związków odżywczych. Proces epimeryzacji dodatkowo intensyfikował zmniejszenie strawności lipidów.

Słowa kluczowe: herbata biała, temperatura ekstrakcji, polifenole, strawność, trawienie metodą *in vitro*

Wstęp

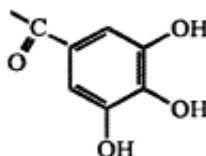
Podstawowymi komponentami herbaty są związki polifenolowe, które stanowią 36 % suchej masy liści. Wśród polifenoli herbat niefermentowanych najliczniejszą grupę stanowią flawan-3-ole (katechiny). W cząsteczce flawan-3-oli w pierścieniu C przy atomach węgla C-2 i C-3 występują dwa centra asymetrii. Katechiny herbaty mają przy atomie węgla C-3 zawsze konfigurację R. Ze względu na różną stereoizomerię przy węglu C-2 katechiny można podzielić na dwie grupy: (-) epi-formy (2R, 3R) i (-) formy (2S, 3R), (rys. 1).



R1 - H lub - OH

R2 - H lub - X

X



Rys. 1. Stereochemiczna struktura katechin herbaty.

Fig. 1. Stereo-chemical structure of tea catechins.

(-) Epi-formy (2R, 3R) to związki, w których podstawniki w pierścieniu C przy węglu 2 i 3 są skierowane za płaszczyznę (forma cis) [16]. Do tej grupy należą: (-) EGCG (galusan epigalokatechiny), (-) ECG (galusan epikatechiny), (-) EC (epikatechyna). (-) Epi-formy (2R, 3R) stanowią ponad 90 % wszystkich polifenoli naturalnie występujących w liściach herbaty. Drugą grupą katechin są (-) formy (2S, 3R), w których w pierścieniu C podstawnik przy węglu drugim jest skierowany przed płaszczyznę, a przy węglu trzecim za płaszczyznę (forma trans). Przykładowe katechiny należące do (-) form (2S, 3R) to: (-) GCG (galusan galokatechiny), (-) CG (galusan katechiny), (-) C (katechyna). W wysokiej temperaturze, w warunkach beztlenowych zachodzi reakcja epimeryzacji, w wyniku której liczniejsze (-) epi-formy (2R, 3R) przechodzą w (-) formy (2S, 3R) [19]. Sugeruje to, że ekstrakty przygotowane w różnych warunkach mogą odznaczać się innym udziałem poszczególnych frakcji stereoizomerów. Stereoizomeria katechin może mieć wpływ na interakcje z enzymami trawiennymi i składnikami pokarmów.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu temperatury przygotowania ekstraktów herbaty białej na skład flawan-3-oli i ich oddziaływanie na strawność składników odżywczych z modelowego pasztetu mięsnego.

Materiały i metody badań

Do badań użyto białej herbaty liściastej, zakupionej w lokalnym sklepie z herbami. Herbatę wybrano spośród pięciu herbat niefermentowanych. Jako kryterium wyboru przyjęto skuteczność w ograniczaniu dostępności lipidów w procesie trawienia *in vitro* [10]. Ekstrakty wodne herbaty sporządzano poprzez odważenie $0,3 \text{ g} \pm 0,0001 \text{ g}$ suchych, rozdrobnionych liści i dodanie 15 ml wody redestylowanej o temperaturze: 40, 60, 70, 80 i 100 °C i prowadzono trzydziestominutową ekstrakcję przy stałym wstrząsaniu. Po tym czasie uzyskane próbki sączono przez twardą bibułę filtracyjną. Otrzymane ekstrakty płukano gazowym azotem i przechowywano w temp. -20 °C.

Zastosowany do badań modelowy produkt mięsny - pasztet „LUPPO” pochodził z firmy Igloomeat. Został wykonany na bazie mięsa wieprzowego, tłuszczu wieprzowego, wątroby wieprzowej, skór wieprzowych, białka i skrobi. W 100 g produktu znajdowało się średnio: 7,6 g białka, 30,7 g tłuszczu, 3,7 g węglowodanów. Wartość energetyczna produktu wynosiła 1347,7 kJ.

Strawność białek, węglowodanów i lipidów badano stosując metodę *in vitro*, symulującą układ trawienny człowieka, opracowaną na podstawie metody Millera [12], Woltersa [17] i Żyły [20]. W dializacie oznaczano: glicerol według metody opisanej przez Fossati i wsp. [2], białko metodą Lowry'ego [9] i cukry metodą Millera [11].

W metodzie *in vitro* stosowano dwa roztwory enzymów. Pierwszy przygotowano przez rozpuszczenie 45,3 mg pepsyny (firmy Sigma o aktywności 4750 U/mg) w 20 ml 0,1 M HCl. Drugi roztwór przygotowano przez rozpuszczenie 66,7 mg pankreatyny (firmy Sigma o aktywności równej 8 x U.S.P.) i 833,3 mg żółci (bile extract porcie firmy Sigma) w 10 ml 0,1 M NaHCO₃. Do strzykawek (5 ml) z odciętymi końcówkami naważano $0,5 \text{ g} \pm 0,0001 \text{ g}$ pasztetu i dodawano po 0,5 ml naparu herbaty (próbki właściwe) lub 0,5 ml wody redestylowanej (próbki kontrolne). Przygotowano też próby zerowe zawierające tylko ekstrakt herbaty bez pasztetu. Próbki właściwe, kontrolne i zerowe wykonano w sześciu powtórzeniach. Próbki zakwaszono do pH = 2,0. Następnie dodawano 0,75 ml roztworu pepsyny oraz wodę redestylowaną w ilości zapewniającej jednakową objętość wprowadzanych roztworów równą 2 ml. Po dokładnym wymieszaniu wszystkich składników strzykawki zaklejało parafilmem i inkubowano w łaźni wodnej w temp. 37 °C przez 2 h. Następnie do próbek dodawano NaHCO₃, w ilości zapewniającej pH = 7,0, wodę redestylowaną oraz 0,375 ml roztworu pankreatyny i żółci. Ilość dodawanej wody redestylowanej zapewniała jednakową sumaryczną objętość wprowadzanych roztworów równą 1,15 ml. Zawartość strzykawek dokładnie mieszano i przenoszono ilościowo do worków dializacyjnych. Worki zapinano

klipsami i umieszczano w kolbach stożkowych zawierających po 50 ml buforu imidazolowego o pH 7,0. Próbki inkubowano przy stałym wytrząsaniu przez 4 h w temp. 37 °C. W uzyskanych dializatach oznaczano zawartość wolnego glicerolu, białka i cukrów uwolnionych z trawionego pasztetu.

Oznaczenie zawartości katechin w naparach herbaty, przygotowanych w różnej temperaturze, wykonano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej, opisaną przez Lin i wsp. [8]. Oznaczenia wykonano za pomocą chromatografu cieczowego (Biorad Lab., Herkules, CA. USA) z detektorem spektrofotometrycznym $\lambda = 280$ nm; w kolumnie LUNA C18(2) (250 x 4,6 mm. Wzorce: galusan (-)-epikatechiny, galusan (-)-epigalokatechiny, galusan (-)-galokatechiny i galusan (-)-katechiny oraz napary herbat przed analizą przesączało przez filtry o średnicy porów 0,45 μm . Stosowano przepływ fazy ruchomej równy 1 ml/min i elucję gradientową (0 - 10 min - 100 % fazy A - elucja izokratyczna; 10 - 25 min - 100 % \rightarrow 90 % fazy A, 0 % \rightarrow 10 % fazy B - gradient liniowy; 25 - 60 min - 90 % \rightarrow 70 % fazy A, 10 % \rightarrow 30 % fazy B - gradient liniowy). Jako fazę A zastosowano metanol/kwas mrówkowy/wodę redestylowaną (20:0,3:79,7 v/v/v), a jako fazę B zastosowano metanol/kwas mrówkowy (99,7:0,3 v/v).

Do porównania ilości oznaczonych związków zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi zbadano testem LSD Fishera na poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono zawartość poszczególnych flawan-3-oli w ekstraktach herbaty białej, przygotowanych w różnej temperaturze. Analizowane katechiny należały do dwóch grup (-) epi-form (2R, 3R) i (-) form (2S, 3R). Ilość uwalnianych z liści katechin rosła wraz ze wzrostem temp. ekstrakcji, aż do 80 °C. Podniesienie temp. ekstrakcji do 100 °C powodowało dalszy wzrost stężeń katechin należących do (-) form (2S, 3R), przy równoczesnym zmniejszeniu stężeń katechin należących do (-) epi-form (2R, 3R). W ekstraktach uzyskanych w temperaturze 80 i 100 °C nie obserwowano istotnych różnic między sumarycznymi zawartościami wszystkich oznaczonych katechin.

W tab. 2. przedstawiono procentowy udział (-) epi-form (2R, 3R) i (-) form (2S, 3R) w poszczególnych ekstraktach. Wzrost procentowego udziału (-) form (2S, 3R) stwierdzono w temp. 80 i 100 °C. Zmiana procentowego udziału stereoisomerów najprawdopodobniej wynikała z przebiegu reakcji epimeryzacji (-) epi-form (2R, 3R) do (-) form (2S, 3R), która była generowana przez działanie wysokiej temperatury [1, 19].

Przeprowadzone badania trawienia *in vitro* wykazały inhibicyjny wpływ związków herbaty na strawność białka zwierzęcego (tab. 3). Dodatek ekstraktów herbaty do trawionego *in vitro* pasztetu zmniejszał ilość białka niskocząsteczkowego uwalnianego do dializatu od 15 do 28 % względem próby kontrolnej. Stwierdzono, że między ilością białka uwalnianego do dializatu a sumaryczną ilością wprowadzonych flawan-3-

oli występuje silna korelacja wyrażona współczynnikiem determinacji $R^2 = 89\%$. Wynika ona z dużego powinowactwa polifenoli herbaty do białek. Grupy fenolowe katechin wiążą się z białkami na skutek oddziaływań hydrofobowych, jak również poprzez wiązania wodorowe [14]. Powstałe kompleksy polifenole-białko ograniczają dostępność substratu enzymom proteolitycznym. W ostatnich latach w literaturze pojawiły się doniesienia potwierdzające inhibujący wpływ polifenoli zielonej herbaty na aktywność pepsyny i trypsyny [3]. Otrzymane wyniki dowodzą braku różnic w sile inhibującego działania między próbkami z dodatkiem ekstraktów przygotowanych w temperaturze 80 i 100 °C, co sugeruje, że stereoizomeria katechin nie wpływa istotnie na proces trawienia białka.

Tabela 1

Zawartość katechin w ekstraktach herbaty białej, przygotowanych w różnych warunkach temperaturowych, w przeliczeniu na 100 ml ekstraktu; EGCG - galusan epigalokatechiny; GCG - galusan galokatechiny; ECG - galusan epikatechiny.

The content of catechins in white tea extracts, prepared at different temperatures, per 100 ml of extract; EGCG - epigallocatechin gallate; GCG - galocatechin gallate; ECG - galloepicatechin.

Temperatura ekstrakcji Extraction temperature [°C]	(-) Epi-formy (2R, 3R) (-) Epi-forms (2R, 3R) [mg %]			(-) Formy (2S, 3R) (-) Forms (2S, 3R) [mg %]			Suma katechin Total catechins [mg %]
	EGCG	ECG	EC	GCG	CG	C	
40	7,75 ^a	3,22 ^a	1,04 ^a	0,75 ^a	0,13 ^a	0,27 ^a	13,16 ^a
60	11,85 ^b	4,32 ^b	1,26 ^b	0,86 ^b	0,18 ^b	0,48 ^b	18,95 ^b
70	13,6 ^d	5,88 ^c	1,76 ^c	1,12 ^c	0,21 ^b	0,59 ^c	23,16 ^c
80	14,84 ^e	6,71 ^d	1,93 ^d	1,41 ^d	0,46 ^c	1,25 ^d	26,63 ^d
100	13,05 ^c	6,11 ^c	1,78 ^c	3,18 ^e	0,61 ^d	1,74 ^e	26,47 ^d

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różne litery superskryptu oznaczają różnice statystycznie istotne.

Different letters in superscript represent statistically significant differences.

Dodatek ekstraktów herbaty o największej sumarycznej zawartości katechin spowodował maksymalne ograniczenie uwalniania węglowodanów do dializatu (tab. 3). Podobnie, jak w przypadku trawienia białka, nie stwierdzono jednak wpływu stereoizomerii flawan-3-oli na zawartość cukrów w dializacie. W literaturze występują doniesienia potwierdzające inhibujące działanie polifenoli na aktywność α -amylazy [3,

7, 18]. He i wsp. [3] wykazali, że obecność polifenoli zielonej herbaty w stężeniu 0,05 mg/ml powodowała obniżenie aktywności α -amylazy nawet o 61 %.

Tabela 2

Procentowy udział (-) epi-form (2R, 3R) i (-) form (2S, 3R) w ekstraktach herbaty białej, przygotowanych w różnych warunkach temperaturowych.

Percentage rate of (-) epi-forms (2R, 3R) and (-) forms (2S, 3R) in white tea extracts prepared at different temperatures.

Temperatura ekstrakcji Extraction temperature [°C]	Epi-forma (2S, 3S) Epi-forms (2S, 3S) [%]	Forma (2R, 3S) Forms (2R, 3S) [%]
40	91,3 ^a	8,7 ^a
60	92,0 ^a	8,0 ^a
70	91,7 ^a	8,3 ^a
80	88,3 ^b	11,7 ^b
100	79,1 ^c	20,9 ^c

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1

W przeprowadzonych badaniach *in vitro* wykazano także inhibicyjny wpływ flawan-3-oli uwolnionych w różnej temperaturze z liści herbacianych na proces trawienia tłuszczów (tab. 3). Największe zmniejszenie ilości uwalnianego do dializatu glicerolu (jednego z produktów hydrolizy lipidów), wynoszące 32 % względem próby kontrolnej, stwierdzono po dodaniu do pasztetu ekstraktu przygotowanego w temperaturze 100 °C. Między zawartością glicerolu w dializacie przy dodatku ekstraktu otrzymanego temperaturze 80 i 100 °C wykazano istotną różnicę. Wskazuje to, że stereoizomeria flawan-3-oli może mieć wpływ na intensywność hydrolizy lipidów. Skuteczniej ograniczał hydrolizę tłuszczów ekstrakt zawierający większą ilość (-) form (2S, 3R). Wyniki te są zgodne z rezultatami badań Ikedy i wsp. [4]. Wykazali oni, że galusany katechin GCG i CG charakteryzują się znacznie większą efektywnością w zmniejszaniu aktywności lipazy niż ich epimery EGCE i ECG [4]. Ponadto udowodnili, że lipazę inhibują tylko katechiny związane w formie estrów z kwasem galusowym, a wolne katechiny nie wpływają na aktywność enzymów katalizujących reakcję hydrolizy lipidów. Inhibujący wpływ katechin zielonej herbaty na aktywność lipazy żołądkowej i trzustkowej przy zastosowaniu różnych substratów opisali Juhel i wsp. [5]. Wykazali oni, że siła inhibująca katechin zależy od rodzaju lipazy, jak również od rodzaju trawionego tłuszczu. Ponadto udowodnili, że w obecności katechin następuje istotne zmniejszenie emulgacji lipidów, co może w znaczący sposób ograniczać dostępność lipaz do substratu i hamować proces wchłaniania produktów hydrolizy lipidów. Inhibi-

cyjny wpływ katechin na trawienie tłuszczów potwierdzono również w badaniach *in vivo* [6, 13, 15].

Tabela 3

Ilość białka niskocząsteczkowego, glicerolu i cukrów redukujących uwolnionych do dializatu z 1 g pasztetu, w zależności od temperatury przygotowania dodawanych ekstraktów herbaty białej.
Amount of low molecular proteins, glycerol, and reducing saccharides released to dialyzate from 1 g of páté depending on the extraction temperature of white tea extracts added.

Temperatura ekstrakcji Extraction temperature [°C]	Ilość uwalnianych do dializatu związków odżywczych [mg/g pasztetu] Amounts of nutrients released to dialyzate [mg/g páté]		
	Białka niskocząsteczkowe Low molecular proteins	Cukry redukujące Reducing saccharides	Glicerol Glycerol
Próba kontrolna Control sample	43,0 ^a	41,9 ^a	18,2 ^a
40	36,4 ^b	40,4 ^{ab}	13,7 ^b
60	36,0 ^b	39,5 ^b	9,9 ^c
70	35,2 ^c	40,5 ^{ab}	9,4 ^{cd}
80	31,1 ^d	32,7 ^c	9,0 ^d
100	31,7 ^d	32,8 ^c	8,2 ^e

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1.

Wnioski

1. Ilość uwalnianych z liści herbaty białej katechin rosła wraz ze wzrostem temperatury ekstrakcji, aż do osiągnięcia temperatury 80 °C. Wysoka temperatura ekstrakcji (80 i 100 °C) generowała reakcję epimeryzacji, czyli przejścia (-) epi-formy (2R, 3R) w (-) formy (2S, 3R).
2. Dodatek ekstraktów herbaty białej do pasztetu spowodował zmniejszenie ilości uwalnianych do dializatu produktów hydrolizy węglowodanów (max. o 10 %), białka (max o 28 %) i lipidów (max. o 32 %).
3. Zmniejszenie ilości uwalnianych do dializatu produktów hydrolizy białka, węglowodanów i lipidów był zależny od ilości wprowadzonych flawan-3-oli.
4. Procentowy udział stereoizomerów flawan-3-oli wpłynął istotnie tylko na ilość uwalnianego do dializatu produktu hydrolizy lipidów (glicerolu). (-) Formy (2S, 3R) silniej ograniczają strawność lipidów pasztetu niż (-) epi-formy (2R, 3R).

Literatura

- [1] Chen Z.-Y., Zhu Q.Y., Tsang D., Huang Y.: Degradation of green tea catechins in tea drinks. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 577-482.
- [2] Fossati P., Prencipe L.: Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin. Chem.*, 1982, **28**, 2077-2080.
- [3] He Q, Lv Y, Yao K.: Effects of tea polyphenols on the activities of α -amylase, pepsin, trypsin and lipase. *Food Chem.* 2007, **101**, 1178-1182.
- [4] Ikeda I., Tsuda K., Suzuki Y., Kobayashi M., Unno T., Tomoyori H., Goto H., Kawata Y., Imaizumi K., Nozawa A., Kakuda T.: Tea catechins with gallolyl moiety suppress postprandial hypertriglycerolemia by delaying lymphatic transport of dietary fat in rats. *J. Nutr.*, 2005, **135**, 155-159.
- [5] Juhel Ch., Armand M., Pafumi Y., Rosier Ch., Vandermader J., Lairon D.: Green tea extract (AR25) inhibit lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium *in vitro*. *J. Nutr. Biochem.*, 2000, **11**, 45-51.
- [6] Kajimoto O., Yabune M., Nakamura T., Kotani K., Suzuki Y., Nozawa A., Nagata K., Unno T.: Tea catechins with gallolyl moiety reduce body weight and fat. *J. Health Sci.*, 2005, **51** (2), 161-171.
- [7] Kandra L.: Inhibitory effects of tannin on human salivary α -amylase. *Biochem. Bioph. Res. Co.*, 2004, **319**, 1265-1271.
- [8] Lin J.-K., Lin Ch., Liang Y., Shiau S., Juan I.: Survey of catechins, gallic acid and methylxanthines in green, oolong, pu-erh and black teas. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46** (9), 3635-3642.
- [9] Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randal R.J.: Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, **193**, 256-275.
- [10] Mika M., Wikiera A., Żyła K.: Effects of non-fermented tea extracts on *in vitro* digestive hydrolysis of lipids and on cholesterol precipitation. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **226** (4), 731-736.
- [11] Miller G.L.: Use of DNS reagent for the measurement of reducing sugar. *Anal. Chem.*, 1959, **31**, 426-428.
- [12] Miller D.D., Schrickler B.R., Rasmussen R.R., Van Campen D.: An *in vitro* method for estimation of iron availability from meals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1981, **34**, 2248-2256.
- [13] Miura Y., Chiba T., Tomita I., Umegaki K., Ikeda M., Tomita T.: Green tea polyphenols (flavan-3-ols) prevent oxidative modification of low density lipoproteins : an *ex vivo* study in humans. *J. Nutr. Biochem.*, 2000, **11**, 216-222.
- [14] Siebert K., Troukanova N., Lynn P.: Nature of polyphenol-protein interactions. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 80-85.
- [15] Unno T., Tago M., Suzuki Y., Nozawa A., Sagesaka Y., Kakuda T., Egawa K., Kondo K.: Effect of tea catechins on postprandial plasma lipid responses in human subjects. *Br. J. Nutr.*, 2005, **93**, 543-547.
- [16] Wang H., Helliwell K.: Epimerisation of catechins in green tea infusions. *Food Chem.*, 2000, **70**, 337-344.
- [17] Wolters M.G., Schreuder H.A., van den Heuvel G., van Lonkhuijsen H.J., Hermes R.J., Voragen A.G.: A continuous *in vitro* method for estimation of the bioavailability of minerals and trace elements in foods: application to breads varying in phytic acid content. *Br. J. Nutr.*, 1993, **69**, 849-861.
- [18] Zhang J., Kashket S.: Inhibition of salivary amylase by black and green teas and their effects on the intraoral hydrolysis of starch. *Caries Res.*, 1998, **32** (3), 233-238.
- [19] Zhu Q., Zhang A., Tsang D., Huang Y., Chen Z.: Stability of green tea catechins. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45**, 4624-4628.
- [20] Żyła K., Leydoux D.R., Garcia A., Veum T.L.: An *in vitro* procedure for studying enzyme dephosphorylation of phytate in maize-soybean feeds for turkey poultry. *Br. J. Nutr.*, 1995, **74**, 3-17.

**THE IMPACT OF PREPARATION TEMPERATURE OF WHITE TEA EXTRACTS ON
THE COMPOSITION OF FLAVAN-3-OLS AND THEIR INTERACTION WITH
THE DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS CONTAINED IN MEAT PÂTÉ**

S u m m a r y

The impact of white tea extraction temperature on the composition of flavan-3-ols was investigated. In the water extracts of white tea, prepared at 60°C, 70°C, 80°C, and 100°C, the contents of flavan-3-ols (EGCG, ECG, EC, GCG, CG, C) were determined. The high temperature of extraction (80°C, 100°C) generated an epimerization reaction, i.e. the conversion of (-) epi-forms (2R, 3R) into (-) forms (2S, 3R). Next, the impact of white tea extracts on the digestibility of proteins, saccharides, and lipids in pork pâté was studied. The digestibility of nutrients was investigated using an *in vitro* method simulating human digestive system. It was found that the addition of extracts prepared at different temperatures to the pork pâté caused the amount of nutritive compounds being released to the dialyzate of the hydrolysis products of the nutrients studied to decrease. The epimerization process intensified additionally the decrease in the digestibility of lipids.

Key words: white tea, extraction temperature, polyphenols, digestibility, digestion by an *in vitro* method ☒