

MARIA ŚMIECHOWSKA, PIOTR PRZYBYŁOWSKI,
PRZEMYSŁAW DMOWSKI, JOANNA NEWERLI-GUZ

OKREŚLENIE ZAWARTOŚCI AZOTANÓW (V) I (III) ORAZ GARBNIKÓW W HERBATACH CZARNYCH IMPORTOWANYCH

Streszczenie

Podczas procesu zaparzania herbaty do roztworu ekstrahowane są różne związki. Do związków pożądanых należą garbniki (bioaktywne składniki herbaty), natomiast azotany(V) i (III) to związki niepożądane w naparach herbacianych. Badano herbaty importowane do Polski z Chin, Malawi, Papui Nowej Gwinei, Indonezji i Sri Lanki. Zawartość garbników w herbatach była zróżnicowana od 0,04 g/100 g w herbatach chińskich do 3,82 g/100 g w surowcu pochodzącym z Malawi. Herbaty pochodzące z Papui Nowej Gwinei charakteryzowały się najniższą zawartością azotanów(V), wynoszącą 5,70 mg/kg oraz brakiem azotanów(III). Najwyższe ilości tych azotanów stwierdzono w herbacie z Malawi, a wynosiły one odpowiednio 64,38 i 13,50 mg/kg.

Słowa kluczowe: herbata, azotany(V) i (III), garbniki, wyciąg wodny.

Wprowadzenie

Herbatę stanowią odpowiednio przerobione młode liście i nierozwinięte pąki listków krzewu herbacianego *Camellia (Thea)*, należącego do rodziny herbatowatych (*Theaceae*). We współczesnej, międzynarodowej nomenklaturze botanicznej krzew herbaciany ma tylko jeden gatunek – *Camellia sinensis* (kamelia chińska) oraz dwie odmiany: *Camellia (Thea) sinensis* (herbata chińska) oraz *Thea assamica*, syn. *Thea sinensis assamica*, pochodząca z Indii (Assam). Liście tego krzewu są znacznie większe od liści herbat chińskich.

Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje herbaty: zieloną (stanowiącą około 20% światowej produkcji – preferowaną głównie w Chinach i Japonii) oraz czarną tzw. fermentowaną, która stanowi około 78% światowej produkcji. Istnieje też gatunek

pośredni tzw. herbata czerwona lub żółta, częściowo fermentowana o nazwie oolong (około 2% światowej produkcji). Herbatę zieloną otrzymuje się przez wysuszenie świeżych liści herbacianych. Natomiast produkcja herbaty czarnej (znana od XVI w.) zależy od procesów enzymatycznego utleniania, nazywanego potocznie fermentacją, obecnych w liściach herbacianych związków polifenolowych (głównie katechin), przy udziale enzymu oksydazy polifenolowej. W efekcie zachodzi kondensacja katechin do tanin i kształtują się charakterystyczne cechy smakowo-zapachowe oraz barwa herbaty [21].

W czasie zaparzania herbaty do wody przechodzą, oprócz substancji pożądaných tj. garbników, olejków eterycznych, kwasów organicznych, bioflawonoidów, alkaloidów oraz polifenoli, które decydują o właściwościach sensorycznych naparów herbaty, również te, które w większych ilościach mogą być szkodliwe dla człowieka. Niewątpliwie do takich związków należą azotany(V) i azotany(III), które są bardzo dobrze rozpuszczalne w wodzie i dlatego niemal całkowicie ulegają wyługowaniu podczas parzenia herbat. Stwierdzono, że działają one toksycznie na organizm człowieka oraz powodują upośledzenie wykorzystania składników pożywienia: tłuszczów, sacharydów, białek oraz witamin [24].

Garbniki są związkami o właściwościach farmakologicznych i leczniczych. Pełniąc rolę adsorbenta metali ciężkich i innych zanieczyszczeń, w tym mikrobiologicznych, są wykorzystywane jako środki wspomagające w leczeniu. Z najnowszych badań wynika, że taniny wykazują właściwości antyoksydacyjne, podobnie jak flawonoidy oraz antocyjany i mogą być stosowane w profilaktyce chorób cywilizacyjnych [1]. Ich ogólną właściwością jest również działanie ściągające, które w dużej mierze decyduje o surowym, ściągającym lub pospolitym (niekorzystnym) smaku naparu herbaty oraz działanie koagulujące białko, stąd wynikają właściwości przeciwzapalne i zastosowanie zewnętrzne w stanach zapalnych błon śluzowych, skóry, obrzmieniach, drobnych krwawieniach [6].

Zawartość garbników katechinowych w wyciągu wodnym herbaty decyduje o jej walorach sensorycznych. Katechiny wraz z taninami nadają naparowi herbaty cierpkość. Dodatkowo jeszcze podczas procesu fermentacji i suszenia dochodzi do utleniania katechin i ich polimeryzacji, w wyniku której powstają flobafeny. Są to związki pożądane przez polskich konsumentów, którzy preferują herbaty o mocnym, ciemnym naparze [5, 7, 8, 9, 25].

Azotany(V), a zwłaszcza powstające z nich w wyniku redukcji azotany(III), należą do licznej grupy substancji nieodżywczych, a zarazem wykazujących toksyczność ostrą i przewlekłą dla człowieka. Azotany(V) kumulują się i mogą powodować zaburzenia w gospodarce białkowej i tłuszczowej oraz w metabolizmie witamin. Związki te są także prekursorami N-nitrozoamin. Toksyczne działanie tych związków na organizm człowieka jest związane również z występowaniem methemoglobinemii azoty-

nowej, wzrostem ryzyka zachorowania na raka żołądka oraz upośledzeniem funkcji wydzielniczych jelita cienkiego. Wśród czynników wpływających na poziom azotanów(V) i (III) w roślinach wymienia się warunki nawożenia, wrażliwość roślin, warunki klimatyczne i glebowe oraz aktywność mikroflory glebowej i korzeniowej [24].

Uwarunkowania ekonomiczne spowodowały, że w latach 90. ub. wieku zaczęto importować do Polski herbatę z Malawi, Papui Nowej Gwinei, Indonezji. Herbaty z tych krajów są mało znane, stąd też wydaje się konieczne podjęcie badań w tym zakresie. Dodatkowo, analizując dostępną literaturę, zwraca uwagę fakt małej liczby prac dotyczących oznaczeń w herbacie takich związków, jak garbniki oraz azotany(V) i (III). Ponadto w dotychczasowych publikacjach nie przedstawiano oceny surowca importowanego do kraju, a w ograniczonym zakresie zajmowano się tylko herbatą dostępną na rynku krajowym.

Stąd celem pracy było określenie zawartości substancji ekstrahowanych do naparów herbaty takich, jak: azotany(V) i (III) oraz garbniki, z herbat importowanych do Polski drogą morską, pochodzących z tradycyjnych oraz nowych rejonów upraw.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły surowe herbaty fermentowane, które sprowadzono drogą morską do Gdyni. Były to herbaty importowane z Chin, Papui Nowej Gwinei, Malawi, Indonezji i Sri Lanki. Ogółem analizie poddano 80 próbek herbaty fermentowanej. Surowiec pobierano bezpośrednio z ładowni statkowych.

Oznaczenie ubytku masy oraz wyciągu wodnego wykonano zgodnie z procedurą przedstawioną w normach PN-ISO [13, 16].

Garbniki oznaczano metodą opartą na tworzeniu nierozpuszczalnych garbnikanów z solami miedzi(II). W tym celu garbniki ekstrahowano wodą na gorąco, wytrącano octanem miedzi(II), następnie po 12 godz. sączono i suszono do stałej masy. Zawartość garbników obliczano z proporcji, uwzględniając ilość początkową miedzi(II) oraz ilość tlenu miedzi(II) związanego przez garbniki [4].

Zawartość azotanów(V) i (III) oznaczano w naparach herbaty przygotowanych według obowiązujących norm [14, 15]. Azotany(V) redukowano do azotanów(III) w kolumnie kadmowej [22]. Zawartość azotanów(III) oznaczano metodą spektrofotometryczną opartą na reakcji Griessa, w modyfikacji Przybyłowskiego i wsp. [17].

Badania przeprowadzono w latach 1999-2000.

Wyniki i dyskusja

Jednym z najważniejszych parametrów jakościowych herbaty jest zawartość wody. Przy zwiększeniu dopuszczalnej zawartości wilgoci powyżej 9%, herbata zaczyna tracić swoje walory smakowo-zapachowe – „starzeje się” [15]. Przy dalszym wzroście

wilgotności do poziomu 11–13%, herbata zaczyna pleśnieć, pojawia się zapach stęchlizny – taką herbatę określamy terminem „poza kondycją” (OOC – out of condition). Wystarczy, że pojawią się śladowe ilości pleśni, aby cała partia została zdyskwalifikowana.

Ponad 90% herbat spełniało wymagania określone w normie i nie przekraczało dopuszczalnej w nich zawartości 9% wody [15]. Największą wilgotnością charakteryzowały się herbaty pochodzące z Chin, w których zawartość wody wahała się w granicach 4,24–10,24%, średnio wynosiła 8,22%. Najmniejszy ubytek masy zaobserwowano w herbacie pochodzącej z Indonezji, średnio 7,01%. W przypadku pozostałych herbat wilgotność wynosiła średnio 7,50% (tab. 1). Trudno jednak na tym etapie pracy ustalić jaka była przyczyna zwiększonej zawartości wody w herbacie chińskiej. Na zawartość wody w herbacie wpływają takie czynniki, jak: pora zbioru (deszczowa lub sucha), warunki fermentacji i suszenia, rodzaj i jakość opakowania transportowego, warunki załadunku, transportu i składowania.

Tabela 1

Ubytek masy w temp. 103°C, zawartość wyciągu wodnego oraz garbników w herbatach czarnych.
Mass loss at 103°C, the content of water extract and tannins in black tea.

Kraj pochodzenia Country of origin	n	Parametr Parameter	Ubytek masy w 103°C [% s. m.] Mass loss at 103°C [% of d. m.]	Wyciąg wodny [% s. m.] Water extract [% of d. m.]	Garbniki Tannins [g/100 g]
Chiny China	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	8,22 ± 1,78 4,24 – 10,24	67,36 ± 3,73 60,43 – 71,54	0,40 ± 0,34 0,04 – 1,00
Malawi Malawi	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	7,42 ± 1,22 6,08 – 9,81	66,74 ± 2,19 63,35 – 69,67	1,50 ± 1,09 0,61 – 3,82
Papua Nowa Gwinea Papua New Guinea	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	7,38 ± 1,14 5,28 – 8,81	66,92 ± 4,29 63,52 – 75,23	0,93 ± 0,14 0,76 – 1,17
Indonezja Indonesia	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	7,01 ± 1,20 5,88 – 8,89	66,45 ± 3,50 62,25 – 73,03	nb nd
Sri Lanka Sri Lanka	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	7,61 ± 0,71 6,79 – 8,56	66,28 ± 4,67 61,90 – 76,38	nb nd

\bar{x} – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, n – liczba próbek, nb – nie badano

\bar{x} – mean value, SD – standard deviation, n – number of samples, nd – not detected

Wyciąg wodny jest podstawową formą konsumpcji herbaty. Jedynie w Indonezji spożywane są kiszzone liście herbaty. Wyciąg wodny herbaty zawiera większość skład-

ników decydujących o jej walorach sensorycznych. W wymaganiach jakościowych stawianych herbatom czarnym określono, że zawartość wyciągu wodnego nie może wynosić mniej niż 32% w przeliczeniu na suchą substancję [15]. Uzyskane wyniki wskazują, że wszystkie badane próby herbaty charakteryzowały się wysoką zawartością wyciągu, średnio 66% (tab. 1).

Oceniane próby herbat charakteryzowała niska zawartość garbników (tab. 1). Najwięcej garbników zawierała herbata z Malawi. Jednak wartość ta nie przekraczała 4%. Tak niska zawartość garbników może świadczyć o tym, że sprowadzany do Polski surowiec został otrzymany ze starszych liści, gorszej jakości. Pomimo, że zawartość garbników w herbatkach była niska, to napary z tych herbat cechowały się ostrym i cierpkim smakiem, co mogło być spowodowane obecnością kwasów organicznych i tanin. Zawartość garbników w dużej mierze zależy od warunków klimatycznych upraw oraz od stopnia fermentacji herbaty.

Kudelka [8], przeprowadzając ocenę jakościową herbat rynkowych (Pickwick, Yunnan, Madras, Indyjska, Ceylon, Earl Grey, Popularna), stwierdziła 26,1–81,2% zawartości wyciągu wodnego, 2,1–13,3% garbników i ok. 7% wody.

Wyniki zawartości azotanów(V) i (III) przedstawiono w tab. 2. Z uzyskanych danych wynika, że zawartość azotanów(V) w badanych herbatkach wahała się w bardzo szerokim zakresie. Najwyższą zawartość azotanów(V) stwierdzono w herbatkach pochodzących z Malawi, średnio 42,89 mg NaNO_3/kg . W herbatkach pochodzących z Chin, Indonezji, Sri Lanki było ich odpowiednio – 26,89, 33,01, 28,63 mg NaNO_3/kg . Najniższy zaś poziom stwierdzono w herbatkach pochodzących z Papui Nowej Gwinei – średnio 13,55 mg NaNO_3/kg .

Największą zawartość azotanów(III) stwierdzono w herbatkach pochodzących z Malawi – średnio 8,35 mg NaNO_2/kg . Najmniej tych związków występowało w herbatkach pochodzących z Papui Nowej Gwinei – średnio 2,45 mg NaNO_2/kg .

Dodatkowo, na poziomie istotności $p=0,05$, wykazano statystycznie istotną różnicę zawartości azotanów(V) i (III) w badanych herbatkach w zależności od kraju pochodzenia. Oznacza to, że na zawartość tych związków w badanych herbatkach mogły mieć wpływ: warunki klimatyczne, glebowe, zabiegi rolnicze, poziom nawożenia oraz warunki suszenia i fermentacji.

Zbliżone zawartości azotanów w herbatkach prezentuje Leszczyńska [10]. Z jej analiz wynika, że w suszu herbaty czarnej, zakupionej na terenie Krakowa, znajdowało się 28,13–81,74 mg KNO_3/kg azotanów(V) oraz 3,68–17,68 mg NaNO_2/kg azotanów(III).

Olędzka i wsp. [12] stwierdzili wyższą zawartość azotanów(V) i (III) w herbatkach pochodzących z rynku warszawskiego, wynosiła ona odpowiednio 48,5–1087,6 mg% NO_3^- oraz 0,0–3,1 mg% NO_2^- . Autorzy ci wykazali również, że z suszu do naparu

przechodzi 54,0–90,4% azotanów(V) oraz do 100% azotanów(III), zależnie od gatunku herbaty.

Tabela 2

Zawartość azotanów(V) i (III) w herbatach z różnych krajów pochodzenia.

The content of nitrates (V) and (III) in tea from various countries of origin.

Kraj pochodzenia Country of origin	n	Parametr Parameter	Azotany (III) Nitrates (III) [mg NaNO ₂ /kg]	Azotany (V) Nitrates (V) [mg NaNO ₃ /kg]
Chiny China	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	6,41 ± 2,01* 4,05 – 10,12	26,89 ± 10,67* 7,33 – 37,49
Malawi Malawi	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	8,35 ± 2,75* 5,40 – 13,50	42,89 ± 11,55* 22,82 – 64,38
Papua Nowa Gwinea Papua New Guinea	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	2,45 ± 1,57* 0,00 – 4,05	13,55 ± 7,69* 5,70 – 29,34
Indonezja Indonesia	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	6,41 ± 2,93* 2,02 – 10,12	33,01 ± 11,80* 8,15 – 44,01
Sri Lanka Sri Lanka	16	$\bar{x} \pm SD$ zakres/range	5,48 ± 3,43* 2,02 – 10,80	28,63 ± 17,34* 0,00 – 51,34

\bar{x} – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, n – liczba próbek

\bar{x} – mean value, SD – standard deviation, n – number of samples

* – Różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

* – Statistically significant differences ($p \leq 0,05$)

Natomiast zawartość azotanów(V) w herbatach badanych przez Nabrzyskiego i Gajewską [11] wahała się od 43,9–139,2 mg NaNO₃/kg, a azotanów(III) była w 75% prób zerowa, zaś w pozostałych zawierała się w przedziale 1,3–5,3 mg NaNO₂/kg, zależnie od gatunku herbaty. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że materiał do badań stanowiły konfekcjonowane herbaty rynkowe, a nie surowiec sprowadzany bezpośrednio z kraju pochodzenia.

Uzyskane wyniki odniesiono również do dopuszczalnego dziennego pobrania azotanów(V) i (III) zalecanego przez Komitet Ekspertów FAO/WHO i nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości (5 mg NaNO₃/kg masy ciała oraz 0,2 mg NaNO₂/kg masy ciała).

Zakładając, że wydajność ługowania azotanów(V) i (III) z herbat czarnych wynosi około 100% oraz, że człowiek dorosły wypija dziennie od 3 do 5 filiżanek herbaty (tj. zużywa od 6 do 10 g surowca herbaty – na jedną filiżankę przypadają przeciętnie 2 g herbaty) obliczono, że tą drogą może on pobrać (spożywając herbatę z Malawi za-

wierającą najwięcej azotanów) ok. 0,107 mg NaNO_3 , co stanowi 0,036% dopuszczalnej dawki azotanów(V) oraz ok. 0,021 mg NaNO_2 , tj. 0,007% dopuszczalnej dawki azotanów(III), określonej przez ekspertów FAO/WHO.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zarówno susze herbaciane, jak i napary nie budziły zastrzeżeń zdrowotnych i nie miały znaczącego udziału w poziomie tych związków w całodzienniej racji pokarmowej.

Natomiast Nabrzyski i Gajewska [11] dowodzą, że spożywając dziennie 3 szklanki herbaty pobieramy od 0,1 do 8% dopuszczalnej dawki azotanów(V), określonej przez ekspertów FAO/WHO. Olędzka i wsp. [12] podają, że spożywając dziennie 3 szklanki herbaty pobieramy od 2,03 nawet do 64,60 mg azotanów(V).

Dodatkowym źródłem azotanów(V) i (III) w naparach herbacianych może być woda użyta do ich przygotowania. Do wód powierzchniowych i gruntowych azotany przedostają się na skutek migracji tych związków (jako najbardziej ruchliwej formy azotu) ze źródeł komunalnych, przemysłowych i rolniczych. Zgodnie z wymaganiami stawianymi wodzie do picia, woda wodociągowa jest umiarkowanym źródłem azotanów(V) [20]. Zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem zawartość azotanów(V) nie powinna przekraczać 10 mg $\text{N-NO}_3/\text{dm}^3$ przy jednoczesnym braku azotanów(III) [19]. Liczni badacze stwierdzili niepokojąco wysokie stężenia azotanów(V) i (III) w wodzie studziennej, sięgające niekiedy 200 mg $\text{N-NO}_3/\text{dm}^3$. Ich przyczyną są spływy z nawożonych gleb użytkowanych rolniczo lub emisje z zakładów przemysłowych [2, 3, 23].

Autorzy niniejszej pracy wykazali, że herbata nie stanowi zagrożenia pod względem zawartości azotanów(V) i (III).

Herbaty importowane do Polski służą przede wszystkim do sporządzania mieszanek. Wyniki uzyskane w prezentowanej pracy mogą być wykorzystane przez firmy zajmujące się konfekcjonowaniem i dystrybucją do tworzenia mieszanek herbat o wyższych walorach smakowo-zapachowych.

Wnioski

1. Herbata importowana w latach 1999–2000 z Chin, Malawi, Papui Nowej Gwinei i Sri Lanki do Polski charakteryzowała się niską zawartością garbników w zakresie 0,04– 3,82 g/100g surowca.
2. W badanych próbach herbat stwierdzono obecność azotanów(V) w zakresie 5,70– 64,38 mg NaNO_3/kg i azotanów(III) 0,00–13,50 mg NaNO_2/kg , co nie stanowi zagrożenia dla zdrowia konsumenta.

Literatura

- [1] Bushman J. L.: Green Tea and Cancer in Humans: A Review of the Literature. *Nutrition and Cancer*, 1998, 31 (3), 151-159.

- [2] Chyla J.: Wpływ emisji chemicznych zakładów przemysłowych rejonu Kędzierzyn-Koźle na poziom azotanów i azotynów w wodzie studziennej i w środkach spożywczych. Cz. I. Zawartość azotanów i azotynów w wodzie studziennej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1992, **XXV**, 3, 229-232.
- [3] Cieślak J.: Woda – źródło życia!? *Zdrowa Żywność*, 1996, **4** (30), 32-34.
- [4] Cisowski W., Dembińska-Migas W, Gill S., Łuczkiwicz I.: *Analiza fitochemiczna*, Wyd. AMG, Gdańsk 1995.
- [5] Davis A., Lewis J., Cai Y., Powell C., Davis A., Wilkins J., Pudney P., Clifford M.: A polyphenolic pigment from black tea. *Phytochemistry*, 1997, **8**, 1397-1402.
- [6] Kohlmünzer S.: *Farmakognozja*, Wyd. PZWL, Warszawa 1977.
- [7] Kolanowski W.: Herbata – korzystny składnik diety. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, 1997, **4**, 353-356.
- [8] Kudełka W.: Ocena jakości herbaty czarnej znajdującej się w obrocie detalicznym. *Przem. Ferm. Owoc. Warz. Informator rynkowy „Alkohole ... i nie tylko”*. 1996, **5**, 9-10.
- [9] Lakenbring Ch., Lapczynski S., Maiwald B., Engelhardt U.H.: Flavonoids and other polyphenols in consumer brews of tea and other caffeinated beverages. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 2848-2852.
- [10] Leszczyńska T.: Azotany i azotyny w herbacie, kawie oraz kakao. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1994, **XXVII**, 4, 327-330.
- [11] Nabrzyski M., Gajewska R.: Zawartość azotanów i azotynów w niektórych użytkach. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1996, **XXIX**, 1, 59-62.
- [12] Olędzka R., Pokorska-Lis G., Miśkiewicz W.: Ocena skażenia herbat, herbattek owocowych i herbattek ziołowych azotanami i azotynami. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1998, **XXXI**, 4, 343-347.
- [13] PN-ISO 1573: 1996. Herbata. Oznaczanie ubytku masy w temperaturze 103°C.
- [14] PN-ISO 3103: 1996. Herbata. Przygotowanie naparu do badań sensorycznych.
- [15] PN-ISO 3720: 1997. Herbata czarna. Definicja i podstawowe wymagania.
- [16] PN-ISO 9768: 1996. Herbata. Oznaczanie wyciągu wodnego.
- [17] Przybyłowski P., Kiszka J., Nowicka B.: Ocena precyzji i dokładności zmodyfikowanej metody oznaczania azotanów i azotynów w mleku. *Roczn. PZH*, 1983, **34**, 487-492.
- [18] *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej GUS, Zakł. Wyd. Statyst.*, Warszawa 2000.
- [19] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarce, woda w kąpieliskach oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej, *Dz. U.* 2000 r. Nr 82, poz. 937.
- [20] Sienkiewicz J., Doboszyńska B.: Zanieczyszczenie azotanami wody do picia na terenie województwa bydgoskiego. *Roczn. PZH*, 1999, **XLIII**, 3-4, 259-265.
- [21] Śmiechowska M., Dmowski P.: Selected quality parameters of tea imported to Poland. *Proc. 13 Sympozjum IGWT, Commodity Science in Global Quality Perspective, Maribor - Słowenia*, 2001, s. 769-773.
- [22] Śmiechowska M., Przybyłowski P.: Oznaczanie azotanów (V) i (III) metodą Griessa w żywności – uwagi metodyczne. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2000, **XXXIII**, 1, 67-71.
- [23] Smoroń S.: Jakość wód w studniach w Kotlinie Nowotarskiej. *Aura*, 1996, **1**, 8-9.
- [24] Vittozzi L.: Toxicology of nitrates and nitrites. *Food Contam.*, 1992, **9**, 579-585.
- [25] Weisburger J.H.: Tea and health: a historical perspective. *Cancer Letters*, 1997, **114**, 315-317.

THE DETERMINATION OF NITRATES (V) AND (III) AND TANNINS CONTENT IN BLACK TEA IMPORTED TO POLAND

Summary

Tea is one of the most popular beverages in the world. Annual consumption of tea in Poland reaches about 0,9 kg/person. During the brewing process, many compounds are transferred to the brew. Tannins (bioactive components) are highly desirable in drinking tea, whereas nitrates(V) and (III) are unwanted in the brew. The research was limited to teas imported to Poland from China, Malawi, Papua New Guinea, Indonesia and Sri Lanka. The content of tannins in tea varied from 0,04 to 3,82 g/100g. The determined content of nitrates(V) ranged from 5,70 to 64,38 mg NaNO₃/kg and of nitrates(III) from 0,00 to 13,50 mg NaNO₂/kg. Teas imported to Poland are used primarily for the preparation of mixed teas. The results of this paper may be of use to firms involved in the preparation and distribution of consumer products, in order to achieve improved smell and taste of their mixes.

Key words: tea, nitrites, nitrates, tannins, water extract. ☒