

*Maria Czernicka, Grzegorz Zaguła, Marcin Bajcar,
Bogdan Saletnik, Czesław Puchalski*

OKREŚLENIE WARTOŚCI ZDROWOTNEJ SUSZU I NAPARÓW WYSOKOGATUNKOWYCH HERBAT CZARNYCH POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH REJONÓW UPRAW

Katedra Technologii Bioenergetycznych
Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik: dr hab. inż. prof. UR Cz. Puchalski

Różnorodność herbat dostępnych na rynku dotyczy nie tylko smaku, aromatu, barwy, rodzaju dodatków czy kraju pochodzenia, ale przede wszystkim składu chemicznego i zawartości składników bioaktywnych. Ze względu na to, że herbaty czarne należą do grupy najpopularniejszych naparów herbacianych spożywanych bez ograniczeń przez konsumentów z każdej grupy wiekowej, analiza substancji bioaktywnych oraz składu mineralnego jest szczególnie istotna zwłaszcza w przypadku produktów importowanych. Celem pracy było określenie wartości zdrowotnej suszu i naparów herbat czarnych w zależności od rejonu uprawy oraz ich gatunku. Oceny wartości naparów herbat dokonano na podstawie analizy składu chemicznego suszu oraz zawartości pierwiastków i kofeiny w naparach. Badania wykazały istotne różnicowanie parametrów oznaczonych w herbatach w zależności od ich pochodzenia.

Słowa kluczowe: herbata czarna, kofeina, składniki mineralne, HPLC, ICP-OES.
Key words: black tea, caffeine, micronutrients, HPLC, ICP-OES.

Herbata ze względu na swoje walory smakowe i aromatyczne jest podstawowym, tuż po wodzie, napojem spożywanym przez mieszkańców Ziemi (1). Dominującymi producentami i konsumentami herbaty zielonej, której produkcja stanowi ok. 20% produkcji światowej, są Chiny, Japonia i Tajlandia, natomiast czarne herbaty, stanowiące 75% produkcji w skali świata, spożywane są najczęściej przez mieszkańców Europy i Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, a produkowane głównie w Indiach, Sri Lance, i krajach Afryki Centralnej (2). W Polsce najpopularniejsze są herbaty czarne, jednak jak wynika z najnowszego raportu (3) ze względu na swoje walory smakowe i prozdrowotne coraz częściej kupowane są także herbaty zielone oraz herbaty z dodatkiem płatków kwiatów, ziół, korzeni, suszonych owoców lub aromatów owocowych.

Czarna herbata otrzymywana jest poprzez enzymatyczną fermentację polifenoli katechinowych zawartych w liściach a proces produkcji prowadzony jest wieloetapowo w ściśle określonych warunkach. Utlenianie katechin prowadzi do powstania głównych pigmentów teaflawiny i tearubiginy, które nadają naparom herbacianym charakterystyczną pomarańczowo-bursztynową barwę (1).

Różnorodność herbat dostępnych na rynku dotyczy nie tylko smaku, aromatu, barwy, rodzaju dodatków czy kraju pochodzenia, ale przede wszystkim składu chemicznego i zawartości składników bioaktywnych (4). Stężenie substancji bioaktywnych i wartość odżywcza naparów herbat bezpośrednio zależą od rodzaju herbaty, sposobu i czasu parzenia, rozdrobnienia liści, temperatury wody użytej do parzenia, jak również procesów i warunków panujących podczas obróbki technologicznej liści (5, 6).

Nowoczesne techniki analityczne absorpcji emisyjnej i chromatografii pozwalają w sposób precyzyjny potwierdzić autentyczności herbaty i lokalizacji rejonu uprawy na podstawie oznaczenia zawartości poszczególnych pierwiastków w produkcie i porównanie z odpowiednimi widmami wzorcowymi, typowymi dla danych pierwiastków. Wybrane herbaty pochodzące ze znanego rejonu upraw mają determinowaną składem gleby zawartość poszczególnych składników mineralnych (4).

Dotychczasowe analizy herbat bez względu na ich pochodzenie prowadzone były zasadniczo w kierunkach determinowanych hipotezami dotyczącymi zawartości składników odżywczych i oceny ewentualnych zagrożeń związanych z nadmierną konsumpcją. Monitoring rynku w zakresie różnorodności produktowej oraz szczegółowa charakterystyka fizykochemiczna przy zastosowaniu nowoczesnych technik badawczych o szerokim spektrum analitycznym i wysokiej czułości daje pewność bezpieczeństwa konsumenckiego i zapewnienia wysokich standardów jakościowych żywności. Ze względu na to, że herbaty czarne należą do grupy najpopularniejszych naparów herbacianych spożywanych bez ograniczeń przez konsumentów z każdej grupy wiekowej, analiza substancji bioaktywnych oraz składu mineralnego jest szczególnie istotna zwłaszcza w przypadku produktów importowanych. Wysoka częstotliwość podejmowania badań suszu oraz naparów herbat wynika z faktu, iż herbata będąca dla większości krajów produktem obcego pochodzenia, stanowi potencjalne źródło zakażeń lub koncentracji szkodliwych substancji, które trafić mogą do produktu nawet podczas transportu, przechowywania czy nieodpowiednich warunków dystrybucji. Ponadto, cechy klimatu i warunków glebowych plantacji zlokalizowanych w różnych rejonach świata kształtują oryginalny, typowy dla danego regionu skład mineralny oraz nadają im charakterystyczne walory smakowe, które dodatkowo wpływają na preferencje konsumenckie.

Celem pracy było zbadanie wartości zdrowotnej suszu i naparów herbat czarnych w zależności od rejonu uprawy oraz ich gatunku.

MATERIAŁY I METODY

Materiałem badanym było 15 herbat czarnych różnego pochodzenia, importowanych do Polski i zakupionych w sklepie internetowym. Przedmiotem badań był zarówno susz herbaciany, jak i wodne napary sporządzone w jednakowych warunkach. Skład chemiczny suszu herbacianego (zawartość wody, popiołu, związków lotnych i białka) badano za pomocą aparatu firmy LECO – TGA701 oraz LECO moduł CHN. W tym celu próbki herbat po homogenizacji w młynku laboratoryjnym firmy IKA typ A 11 Basic Analytical Mill przygotowano do badań termogravimetrycznych zgodnie z normą (7). W celu oznaczenia zawartości wody naważki materiału

badanego o masie 2 g umieszczone w tyglach pomiarowych, poddawano suszeniu w trybie ciągłym w temp. 103°C do momentu osiągnięcia stałej masy (różnica mas podczas kolejnych wagań wynosiła poniżej 0,05%).

Oznaczenie zawartości substancji lotnych w suszu herbacianym wykonano na podstawie normy (8) umieszczając naważki materiału badanego w zakrytych tyglach pomiarowych i spalano w temp. 950°C w czasie 20 min od momentu osiągnięcia temperatury krytycznej.

Oznaczenie zawartości popiołu wykonano na podstawie analizy różnicy w masie naważki po spalaniu w temp. 550°C w atmosferze azotu do początkowej masy materiału (ok. 2 g) (9). Zawartość związków lotnych w suszu herbacianym oznaczano spalając naważki materiału badanego umieszczone w tyglach pomiarowych z przykrywami w temp. 950°C w czasie 20 min od momentu osiągnięcia temperatury krytycznej (7).

Oznaczenie zawartości azotu w zhomogenizowanym suszu herbacianym wykonano za pomocą analizatora elementarnego TrueSpec Leco CHNS zgodnie z normą (10), a zawartość białka ogółem obliczono stosując odpowiedni mnożnik (6,25). Wszystkie analizy wykonano w trzykrotnym powtórzeniu.

Napary herbat przygotowywano w kolbach stożkowych. Próbki o masie 2 g zalewano wodą dejonizowaną w ilości 100 cm³ o temp. 100 °C. Czas parzenia pod przykryciem wynosił 5 min. Po tym czasie napary sączono przez sączek bibułowy i pozostawiano do ostygnięcia. Przed analizą próbki filtrowano przez filtry nasadkowe MCE i rozcieńczano 100-krotnie w przypadku analiz zawartości kofeiny.

Do analiz zawartości kofeiny w naparach użytych w badaniu herbat wykorzystano wysokosprawną chromatograf cieczowy firmy Sykam, składający się z tacy na odczynniki sprzężonej z próżniowym odgazowywaczem fazy i zintegrowanym systemem pomp Sykam HPLC Pomp System S1132, termostatu kolumnowego Sykam S4120 i detektora Sykam UV/Vis S3210. Do rozdzielania chromatograficznego użyto kolumny chromatograficznej Cosmosil 5C18-MS-II 4,6ID × 250 mm wraz z prekolumną Security Guard ze złożem C18.

Ustalono optymalne parametry analizy chromatograficznej. Przepływ izokratyczny; skład fazy ruchomej: woda:metanol 70:30 (v/v), prędkość przepływu fazy ruchomej: 0,6 cm³/min; objętość nastrzyku: 20 µl; temp. wewnątrz termostatu kolumnowego: 25°C, czas analizy 25 min. Praca zestawu chromatograficznego i obróbka uzyskanych danych skoordynowane były przez oprogramowanie Clarity.

Do oznaczeń zastosowano odczynniki czystości analitycznej, metanol firmy J.T. Baker Malinckrodt Baker B.V. Holland przeznaczone do chromatografii cieczowej jak również wodę dejonizowaną uzyskaną z dejonizatora firmy Hydrolab Polska model HLP 5P.

Kofeinę bezwodną (Caffeine Reference Standard) firmy Sigma Aldrich rozpuszczano w celu sporządzenia wzorcowego roztworu o stężeniu (1 g/dm³) i przechowywano w temp. 4°C. Roztwór ten był podstawą do sporządzenia roboczych roztworów wzorcowych (2, 4, 6, 8, 10 µg/cm³). Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona nastrzykami wzorca kofeiny. Określono liniowość odpowiedzi detektora na zadane stężenia roztworów wzorcowych przy długości fali UV1 271 nm i UV2 201 nm. Średni odzysk dla naparów herbat wynosił 96,6%. Precyzję opisaną metody

analitycznej potwierdzano poprzez trzykrotne powtórzenia nastrzyku wzorców i każdej z próbek.

Analizę zawartości składników mineralnych w naparach herbat wykonano techniką atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukowanej z wykorzystaniem wielopierwiastkowego analizatora ICP-OES iCAP Dual 6500 firmy Thermo Scientific™ (USA). Napary herbat rozcieńczano 4-krotnie bezpośrednio przed analizą, próbę ślepą stanowiła woda demineralizowana użyta do sporządzania naparów. Wyniki pomiarów analizowano w oparciu o krzywe wzorcowe wykreślone dla każdego z pierwiastków na podstawie trzystopniowej skali roztworów wzorcowych firmy Thermo Scientific™. Współczynnik korelacji dla każdej krzywej mieścił się w przedziale powyżej 0,99. Średni odzysk dla naparów herbat wynosił 96–98%. Precyzję metody analitycznej i stabilność układu kontrolowano poprzez trzykrotne powtórzenia pomiaru roztworu substancji wzorcowej dla wybranych pierwiastków o znanym stężeniu po 9 pomiarach próbek herbat. Wszystkie części doświadczenia wykonano w trzech niezależnych powtórzeniach. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą oprogramowania Statistica ver 10.0. Wykonano jednoczynnikową analizę wariancji a istotność różnic pomiędzy średnimi oszacowano testem Duncana. Zależności poszczególnych składników w analizowanym materiale oszacowano na podstawie współczynnika korelacji Pearsona.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Analiza substancji o znaczeniu fizjologicznym, do których zalicza się m. in. kofeinę – alkaloid purynowy w herbatkach pozwala określić ich dietetyczne przeznaczenie np. usprawniające procesy metaboliczne oraz zdrowotność wynikającą z wartościowego składu mineralnego. Określenie składu mineralnego pozwala także dokonać wstępnej oceny naparów herbat jako potencjalnego źródła pierwiastków toksycznych. W tab. I przedstawiono średnie wartości analizy składu chemicznego w suszu oraz w naparach herbat czarnych różnego pochodzenia. Natomiast tab. II przedstawia średnie zawartości składników mineralnych w naparach herbat czarnych.

Wartości średnie wybranych parametrów opisujących analizowane produkty wskazują na szeroką różnorodność w obrębie wybranych gatunków herbat niezależnie od rejonu plantacji. Na podstawie danych uzyskanych od dystrybutora herbat, analizowane produkty zostały wybrane wg przynależności do rejonu uprawy. W ostatniej grupie znalazły się produkty, których pochodzenie określono jako azjatyckie czyli herbata gruzińska, irańska i wietnamska. Cechą łączącą kraje, z których pochodzą herbaty z tej grupy uznać można klimat zwrotnikowy i podzwrotnikowy, wilgotny wzbogacony w górskie powietrze oraz roślinność, a także dostęp do morza i jezior. Te specyficzne warunki klimatyczne i położenie geograficzne są czynnikami, które poza obróbką technologiczną, kształtują charakterystyczne walory smakowe naparów herbacianych oraz profil ich związków bioaktywnych.

Porównując wartości średnie oznaczonych parametrów składu podstawowego stwierdzono największą zawartość białka w herbatkach chińskich i indyjskich średnio na poziomie 20,4%. Natomiast najniższą zawartością białka na poziomie 15,2% wyróżniały się herbaty pochodzące ze Sri Lanki oraz inne azjatyckie. Analiza

statystyczna potwierdziła wysoko istotne różnice pomiędzy zawartością białka w herbatach z Chin i Sri Lanki natomiast w przypadku pozostałych grup istotność różnic była na poziomie $p \leq 0,05$. Według danych statystycznych te dwa kraje stanowią główne źródło importu suszu herbacianego oraz surowca w postaci świeżej, który w warunkach krajowych ulega odpowiednim procesom przetwórczym (3). Z danych literaturowych wynika, że zawartość białka w herbatach czarnych mieści się w przedziale od 14 do 35% (10), co jest zgodne z otrzymanymi wynikami.

Tabela 1. Skład chemiczny suszu oraz zawartości kofeiny w naparach herbat czarnych (wartości średnie \pm SD)
Table 1. Chemical composition of dry leaves and caffeine content in black tea infusions (mean \pm SD)

Kraj	Nazwa herbaty	Białko %	Woda %	Związki lotne %	Popiół %	Kofeina mg/100 cm ³
Nepal	Nepal Maharajah Hill	14,05 \pm 9,38	3,93 \pm 0,04	2,76 \pm 0,58	5,34 \pm 0,02	25,53 \pm 0,10
	Nepal Everest	19,11 \pm 0,55	3,49 \pm 0,11	2,82 \pm 0,46	6,15 \pm 0,11	25,36 \pm 0,53
	Nepal Shangri	16,87 \pm 0,25	3,90 \pm 0,13	2,93 \pm 0,23	5,57 \pm 0,16	26,16 \pm 0,57
	średnia	16,66\pm2,56^a	3,77\pm0,24^{aAcC}	2,84\pm0,09	5,69\pm0,42	25,68\pm0,42
Indie	Darjeeling	18,95 \pm 1,21	5,33 \pm 0,13	2,57 \pm 0,17	5,65 \pm 0,13	21,88 \pm 0,07
	Darjeeling Jungpana	20,18 \pm 0,16	5,34 \pm 0,18	2,93 \pm 0,14	6,10 \pm 0,18	35,64 \pm 0,27
	Darjeeling Castleton SF	20,29 \pm 0,07	5,65 \pm 0,17	2,62 \pm 0,45	4,92 \pm 0,17	34,24 \pm 0,19
	średnia	19,81\pm0,74^c	5,44\pm0,18^b	2,71\pm0,14^a	5,56\pm0,59	30,45\pm7,31
Chiny	Yunnan Special	22,13 \pm 1,91	5,10 \pm 0,05	2,87 \pm 0,99	5,18 \pm 0,14	33,64 \pm 0,65
	Assam Dagapur SL	16,88 \pm 1,51	6,32 \pm 0,15	2,70 \pm 0,18	5,47 \pm 0,07	31,50 \pm 0,39
	Keemun OP	23,90 \pm 0,74	6,33 \pm 0,18	2,59 \pm 0,15	5,33 \pm 0,11	37,69 \pm 0,68
	średnia	20,97\pm3,65^{bAe}	5,91\pm1,11^B	2,72\pm0,14^c	5,33\pm0,14	34,27\pm2,70
Sri Lanka	English Breakfast	15,46 \pm 0,46	6,85 \pm 0,07	2,71 \pm 0,97	5,69 \pm 0,16	24,95 \pm 0,44
	Black Ceylon	14,39 \pm 0,09	4,38 \pm 0,07	3,01 \pm 0,02	5,64 \pm 0,09	34,35 \pm 0,49
	Ceylon Kenilworth	14,07 \pm 0,11	5,43 \pm 0,03	2,89 \pm 0,07	5,21 \pm 0,05	31,88 \pm 0,14
	średnia	14,64\pm0,72^{dB}	5,55\pm1,19^d	2,87\pm0,15	5,51\pm0,25	30,40\pm4,93
Inne azjatyckie	Iran Lahidzan TGFOP	16,86 \pm 1,41	5,69 \pm 0,09	3,01 \pm 0,14	5,78 \pm 0,22	28,53 \pm 1,69
	Mieszanka Gruzjińska II	16,86 \pm 1,41	6,87 \pm 0,05	3,05 \pm 0,08	5,78 \pm 0,22	33,53 \pm 1,15
	Black Wietnam	13,36 \pm 0,64	6,55 \pm 0,12	2,95 \pm 0,11	6,13 \pm 0,62	29,70 \pm 0,44
	średnia	15,69\pm2,02^f	6,37\pm0,61^D	3,00\pm0,05^{bd}	5,89\pm0,20	30,92\pm3,18

Statystycznie istotne różnice między średnimi (^{A-D} dla $p \leq 0,01$; ^{a-f} dla $p \leq 0,05$), oznaczone różnymi literami w kolumnie

Przeciętna zawartość wody w suszu herbacianym mieściła się w przedziale od 3,77 do 6,37% i była istotnie różna w zależności od pochodzenia herbaty. Wszystkie produkty w tym zakresie spełniały wymagania polskiej normy (7), zgodnie z którą zawartość wody nie powinna przekraczać 8%. Natomiast z danych literaturowych (10) wynika, że zawartość wody w herbatach może wahać się w zakresie od 4 do 18%, w którym mieszczą się również wyniki otrzymane w niniejszej pracy.

Najmniej selektywnym parametrem okazała się zawartość związków lotnych i popiołu w analizowanych produktach. Na podstawie analizy statystycznej wykazano istotne różnice w zawartości związków lotnych w przypadku herbat z Indii, Chin i Innych azjatyckich. W naparach herbat z grupy Inne azjatyckie, zawartość wybranych, esencjonalnych dla zdrowia człowieka minerałów była prawie o połowę niższa niż w przypadku naparów herbat z Nepalu. Czarne herbaty pochodzące z Nepalu, Indii i Chin zawierały podobną ilość lotnych związków w przedziale od 2,67 do 2,93%. Natomiast w herbatach Black Ceylon, Iran Lahidżan TGPOP i Mieszanka Gruzjińska II zawartość substancji lotnych przekroczyła 3,0%. Zawartość substancji lotnych na tym poziomie może sugerować bogaty bukiet aromatów zawartych w tych produktach. Herbata Gruzjińska, poza wysoką zawartością substancji lotnych, wyróżniała się także najwyższą zawartością kofeiny, co może wskazywać na wyjątkowo intensywny smak i bogactwo aromatu a także silne właściwości pobudzające. W przypadku analizy składników mineralnych wyrażonych jako zawartość popiołu ogółem w obrębie grupy analizowanych produktów otrzymano bardzo zbliżone wyniki. Najwyższą zawartość popiołu odznaczały się herbaty należące do grupy Innych azjatyckich średnio na poziomie 5,89%, a także herbaty pochodzące z Nepalu na poziomie 5,69%, jednakże oznaczony w szczegółowej analizie wielopierwiastkowej skład mineralny wykazał znaczne różnice w zawartości poszczególnych pierwiastków w przypadku tych dwóch grup herbat.

Pobudzający wpływ na organizm ludzki jest charakterystyczną właściwością herbaty czarnej co zawdzięcza się obecności w nich metyloksantyn a zwłaszcza kofeiny. Ze względu na wysoką popularność i częstotliwość spożywania w codziennej diecie (92% osób dorosłych deklaruje codzienne spożywanie tego napoju) herbata zajmuje pierwsze miejsce wśród napojów zawierający naturalną kofeinę (4). Kofeina jest alkaloidem należącym do metyloksantyn występującym w liściach, nasionach lub w owocach ponad 63 gatunków roślin na całym świecie (11). Jest ona także składnikiem kawy (254–854 mg/dm³), napojów energetycznych (170–324 mg/dm³), czekolady i wyrobów czekoladowych (20–66 mg/100 g) oraz wyrobów farmaceutycznych i suplementów diety (12). Wśród analizowanych grup herbat czarnych, napary herbat chińskich odznaczały się najwyższą zawartością kofeiny średnio na poziomie 34,27 mg/100 cm³, zaś najniższą napary herbat pochodzących z Nepalu – średnio 25,68 mg/100 cm³, ale różnica ta nie była istotna statystycznie. Pozostałe herbaty zawierały kofeinę w naparach średnio na poziomie 30 mg/100 cm³.

Pierwiastkiem o niekorzystnych właściwościach wchodzącym w skład naparów herbat jest Al (tab. II), którego największą ilość stwierdzono w herbacie *Darjeeling Castleton SF* na poziomie 1,29 mg/100 cm³. Jednakże herbata ta zawierała bardzo korzystny profil innych składników mineralnych zwłaszcza wysoką zawartość P, Ca, K, Mg i Mn co zdaniem dystrybutora tej herbaty wynika z wyjątkowej górskiej lokalizacji plantacji oraz szczególnej pielęgnacji krzewów podczas wzrostu. Natomiast

Table II. Zawartość składników mineralnych w naparach herbat czarnych w zależności od pochodzenia i gatunku (mg/100 cm³, wartości średnie ± SD)

Table II. Contents of different minerals in black tea infusions depending on tea origin and grade (mg/100 cm³, mean ± SD)

Kraj	Nazwa herbaty	P	Ca	K	Na	Mg	Zn	Mn	Al
Nepal	Nepal Maharajah Hill	5,04±0,04	0,27±0,01	35,02±0,65	0,28±0,01	2,30±0,01	0,04±0,00	0,25±0,02	0,41±0,01
	Nepal Everest	4,35±0,01	0,34±0,01	30,86±0,60	0,25±0,00	2,38±0,01	0,03±0,00	0,42±0,00	0,48±0,06
	Nepal Shangri	5,10±0,06	0,35±0,02	33,36±0,46	0,29±0,02	2,60±0,11	0,40±0,01	0,38±0,12	0,50±0,01
	średnia	4,83±0,42	0,32±0,04	33,08±2,01	0,27±0,02	2,43±0,16	0,16±0,21	0,35±0,10	0,46±0,05
Indie	Darjeeling	4,52±0,00	0,45±0,02	31,21±0,90	0,07±0,00	2,57±0,19	0,21±0,01	0,30±0,01	0,40±0,01
	Darjeeling Jungpana	0,13±0,05	0,01±0,02	11,27±0,45	0,00±0,00	0,07±0,11	0,01±0,00	0,01±0,02	0,02±0,02
	Darjeeling Castleton SF	7,81±0,01	0,82±0,01	37,80±0,60	0,17±0,01	2,65±0,04	0,06±0,00	0,35±0,03	1,29±0,00
	średnia	4,02±3,85	0,33±0,41	26,84±10,10	0,17±0,09	1,89±1,47	0,14±0,10	0,27±0,18	0,45±0,65
Chiny	Yunnan Special	1,65±0,00	0,22±0,02	8,05±0,90	0,05±0,00	0,61±0,19	0,02±0,01	0,06±0,01	0,03±0,01
	Assam Dagapur SL	1,26±0,02	0,21±0,00	11,11±0,06	0,01±0,00	0,54±0,06	0,02±0,00	0,18±0,01	0,15±0,01
	Keemun OP	1,34±0,02	0,18±0,00	11,61±0,27	0,00±0,00	0,56±0,05	0,02±0,01	0,19±0,00	0,12±0,02
	średnia	1,42±0,21	0,20±0,02	10,26±1,93	0,02±0,01	0,57±0,04	0,02±0,00	0,14±0,07	0,10±0,06
Sri Lanka	English Breakfast	1,62±0,01	0,22±0,00	12,44±0,04	0,02±0,00	0,62±0,01	0,02±0,00	0,14±0,04	0,14±0,01
	Black Ceylon	0,70±0,00	0,13±0,00	9,13±0,31	0,00±0,00	0,56±0,01	0,01±0,00	0,15±0,00	0,21±0,00
	Ceylon Kenilworth	1,10±0,01	0,16±0,02	10,16±0,18	0,01±0,00	0,51±0,02	0,03±0,01	0,16±0,01	0,22±0,02
	średnia	0,91±0,46	0,13±0,05	8,41±1,56	0,01±0,01	0,43±0,06	0,02±0,01	0,13±0,01	0,16±0,04
Inne azjatyckie	Iran Lahidzan TGPOP	0,86±0,01	0,24±0,00	7,79±0,22	0,04±0,00	0,76±0,03	0,01±0,00	0,08±0,00	0,29±0,01
	Mieszanka Gruzińska II	1,05±0,05	0,12±0,00	9,37±0,51	0,01±0,00	0,67±0,01	0,01±0,01	0,12±0,00	0,19±0,00
	Black Wietnam	0,85±0,03	0,16±0,02	8,40±0,48	0,01±0,00	0,31±0,01	0,03±0,00	0,13±0,00	0,13±0,01
	średnia	0,92±0,11	0,17±0,06	8,52±0,80	0,02±0,01	0,58±0,24	0,02±0,01	0,11±0,03	0,20±0,08

Ferrara i współpr. (13) zaobserwowali w naparach czarnych herbat pochodzących z Syrii i Rosji wysoką koncentrację magnezu ($2,2 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$) oraz wapnia średnio na poziomie $3,4 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ co w porównaniu z analizowanymi produktami było 10-krotnie większe. Autorzy tych badań zwrócili także uwagę na wysoką zawartość glinu oraz pierwiastków toksycznych takich jak Pb, Cr w naparach czarnej herbaty rosyjskiej. Natomiast w badaniach własnych najniższą zawartością składników mineralnych odznaczały się herbaty pochodzące z Iranu i Wietnamu.

Badania innych autorów wykazały, że podwyższone spożycie glinu może być m.in. przyczyną niedokrwistości i zaburzeń neurologicznych. Przeciętą dawkę pobrania z dietą w przypadku glinu dla dorosłego człowieka wynosi ok. 45 mg (14). Uwzględniając zalecenia z 2006 r. ustanowione przez światowe wspólnoty i organizacje odpowiedzialne za bezpieczeństwo żywnościowe (The Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization Expert Committee on Food Additives) tymczasowe dopuszczalne tygodniowe pobranie dla glinu bez szkody dla zdrowia (PTWI z ang. Provisional Tolerable Weekly Intake), wynosiło $1 \text{ mg}/\text{kg}$ masy ciała, a w 2011 r. na drodze analiz poziomu spożycia glinu wraz z pożywieniem norma ta została dwukrotnie zwiększona (15). W aspekcie powyższych zaleceń dzienna dawka glinu przyjętego wraz z dietą dla człowieka o masie ciała 70 kg nie powinna przekraczać średnio 20 mg. Dane literaturowe wskazują jednak, że nawet zwiększona dawka PTWI dla glinu jest w wielu krajach przekraczana w wyniku konsumpcji produktów zawierających wysoką zawartość tego składnika (15). W odniesieniu do wyników otrzymanych w ramach analizy zawartości glinu w naparach herbat stwierdzić można, że konsumpcja średniej deklarowanej objętości tego napoju, 3 szklanki dziennie (16) w przypadku analizowanych herbat czarnych zawierających najwięcej tego pierwiastka ($0,46 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ herbaty z Nepalu, $0,45 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ herbaty z Indii) dostarcza ok. $3,45 \text{ mg}$ glinu dziennie co stanowi ok. 17% dziennej dopuszczalnej dawki dla człowieka o masie ciała 70 kg. Mając na uwadze, że pozostałe grupy herbat zawierały znacznie mniej analizowanego pierwiastka oraz że należą one do produktów wysokogatunkowych, nie spożywanych jednakowo często przez konsumentów, a także wzrastające preferencje konsumpcji herbat zielonych, analizy należało by rozszerzyć o herbaty innych gatunków powszechnie dostępnych w handlu detalicznym.

Zdaniem *Horie* i *Kohata* (17) krzewy herbaciane mają zdolność kumulacji dużej ilości glinu co może stanowić zagrożenie dla zdrowia. W swoich badaniach dotyczących zawartości anionów i kationów w naparach herbat autorzy ci stwierdzili, iż wodne napary suszu herbacianego zawierają dużo substancji o właściwościach bioaktywnych a zawartość glinu powinna stanowić czynnik limitujący spożycie herbat. Podobnego zdania byli autorzy badań dotyczących zawartości składników mineralnych w liściach i naparach herbat pochodzących z różnych rejonów świata. Wyniki badań tych autorów potwierdziły obecność pierwiastków toksycznych takich jak arsen, kadm, ołów czy chrom a największą zawartość metali ciężkich wykryto w herbatach pochodzących z Tajwanu oraz w niektórych herbatach pochodzących z Turcji i Indii (18). Ponadto, większość analizowanych herbat czarnych analizowanych przez *Shen* i współpr. (18) wyróżniała się zawartością magnezu na poziomie $0,137 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ i niewielką ilością cynku średnio $0,2 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$. Natomiast w przypadku analizowanych herbat pochodzących z Chin, Sri Lanki

i Innych azjatyckich zaobserwowano dwukrotnie niższą zawartość magnezu i 10-krotnie niższą zawartość cynku w porównaniu z wynikami otrzymanymi przez Shen i współpracowników (18).

Uwzględniając najwyższą koncentrację składników mineralnych jaką stwierdzono dla naparów herbat czarnych pochodzących z Nepalu w porównaniu do normy EAR (średniego zalecanego zapotrzebowania w grupie o przedziale wiekowym 30–51 lat), konsumpcja 4 szklanek herbaty czarnej czyli ok. 1 dm³ naparu dziennie może pokryć ok. 20% dziennego zalecanego zapotrzebowania na cynk, ok. 10% zapotrzebowania na fosfor oraz ok. 7% w przypadku zapotrzebowania na potas i magnez. Z uwzględnieniem zalecanych norm spożycia poszczególnych składników mineralnych, herbaty czarne uważa się za cenne źródło cynku, fosforu, potasu i magnezu w codziennej diecie. Natomiast najniższą wartość w pokryciu zapotrzebowania mineralnego w przypadku naparów z herbat czarnych zaobserwowano dla wapnia, średnio na poziomie 0,4% zalecanej normy EAR (19).

Zbadano zależność między zawartością białka w suszu herbacianym oraz kofeiną w naparach a składnikami mineralnymi naparów herbat czarnych pochodzących z różnych rejonów. Współczynniki korelacji przedstawiono w tab. III.

Tab e l a III. Współczynniki korelacji między zawartością białka w suszu herbacianym oraz kofeiną w naparach a składnikami mineralnymi naparów herbat czarnych

Tab l e III. Coefficient of correlation between content of protein in dry leaves & caffeine in the infusions, and minerals in black tea infusions

Kraj	Parametr	P	Ca	K	Na	Mg	Zn	Mn	Al
Nepal	białko	-0,79	0,84	-0,98	-0,67	0,32	0,04	0,97	0,78
	kofeina	0,72	0,42	0,31	0,83	0,89	0,98	0,09	0,51
Indie	białko	-0,01	0,02	-0,21	0,17	-0,41	-0,95	-0,30	0,28
	kofeina	-0,12	-0,10	-0,32	0,06	-0,51	-0,98	-0,41	0,19
Chiny	białko	0,46	-0,50	-0,15	0,09	0,53	0,53	-0,20	-0,50
	kofeina	-0,13	-0,90	0,44	-0,49	-0,04	0,95	0,38	0,08
Sri Lanka	białko	0,78	0,85	0,86	0,73	0,97	-0,22	-0,95	-0,99
	kofeina	-0,98	-0,99	-0,99	-0,97	-0,74	-0,27	0,70	0,93
Inne azjatyckie	białko	0,49	0,23	0,08	0,54	0,99	-0,99	-0,69	0,81
	kofeina	0,97	0,97	0,98	-0,65	0,15	-0,33	0,50	-0,32

W przypadku herbat pochodzących z Nepalu i ze Sri Lanki zaobserwowano ścisłą współzależność między zawartością białka i kofeiny a składnikami mineralnymi. Współczynniki korelacji mieściły się w zakresie od -0,99 do 0,98 z wyjątkiem Zn. W przypadku herbat z Nepalu stwierdzono silną zależność ujemną między P, K, Na a białkiem oraz silną zależność dodatnią między Mn i Al a białkiem, a także umiarkowaną zależność między wszystkimi pierwiastkami z wyjątkiem K i Mn a kofeiną. W przypadku herbat ze Sri Lanki silną współzależność dodatnią stwierdzono między P, Ca, K, Na i Mg a białkiem oraz bardzo wysoką współzależność ujemną między tymi samymi pierwiastkami a kofeiną. W przypadku Mn i Al zaobserwowano praktycznie pełną zależność ujemną dla białka a dodatnią dla kofeiny. Oznacza

to, że zarówno zawartość białka jak również poziom zawartości kofeiny wykazują istotną zależność ze składem mineralnym wybranych herbat.

WNIOSKI

1. Badania wykazały istotne zróżnicowanie parametrów oznaczonych w herbatach w zależności od ich pochodzenia.
2. Wysoką zawartością kofeiny odznaczały się herbaty chińskie.
3. Największą ilość składników mineralnych zawierały herbaty pochodzące z Nepalu.
4. Herbaty azjatyckie (irańska, gruzińska i wietnamska) zawierały najwięcej wody, substancji lotnych i popiołu ogółem, przy czym zawartość składników mineralnych była niższa niż w przypadku pozostałych produktów.

M. Czernicka, G. Zaguła, M. Bajcar, B. Saletnik, Cz. Puchalski

DETERMINATION OF HEALTH VALUE OF DRIED TEA LEAF AND TEA INFUSIONS OF HIGH QUALITY BLACK TEA FROM DIFFERENT CROP REGIONS

Summary

The diversity of tea types available in the market is evidenced not only by differences in the taste, aroma, color, type of additives or country of origin, but mainly the chemical composition and content of bioactive ingredients. Due to the fact that black tea infusions are most popular among all people irrespective of their age, the analysis of bioactive substances and mineral composition is particularly important, especially for imported products. The aim of the study was to compare the dietary value of black tea infusions depending on tea origin and species. Assessment of the value of tea was based on the analysis of the chemical composition of dry tea leaves and also the content of elements and caffeine in tea infusions. Studies have shown significant differences between tea infusions depending on the origin and species of tea. Chinese tea was most valuable in terms of protein and caffeine content, while tea from Nepal was richest in minerals.

PIŚMIENNICTWO

1. *Michalak-Majewska M.*: Analiza jakości wybranych zielonych herbat liściastych bez dodatków i z dodatkiem owocowym. TPJ 2013; 2: 71-80. – 2. *Suteerapataranon S., Butsoongnern J., Punturat P., Jorpalit W., Thanomsilp Ch.*: Caffeine in Chiang Rai tea infusions: Effects of tea variety, type, leaf form, and infusion conditions, Food Chem., 2009; 114 (4): 1335-1338. – 3. <https://www.msp.gov.pl/pl/przekształcenia/serwis-gospodarczy/wiadomosci-gospodarcze/28509,Obraz-polskiego-ryнку-herbaty>. – 4. *Hilal Y., Engelhardt U.*: Characterisation of white tea – Comparison to green and black tea. J. Verbr. Lebensm., 2007; 2(4): 414-421. – 5. *Kłódka D., Bońkowski M., Telesiński A.*: Zawartość wybranych metyloksantyn i związków fenolowych w naparach różnych rodzajów herbat rozdrobnionych (Dust i Fannings) w zależności od czasu parzenia. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008; 1(56): 103-113. – 6. *Muthumani T., Kumar R.S.S.*: Studies on freeze-withering in black tea manufacturing. Food Chem., 2007; 101(1): 103-106. – 7. PN-ISO 1573:1996 Oznaczenie ubytku masy w temperaturze 103°C. – 8. PN-EN 15148:2010(U) Oznaczanie zawartości części lotnych. – 9. *Mader P., Száková J., Miholová D.*: Classical dry ashing of biological and agricultural materials. Part II. Losses of analytes due to their retention in an insoluble residue, Analysis, 1998; 26(3): 121-129. – 10. *Flaczyk E., Górecka D., Korczak J.*: Towaroznawstwo produktów spożywczych. Wyd. AR, Poznań 2006.

11. Waszkiewicz-Robak B.: Porównanie zawartości kofeiny i garbników w herbatach zielonych i czarnych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2002; 29(Supl.): 451-455. – 12. Jarosz M., Wierzejska R., Mojska H., Świdarska K., Siuba M.: Zawartość kofeiny w produktach spożywczych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(3): 776-781. – 13. Ferrara L., Montesano D., Senatore A.: The distribution of minerals and flavonoids in the tea plant (*Camellia sinensis*). *II Farmaco*, 2001; 56(5): 397-401. – 14. Kabata-Pendias A.: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, Wyd. PWN, Warszawa 1999. – 15. Yang M., Jiang L., Huang H., Zeng S., Qiu F., Yu M., Li X., Wei, S.: Dietary exposure to aluminium and health risk assessment in the residents of Shenzhen, China. *PloS one*, 2014; 9(3): e89715. – 16. <http://www.rp.pl/artykul/1013205-Herbata-ulubionym-napojem-Polakow.html#ap-1>. – 17. Horie H., Kohata K.: Analysis of tea components by high-performance liquid chromatography and high-performance capillary electrophoresis. *J Chromatogr. A*, 2000; 881(1): 425-438. – 18. Shen F.M., Chen H.W.: Elements composition of tea leaves and tea infusions and its impact on health. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2008; 80(3): 300-304. – 19. Jarosz M.: *Normy żywienia dla populacji polskiej-nowelizacja*. IŻŻ, Warszawa, 2012; 130-142.

Adres: 35-601 Rzeszów, ul. Zelwerowicza 4