

*Maria Czernicka, Grzegorz Zaguła, Czesław Puchalski,
Tomasz Cebulak¹, Ireneusz Kapusta¹*

OCENA WARTOŚCI ZDROWOTNEJ NAPARÓW WYSOKOGATUNKOWYCH HERBAT LIŚCIASTYCH BIAŁYCH I ZIELONYCH W OPARCIU O ANALIZĘ ZAWARTOŚCI FLUORKÓW, KOFEINY I SKŁADU MINERALNEGO

Zakład Technologii Bioenergetycznych
Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik: dr hab. inż. prof. UR Cz. *Puchalski*

¹ Katedra Technologii i Oceny Jakości Produktów Roślinnych,
Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik: dr hab. *A. Kuczyński* prof. UR

Powszechna konsumpcja herbaty sprawia, że niezbędne jest rozpatrywanie jej spożycia zarówno w aspekcie prozdrowotnym, jak również potencjalnego, negatywnego wpływu na zdrowie konsumenta. Związkami o potwierdzonym szkodliwym działaniu występującymi w herbacie są m.in. metyloksantyny i niektóre składniki mineralne. Celem pracy było określenie zawartości kofeiny, fluorków i wybranych składników mineralnych w naparach wysokogatunkowych herbat białych i zielonych z dodatkami smakowymi i aromatyzowanymi. Na podstawie uzyskanych wyników oszacowano ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem tych herbat w oparciu o dostępne normy.

Słowa kluczowe: kofeina, fluorki, składniki mineralne, herbata, bezpieczeństwo żywności.

Key words: caffeine, fluorides, micronutrients, tea, food safety.

Herbata, ze względu na cenione walory smakowe i właściwości zdrowotne, jest obecnie drugim po wodzie najchętniej spożywanym napojem w Polsce (1). Jak wynika z danych statystycznych ok. 64% Polaków spożywa herbatę dwa razy w ciągu dnia, a 15% społeczeństwa konsumuje herbatę cztery lub więcej razy dziennie, a grupa 21% osób dorosłych deklaruje spożywanie jednej szklanki herbaty w ciągu doby (2).

Do czynników determinujących bezpieczeństwo konsumpcji herbaty można zaliczyć kofeinę, fluorki oraz niektóre składniki mineralne obecne w naparach.

Kofeina (1,3,7-trimetyloksantyna) jest alkaloidem purynowym, którego obecność wykryto w tkankach wielu gatunków roślin m.in. kilkudziesięciu gatunkach roślin nasion kakaowca oraz uzyskiwanych z nich surowców. Najpopularniejszymi źródłami kofeiny w diecie współczesnego człowieka są używki: kawa, herbata, kakao, guarana oraz napoje energetyzujące. Syntetyczną lub naturalną kofeinę znaleźć można także w cukierkach, czekoladach, gumach do żucia oraz różnych suplementach diety.

Oprócz tego, kofeina jest także składnikiem wielu leków przeciwbólowych, preparatów łagodzących objawy grypy i przeziębienia, leków wzmacniających akcję serca, preparatów przeciwmigrenowych oraz zwalczających stany zmęczenia (3, 4).

Tak szerokie zastosowanie kofeiny wiąże się przede wszystkim z jej szerokim działaniem pobudzającym ośrodek oddechowy, naczynio-ruchowy oraz układ nerwowy co jest odczuwalne jako polepszenie koncentracji oraz zmniejszenie uczucia zmęczenia i senności. Ciężkie zatrucia kofeiną są raczej mało prawdopodobne ale regularne przyjmowanie dużych dawek może skutkować bezsennością, rozdrażnieniem, zaburzeniami funkcjonowania układu sercowo-naczyniowego, nerwowego a także przewodu pokarmowego. Moczopędne działanie kofeiny może natomiast przyczyniać się do utraty wapnia i magnezu z organizmu (5).

Obecność składników mineralnych w żywności poza składnikami toksycznymi oceniana jest zazwyczaj w aspekcie korzystnym dla zdrowia ludzkiego. Pierwiastkami budzącymi najczęściej kontrowersji w ostatnich latach jest niewątpliwie fluor i glin, których obecność potwierdzono także w popularnych naparach herbacianych. Mimo, iż fluor uznany jest jako jeden z kluczowych minerałów o pozytywnym wpływie na układ kostny, szklivi i zębiny oraz na gospodarkę wapniem i fosforem w organizmie, w ostatnim czasie coraz częściej zwraca się również uwagę na negatywne działanie dużych ilości fluorków na organizm człowieka. Nadmiar fluorków w diecie może prowadzić do tzw. fluorozy, objawiającej się początkowo charakterystycznymi zmianami w strukturze zębów i kości, a w końcowej fazie fluorozą prowadzi do uszkodzenia wątroby, nerek, zaburzeń widzenia a nawet nieprawidłowej koordynacji ruchowej. Przyjmowane w dużych ilościach fluorki negatywnie oddziałują na układ nerwowy, immunologiczny, a u dzieci powodować mogą stałe zmęczenie, obniżony współczynnik inteligencji, ospałość, depresję (6, 7). Drugim kontrowersyjnym pierwiastkiem jest glin, który na ogół nie wykazuje zagrożenia dla organizmów żywych. Jednakże w specyficznych warunkach środowiska np. kwaśne pH może wykazywać wysoką toksyczność, która z kolei może prowadzić do rozwoju licznych patologii zdrowotnych, jak chociażby choroba Alzheimera. Fluorki i glin mogą się pojawiać w środowisku na skutek działalności człowieka, gazowych i pyłowych zanieczyszczeń atmosferycznych, a także działalności hut aluminium, przemysłu chemicznego, szklarskiego i emalierskiego (8). Zarówno fluor, jak i glin obecne w glebie i wodach podziemnych są akumulowane przez większość roślin, a typowym przykładem są liście herbaty, które im starsze tym więcej zawierają zakumulowanych substancji szkodliwych.

Celem pracy było określenie zawartości kofeiny, fluorków i wybranych składników mineralnych w wysokogatunkowych herbatach białych i zielonych. Na podstawie uzyskanych wyników oszacowano ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem tych herbat w oparciu o dostępne normy.

MATERIAŁY I METODY

Analizie poddano 13 produktów należących do dwóch rodzajów herbat. Napary herbat przygotowywano w kolbach stożkowych. Próbkę o masie 1 g zalewano wodą w ilości 100 cm³ o temp. 100°C. Czas parzenia pod przykryciem wynosił 5 min. Po tym czasie napary sączono przez sączek bibułowy do kolb miarowych i pozostawiano

do ostygnięcia. Zakres analiz obejmował badania zawartość kofeiny i wybranych składników mineralnych, takich jak: P, K, Mg, Ca, Al w przyrządzonych naparach herbat białych i zielonych. Do oznaczeń zastosowano odczynniki czystości analitycznej, metanol firmy J.T. Baker Malinkrodt Baker B.V. Holland przeznaczone do chromatografii cieczowej jak również wodę dejonizowaną uzyskaną z dejonizatora firmy Hydrolab Polska model HLP 5P.

Oznaczanie zawartości kofeiny

Przed analizą zawartości kofeiny przyrządzone napary herbat filtrowano przez filtry nasadkowe MCE o średnicy porów 0,45 μm i rozcieńczano 100-krotnie.

Do analiz zastosowano wysokosprawny chromatograf cieczowy firmy YoungLin, składający się z pompy początkowej z mieszaniem eluentu po stronie niskiego ciśnienia YL9110, tacy na odczynniki sprężonej z próżniowym odgazowywaczem fazy YL9101, termostatu kolumnowego YL9131 i detektora UV/Vis YL9120. Do rozdzielania chromatograficznego użyto kolumny chromatograficznej Cosmosil 5C18-MS-II 4,6ID \times 250 mm wraz z prekolumną SecurityGuard 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 cm^3/min ; objętość nastrzyku: 20 μl ; temp. wewnątrz termostatu kolumnowego: 25°C, czas analizy 25 min. Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona nastrzykami wzorca kofeiny. Kofeinę bezwodną (Caffeine Reference Standard) firmy Sigma Aldrich rozpuszczano w celu sporządzenia wzorcowego roztworu o stężeniu (1 g/dm^3) i przechowywano w temp. 4°C. Roztwór ten był podstawą do sporządzenia roboczych roztworów wzorcowych (2, 4, 6, 8, 10 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$). Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona nastrzykami wzorca kofeiny. Określono liniowość odpowiedzi detektora na zadane stężenia roztworów wzorcowych w zakresie od 2,0 do 10 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ przy długości fali UV1 271 nm i UV2 201 nm. Uzyskano krzywą kalibracyjną o współczynniku korelacji (R^2) wynoszącym 0,999. Oszacowano średni odzysk, wynoszący dla herbat białych 96,9%, a dla herbat zielonych 97,4%.

Oznaczanie zawartości fluorków

Ocenę zawartości anionów nieorganicznych w naparach herbat prowadzono w oparciu o opublikowaną uprzednio metodykę (9). Analizę chromatograficzną poprzedzało przesączenie naparu przez filtr nasadkowy MCE o średnicy porów 0,45 μm . Do analizy zawartości fluorków w herbatach stosowano chromatograf jonowy Dionex ICS 1000, sterowany przez program Chromeleon w wersji 6.8.

Precyzję chromatograficznych metod analizy zawartości kofeiny i fluorków potwierdzano poprzez trzykrotne powtórzenia nastrzyku wzorców i każdej z próbek. Stabilność układu chromatograficznego kontrolowana była w pięciogodzinnych odstępach poprzez nastrzyki roztworu kofeiny o znanym stężeniu.

Oznaczanie zawartości składników mineralnych

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 potwierdzano poprzez trzykrotne powtórzenia pomiaru wzorca każdej z próbek. Stabilność układu kontrolowana była w poprzez pomiary roztworów wzorcowych 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.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Podczas oznaczania zawartość składników rozpuszczalnych w wodzie niezależnie od rodzaju produktu efektywność oznaczeń determinowana jest warunkami ekstrakcji. W przypadku sporządzania naparów herbacianych warunki ekstrakcji, tj. temperatura użytej wody, czas parzenia czy też intensywność mieszania są czynnikami wpływającymi bezpośrednio na intensywność smaku i aromatu przygotowanych naparów a także ich pobudzające właściwości za które m. in. odpowiada zawartość kofeiny.

W tab. I przedstawiono średnie wyniki analizy zawartości kofeiny, fluorków i wybranych składników mineralnych w naparach poszczególnych herbat białych, a w tab. II przedstawiono średnie wartości tych samych parametrów oznaczonych kolejno w naparach wybranych herbat zielonych.

Najwyższe stężenia kofeiny w obrębie badanych naparów zaobserwowano w przypadku herbat białych (tab. I), w których zawartość tego alkaloidu mieściła się w szerokim przedziale od 121,3 do 349,9 mg/dm³. Najniższą zawartością kofeiny odznaczała się herbata biała o nazwie Paklum, która wyróżniona została również przez dystrybutora herbat jako najbardziej wartościowy i najdelikatniejszy produkt o wyjątkowym smaku. Jest to jedna z najdroższych herbat, której zbiór odbywa się ręcznie, a zrywane są tylko pierwsze, najmłodsze listki i pączki (10). Produkt ten zasługuje na uwagę również ze względu na bogaty skład mineralny. Niestety zawiera także znaczne ilości glinu. Zawartość fluorków w herbatach białych również mieściła się w szerokim zakresie wartości 12,0–22,8 mg/dm³, a najwięcej fluorków oznaczono w herbacie o nazwie Pai Mu Tan Rose, która dodatkowo prezentowała najniższe stężenie glinu spośród grupy herbat białych. Duże zróżnicowanie wartości oznaczanych parametrów nie pozwala jednoznacznie scharakteryzować napary z herbat białych, gdyż niemal każdy produkt reprezentuje inny zakres stężeń badanych substancji. Zróżnicowanie to może także wynikać ze specyfiki produktowej, gdyż w składzie niemal każdej z herbat znajdowały się dodatki suszu kwiatów i owoców. Druga grupa produktów- herbaty zielone, wśród których również dominowały dodatki w postaci suszu owocowego i kwiatowego, odznaczały się nieco węższym zakresem stężeń

Tabela I. Zawartość kofeiny, fluororków i składników mineralnych w herbatach białych (wartości średnie \pm SD)
 Table I. Content of caffeine, fluorides and minerals in white teas (mean \pm SD)

| Nazwa herbaty | Kofeina* (mg/dm ³) | Kofeina* (mg/250 cm ³) | Fluorki** (mg/dm ³) | Fluorki** (mg/250 cm ³) | Zawartość (mg/dm ³) | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | Fosfor | Potas | Magnez | Wapń | Glin |
| Yin Zhen Hunan | 320,7 \pm 0,74 | 80,17 | 11,9 \pm 0,18 | 2,91 | 9,61 \pm 0,00 | 73,12 \pm 0,28 | 5,70 \pm 0,01 | 6,22\pm0,00 | 0,31 \pm 0,00 |
| Malawi White Peony | 316,5 \pm 0,69 | 79,12 | 14,0 \pm 0,11 | 4,32 | 16,32 \pm 0,00 | 82,01 \pm 0,01 | 4,12 \pm 0,01 | 5,91 \pm 0,00 | 1,11\pm0,01 |
| Pai Mu Tan Supergrade | 349,9\pm0,78 | 87,41 | 15,1 \pm 0,20 | 3,81 | 9,83 \pm 0,01 | 57,31 \pm 0,24 | 5,74 \pm 0,01 | 3,82 \pm 0,00 | 0,31 \pm 0,00 |
| Pai Mu Tan | 335,1 \pm 0,23 | 83,72 | 15,5 \pm 0,11 | 3,83 | 10,32 \pm 0,01 | 87,34 \pm 0,19 | 6,91 \pm 0,01 | 3,86 \pm 0,01 | 0,50 \pm 0,00 |
| Pai Mu Tan Rose | 333,3 \pm 1,80 | 83,32 | 22,8\pm0,12 | 5,71 | 10,41 \pm 0,00 | 100,11\pm0,23 | 8,42\pm0,05 | 3,73 \pm 0,01 | 0,14\pm0,02 |
| Bai Hao Yin Zhen | 291,6 \pm 0,61 | 72,94 | 12,0 \pm 0,09 | 3,01 | 4,53\pm0,00 | 46,22\pm0,42 | 2,83 \pm 0,01 | 4,72 \pm 0,00 | 0,60 \pm 0,00 |
| Mao Feng | 290,5 \pm 1,19 | 72,62 | 17,7 \pm 0,17 | 4,42 | 11,30 \pm 0,00 | 82,02 \pm 0,01 | 5,13 \pm 0,01 | 4,91 \pm 0,00 | 0,81 \pm 0,00 |
| Paklum | 121,3\pm0,36 | 30,34 | 5,9\pm0,05 | 1,52 | 16,41\pm0,00 | 93,14 \pm 0,28 | 4,80 \pm 0,01 | 5,80 \pm 0,00 | 0,62 \pm 0,01 |
| White Monkey | 267,7 \pm 1,30 | 66,91 | 21,5 \pm 0,05 | 5,33 | 9,92 \pm 0,30 | 74,31 \pm 2,44 | 5,11 \pm 0,23 | 3,41\pm0,06 | 0,54 \pm 0,02 |
| Phoenix Pearl | 177,3 \pm 0,73 | 44,35 | 20,3 \pm 0,08 | 5,12 | 8,63 \pm 0,01 | 57,30 \pm 0,24 | 2,74\pm0,01 | 4,81 \pm 0,00 | 0,32 \pm 0,00 |
| Szampańskie Truskawki | 194,7 \pm 0,28 | 48,63 | 15,3 \pm 0,21 | 3,81 | 11,03 \pm 0,01 | 97,33 \pm 0,19 | 5,91 \pm 0,01 | 4,13 \pm 0,01 | 0,60 \pm 0,00 |
| Biały Anioł | 228,2 \pm 0,39 | 57,45 | 20,9 \pm 0,13 | 5,03 | 12,40 \pm 0,00 | 90,12 \pm 0,23 | 7,42 \pm 0,05 | 4,72 \pm 0,01 | 0,51 \pm 0,00 |
| China White Snow Buds | 287,6 \pm 0,35 | 71,92 | 15,2 \pm 0,10 | 3,82 | 13,83 \pm 0,00 | 36,21 \pm 0,42 | 2,80 \pm 0,01 | 3,70 \pm 0,00 | 0,32 \pm 0,00 |
| Średnie | 270,34 \pm 0,73 | 67,61 | 16,2 \pm 0,19 | 4,14 | 11,12 \pm 0,18 | 75,1 \pm 0,10 | 5,18 \pm 0,02 | 4,57 \pm 0,10 | 0,52 \pm 0,02 |

* Stężenie kofeiny w pierwotnym naparze (n=3), ** Stężenie fluororków w pierwotnym naparze (n=3)

Table II. Zawartość kofeiny, fluoroków i składników mineralnych w herbatach zielonych (wartości średnie \pm SD)
 Table II. Content of caffeine, fluorides and minerals in green teas (mean \pm SD)

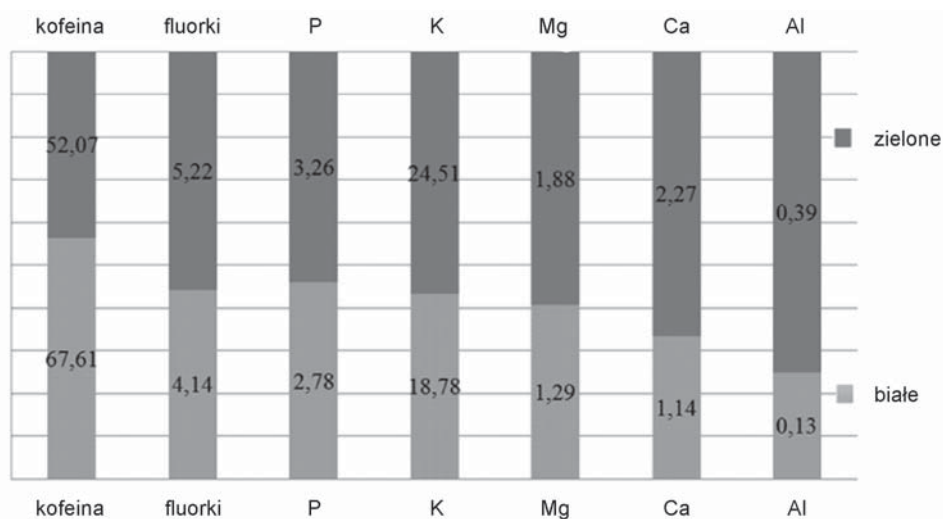
| Nazwa herbaty | Kofeina* (mg/dm ³) | Kofeina* (mg/250 cm ³) | Fluorki** (mg/dm ³) | Fluorki** mg/250 cm ³ | Zawartość (mg/dm ³) | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | Fosfor | Potas | Magnez | Wapń | Glin |
| Sencha Sakura | 213,7 \pm 1,15 | 53,46 | 26,1 \pm 0,14 | 6,52 | 10,50 \pm 0,03 | 65,12 \pm 0,20 | 9,80 \pm 0,00 | 4,60 \pm 0,00 | 1,01 \pm 0,00 |
| Sencha Ananasowa | 188,6 \pm 0,23 | 47,13 | 12,3 \pm 0,05 | 3,12 | 12,31 \pm 0,05 | 99,72 \pm 0,06 | 6,82 \pm 0,00 | 5,41 \pm 0,00 | 0,60 \pm 0,00 |
| Sencha Żurawina Truskawka | 193,3 \pm 0,34 | 48,35 | 20,6 \pm 0,19 | 5,24 | 13,22 \pm 0,01 | 103,40 \pm 0,31 | 4,90 \pm 0,01 | 4,92 \pm 0,00 | 0,81 \pm 0,02 |
| Sencha Winogronowa | 208,4 \pm 0,54 | 52,12 | 15,7 \pm 0,12 | 3,93 | 16,61 \pm 0,03 | 101,71 \pm 0,47 | 6,82 \pm 0,01 | 10,62 \pm 0,03 | 1,81 \pm 0,00 |
| Sencha Poziomkowa | 258,7 \pm 1,57 | 64,76 | 22,4 \pm 0,14 | 5,62 | 12,20 \pm 0,01 | 94,70 \pm 0,47 | 8,62 \pm 0,02 | 13,23 \pm 0,01 | 0,82 \pm 0,01 |
| Sencha Imbir Cytryna | 210,7 \pm 0,32 | 52,81 | 21,1 \pm 0,22 | 5,33 | 13,41 \pm 0,01 | 105,22 \pm 0,44 | 6,50 \pm 0,01 | 14,21 \pm 0,01 | 1,80 \pm 0,00 |
| Sencha Opuncja Figowa | 154,6 \pm 0,40 | 38,64 | 16,5 \pm 0,20 | 0,41 | 12,40 \pm 0,18 | 112,10 \pm 0,80 | 6,53 \pm 0,13 | 9,72 \pm 0,42 | 1,90 \pm 0,11 |
| Sencha Kaktusowa | 203,1 \pm 1,19 | 50,83 | 23,7 \pm 0,08 | 5,92 | 13,52 \pm 0,03 | 115,11 \pm 0,20 | 8,81 \pm 0,00 | 5,61 \pm 0,00 | 1,41 \pm 0,00 |
| Sencha Żeńszeń Pomarańcza | 195,5 \pm 0,31 | 48,92 | 25,2 \pm 0,01 | 0,63 | 12,31 \pm 0,05 | 99,70 \pm 0,06 | 9,80 \pm 0,00 | 4,42 \pm 0,00 | 1,30 \pm 0,01 |
| Sencha Orange | 227,4 \pm 0,40 | 56,81 | 21,4 \pm 0,08 | 5,31 | 13,23 \pm 0,01 | 93,42 \pm 0,31 | 10,40 \pm 0,01 | 6,91 \pm 0,00 | 0,62 \pm 0,00 |
| Sencha Exotic | 234,3 \pm 0,48 | 58,51 | 17,0 \pm 0,17 | 4,41 | 14,60 \pm 0,03 | 94,73 \pm 0,47 | 6,83 \pm 0,01 | 11,60 \pm 0,03 | 3,80 \pm 0,02 |
| Pina Colada | 234,1 \pm 0,92 | 58,50 | 23,2 \pm 0,02 | 5,82 | 12,20 \pm 0,01 | 84,71 \pm 0,47 | 5,62 \pm 0,02 | 14,20 \pm 0,01 | 2,81 \pm 0,02 |
| Anielskie Łąki | 184,4 \pm 0,30 | 46,13 | 22,5 \pm 0,20 | 5,63 | 13,40 \pm 0,01 | 105,20 \pm 0,44 | 6,51 \pm 0,01 | 12,91 \pm 0,01 | 1,82 \pm 0,01 |
| Średnie | 208,21 \pm 0,14 | 52,07 | 20,6 \pm 0,29 | 5,22 | 13,06 \pm 0,17 | 98,05 \pm 0,39 | 7,52 \pm 0,09 | 9,09 \pm 0,63 | 1,56 \pm 0,29 |

* Stężenie kofeiny w pierwotnym naparze (n=3), ** Stężenie fluoroków w pierwotnym naparze (n=3)

kofeiny: 154,6–258,7 mg/dm³ oraz zbliżonym do herbat białych zakresem stężenia jonów fluorkowych 12,3–26,1 mg/dm³. Najwyższą zawartością fluorków wyróżniała się herbata zielona o nazwie Sencha Sakura, natomiast najniższą Sencha Ananasowa, w naparach której odnotowano również najniższą spośród grupy herbat zielonych zawartość glinu. Herbaty zielone, które zawierały więcej kofeiny w przeważającej części miały również więcej fluorków. Otrzymane wyniki dotyczące zawartości kofeiny w herbatach białych i zielonych są zgodne z wynikami badań przeprowadzonych przez *Hilal i Engelhardt* (11), którzy oznaczali techniką HPLC zawartość kofeiny w trzech rodzajach herbat. Rezultaty badań tych autorów wykazały, że herbaty białe zawierały największą ilość badanego alkaloidu natomiast porównywalną zawartość wykazano dla herbat czarnych i zielonych.

Wyniki dotyczące zawartości fluorków w herbatach białych i zielonych zbliżone są do prezentowanych w literaturze (7). Istnieje jednak wiele prac poruszających problemy dużych rozbieżności w wynikach, które związane są najczęściej z metodycznymi trudnościami prowadzenia rozdzielów chromatograficznych oraz sposobem przygotowywania naparów tj. czas parzenia, mieszanie podczas parzenia a nawet możliwość tworzenia przez aniony fluorkowe kompleksów i nierozpuszczalnych soli (6).

Na ryc. 1 przedstawiono średnią zawartość kofeiny, jonów fluorkowych oraz poszczególnych składników mineralnych dla każdej grupy herbat.



Ryc. 1. Zawartość wybranych składników w herbatach białych i zielonych w przeliczeniu na szklankę naparu (mg/250 cm³).

Fig. 1. Content of selected ingredients in white and green teas per 1 glass of infusion (mg/250 cm³).

Herbaty białe mimo dużego zróżnicowania w zawartości kofeiny, w zestawieniu ogólnym zawierały średnio ok. 33% więcej tego alkaloidu niż herbaty zielone, które odznaczały się większą zawartością składników mineralnych, w tym również większą o ok. 22% zawartością jonów fluorkowych oraz o ok. 70% większą ilością

glinu. Porównując stężenia kofeiny w 250 cm³ szklance naparu (ryc. 1), herbaty białe zawierały średnio 67,6 mg, a herbaty zielone 52,07 mg kofeiny.

Ze względu na duże zróżnicowanie w oddziaływaniu kofeiny na organizm ludzki dotychczas nie określono bezpiecznej dawki kofeiny dopuszczalnej do spożycia wraz z pożywieniem. Jedyne bezpieczne limity, do których można porównywać zawartości tego alkaloidu w produktach pochodzą ze środowiska farmaceutycznego „Farmakopea Polska VIII”. Według tego źródła jednorazowa dawka doustna dla osoby dorosłej wynosi 100 do 200 mg, a dawka dobową 300 do 500 mg, ale norma dotyczy leków pobudzających zawierających kofeinę. Maksymalna dawka dobową kofeiny wg „Farmakopei Polskiej VIII” wynosi 1500 mg (12). Porównując otrzymane wyniki z powyższymi normami przekroczenie dopuszczalnej dobowej dawki kofeiny byłoby możliwe przy wypiciu ok. 21 szklanek naparu z herbaty białej lub 28 szklanek herbaty zielonej. W kontekście tego zestawienia w oparciu o normy farmaceutyczne herbatę zarówno białą, jak i zieloną można uznać za istotne źródło kofeiny, a jej częste spożywanie nie naraża konsumenta na zatrucie, może jednak prowadzić do opisanych wcześniej działań niepożądanych.

W kwestii stężenia fluorków w badanych próbach zauważyć można duże zróżnicowanie zarówno w przypadku naparów z herbat białych, jak i zielonych. Instytut Żywności i Żywienia normuje wśród składników mineralnych zalecenia dotyczące spożycia fluoru na poziomie wystarczającym (AI: ang. Adequate Intake), który dla osób dorosłych wynosi 4 mg dziennie dla mężczyzn i 3 mg dla kobiet. W kontekście tych zaleceń spożycie jednej szklanki herbaty białej, przygotowanej z 2,5 g suszu zawierającej średnio 4,1 mg jonów fluorkowych może całkowicie pokryć zalecaną dawkę spożycia fluoru zarówno u kobiet, jak i mężczyzn. Natomiast napar herbaty zielonej przygotowany w takiej samej objętości i proporcjach może dostarczyć ok. 5,22 mg jonu fluorkowego, co w przypadku kobiet i mężczyzn przekracza dawkę przyjętą za wystarczającą w normach żywienia. W podsumowaniu tych porównań nasuwa się wniosek, iż herbaty białe i zielone są dobrym źródłem fluoru w diecie, a spożywanie jednej filiżanki dziennie może skutecznie wzbogacić skład mineralny organizmu o ten mikroelement (13).

Rozważając poziomy zatruc fluorkami wyznaczone przez departament Angielskiej Agencji Zdrowia Publicznego, należy mieć na względzie, że ciężkie toksyczne zatrucia mogą wystąpić przy przyjęciu drogą pokarmową przez dorosłego człowieka 450 mg anionów fluorkowych co odpowiada 6,4 mg/kg masy ciała (14). Według innych doniesień fluorki mogą wykazywać toksyczne działanie na organizm ludzki przy znacznie niższych dawkach ok. 0,3 mg/kg masy ciała, w wyniku czego może dojść do zaburzeń żołądkowo-jelitowych (8). W przypadku spożywania herbat zarówno białych, jak i zielonych nie ma obawy o osiągnięcie nawet najniższego progu zagrożenia.

Wartościowy skład mineralny w przypadku herbat zielonych dotyczy wszystkich analizowanych pierwiastków (ryc. 1) co stawia te produkty na wyższej pozycji w ocenie wartości zdrowotnej niż herbaty białe. Podobne wyniki otrzymali *Ferrara* i współpr. (15) porównując skład mineralny herbat zielonych i białych. Natomiast *Reto* i współpr. (16) w swoich badaniach zwrócili uwagę na ograniczoną przyswajalność składników mineralnych z herbat zielonych.

Zawartość składników mineralnych w naparach herbacianych od wielu lat stanowiła przedmiot badań głównie ze względu na częstotliwość spożywania herbaty, popularność i brak ograniczeń wiekowych i fizjologicznych dotyczących konsumpcji. Warto jednak zwrócić uwagę na zawartość glinu w naparach herbat, gdyż spożycie tego składnika mineralnego również ma wyznaczone limity. Podwyższone spożycie glinu może być m.in. przyczyną niedokrwistości i zaburzeń neurologicznych, dlatego średnia dawka pobrania w przypadku glinu dla dorosłego człowieka wynosi ok. 45 mg, a bezpieczna ok. 7 mg/kg masy ciała (17).

Analizując otrzymane wyniki badań w świetle tychże wytycznych, spożycie 1 litra naparu z herbaty zielonej o nazwie Sencha Opuncja Figowa, dla której odnotowano najwyższe stężenie glinu, pokrywa zaledwie 4,2% dziennego spożycia dla tego pierwiastka dla osoby dorosłej co można uznać za neutralną dla zdrowia dawkę.

Podsumowując ocenę wartości zdrowotnej analizowanych wysokogatunkowych herbat białych i zielonych należy podkreślić ich cenny skład mineralny zwłaszcza herbat zielonych oraz właściwości pobudzające dominujące w naparach herbat białych bogatszych w kofeinę. Otrzymane stężenia pierwiastków, których spożycie zgodnie z normami powinno być ograniczone, w obu rodzajach herbat nie stanowią zagrożenia zdrowotnego, jednakże picie herbaty białej powinno być ograniczone w przypadku dzieci, kobiet w ciąży i karmiących, ze względu na wysoką zawartość kofeiny.

WNIOSKI

1. Napary wysokogatunkowych herbat białych zawierały ok. 27% więcej kofeiny niż napary herbat zielonych, średnio na poziomie 270 mg/dm³.
2. Herbaty zielone wyróżniały się wyższą zawartością składników mineralnych takich jak: P, K, Ca, Mg a także jonów fluorkowych i Al.
3. Zawartość składników mineralnych w naparach herbat białych i zielonych stanowi cenne źródło minerałów w codziennej diecie.
4. Nadmierne spożycie naparów herbat białych i zielonych nie stanowi zagrożenia dla zdrowia w świetle obowiązujących norm dotyczących przyjęcia dawki jonów fluorkowych oraz glinu.

M. Czernicka, G. Zaguła, Cz. Puchalski, T. Cebulak, I. Kapusta

ASSESSMENT OF THE NUTRITIONAL VALUE OF HIGH-GRADE LEAFY
WHITE AND GREEN TEAS BASED ON THE ANALYSIS OF THE CONTENT
OF FLUORIDES, CAFFEINE AND MINERALS

Summary

The aim of the study was to determine the contents of caffeine, fluorides and selected minerals in infusions of flavored high-quality white and green teas. Health risks associated with the consumption of these teas were estimated from the results with reference to currently valid standards. It was found that infusions of high grade white teas contained approx. 27% more, on average 270 mg/dm³ of caffeine than infusions of green teas, and the green teas were distinguished by a higher content of minerals like P, K, Ca, Mg, and ions of fluoride and Al.

PIŚMIENICTWO

1. *Karak T., Bhagat R.M.*: Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review. *Food Res Int.* 2010; 43: 2234-2252. – 2. <http://www.poradnikhandlowca.com.pl/archiwum/09-2010,Raport--Rynek-herbaty-i-kawy-I,Rok-2010,40,561.html>. – 3. *Frankowski M., Kowalski A., Ociepa A., Siepak J., Niedzielski P.*: Kofeina w kawach i ekstraktach kofeinowych i odkofeinowanych dostępnych na polskim rynku. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008; 48(1): 21-27. – 4. *Bojarowicz H., Przygoda M.*: Kofeina. Powszechność stosowania kofeiny oraz jej działanie na organizm. *Cz I. Probl. Hig. Epidemiol.* 2012; 93(1): 8-13. – 5. *Wierzejska R.*: Kofeina – powszechny składnik diety i jej wpływ na zdrowie. *Roczn PZH*, 2012; 63(2): 141-147. – 6. *Janiszewska J., Balcerzak M.*: Analytical problems with the evaluation of human exposure to fluoride from tea products. *Food Anal. Methods*, 2013; 6, 4: 1090-1098. – 7. *Yi J., Cao J.*: Tea and fluorosis. *J. Fluoride Chem.*, 2008; 129(2): 76-81. – 8. *Gessner B.D., Beller M., Mid-
daugh J.P., Whitford G.M.*: Acute fluoride poisoning from a public water system. *N. Engl. J. Med.*, 1994; 330: 95-99. – 9. *Bilek M., Stawarczyk K., Kaniuczak J.*: Fluorki w wybranych herbatach ekspresowych. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Rzeszowie*, 2013; 16: 9-12. – 10. <https://eherbata.pl/paklum-26.html>.
11. *Hilal Y., Engelhardt U.*: Characterisation of white tea – Comparison to green and black tea. *J. Verbr. Lebensm.*, 2008; 2: 414-421. – 12. *Farmakopea Polska wydanie VIII. Minister Zdrowia. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. Warszawa 2008.* – 13. *Jarosz M. (red.): Normy żywienia dla populacji polskiej. Nowelizacja. Warszawa 2012.* – 14. *Robjohns S.*: Sodium fluoride. Toxicological overview. *Public Heath England* http://www.hpa.org.uk/webc/hpawebfile/hpaweb_c/1227169969666. – 15. *Ferrara L., Montesano D., Senatore A.*: The distribution of minerals and flavonoids in the tea plant (*Camellia sinensis*). *Farmaco*, 2001; 56(5-7): 397-401. – 16. *Reto M., Figueira M.E., Filipe H.M., Almeida C.M.M.*: Chemical composition of green tea (*Camellia sinensis*) infusions commercialized in Portugal. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 2007; 62(4): 139-144. – 17. *Kabata-Pendias A.*: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.

Adres: 35-601 Rzeszów, ul. Zelwerowicza 4