

HERBATY – naturalne źródło antyoksydantów

dr Justyna Ostrowska
Zakład Chemii Nieorganicznej
i Analitycznej AM w Białymstoku
Kierownik Zakładu:
prof. dr hab. Elżbieta Skrzydlewska



Streszczenie:

W artykule dokonano porównania sposobów otrzymywania, składu chemicznego oraz właściwości antyoksydacyjnych herbaty zielonej, czarnej i czerwonej. Omówiono farmakologiczne zastosowanie różnych gatunków herbat.

Słowa kluczowe:

herbata zielona, herbata czarna, herbata czerwona, katechiny, teaflawiny, właściwości antyoksydacyjne

Summary:

The comparison of ways of manufacture, chemical composition and antioxidant properties of green, oolong and black teas was done in this paper. Pharmacological application of different kinds of teas was described.

Key words:

green tea, black tea, oolong tea, catechins, theaflavins, antioxidant properties

W światowej produkcji odmiana czarna stanowi ponad 75 proc., zielona – ok. 20 proc., czerwona – ok. 5 proc., biała – ok. 2 proc. (1).

Świeże liście herbaty zawierają średnio (w odniesieniu do suchej masy) 36 proc. polifenoli, 25 proc. węglowodanów, 15 proc. białek, 6,5 proc. ligniny, 5 proc. związków popiołowych, 4 proc. aminokwasów, 2 proc. tłuszczów, 1,5 proc. kwasów organicznych, 0,5 proc. chlorofilu a także karotenoidy i substancje lotne, których zawartość jest mniejsza niż 0,1 proc. Spośród polifenoli, około 80 proc. stanowią katechiny, przede wszystkim galusan epigalokatechiny (EGCG), epigalokatechina (EGC), galusan epikatechiny (ECG) i epikatechina (EC). W mniejszych ilościach obecne są również: katechina (C), galokatechina (GC), digalusan epigalokatechiny, digalusan epikatechiny, galusan 3-metyloepikatechiny i epigalokatechiny oraz galusan katechiny i galokatechiny (2).

Herbatę zieloną otrzymuje się w wyniku działania na liście gorącą parą wodną. W takich warunkach inaktywacja ulega oksydaza polifenolowa, co za-

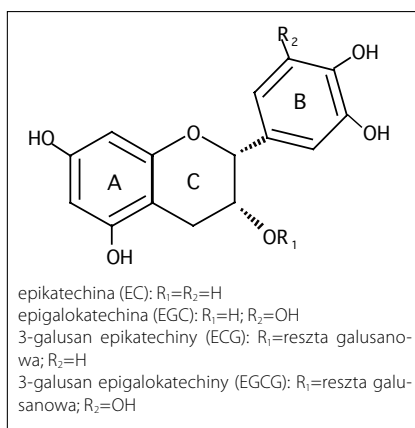
Nazwa herbata dotyczy zarówno liści krzaka herbaty, jak i popularnego napoju. Wszystkie rodzaje herbaty otrzymywane są z liści krzewów *Camellia sinensis* lub *Assamica sinensis*. Różnice wynikają ze sposobu uprawy rośliny, rodzaju liści i ich przetwarzania. Istnieje wiele gatunków herbat; najpopularniejsze z nich to herbata czarna, zielona, czerwona (oolong) i biała.

pobiega utlenieniu monomerycznych polifenoli. Dzięki temu swoim składem jest zbliżona do składu świeżych liści (Ryc. 1). Napar z zielonej herbaty posiada następujący skład: katechiny 30-42 proc. (w tym głównie EGCG 11 proc., EC 10 proc., ECG 2 proc. i EGC 2 proc.), flawonole 5-10 proc., węglowodany 15 proc., metyloksantyny 7-9 proc. (w tym głównie kofeina 3-5 proc., teobromina 0,1 proc. i teofilina 0,02 proc., tanina 4-6 proc., teogalina 2-3 proc., kwas chinonowy 2 proc., białka 1 proc., związki mineralne 10 proc., oraz substancje lotne < 0,1 proc. (zawartość pro-

nowy (3). Związki te mogą występować zarówno w postaci wolnej, jak i w postaci glikozydów. Napar zielonej herbaty zawiera także takie mikroelementy jak glin, mangan czy miedź, a także potas, wapń i fluor (3).

Herbata czarna i czerwona

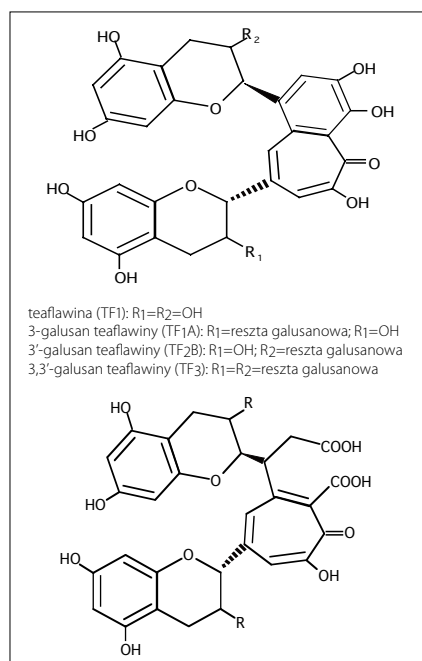
Otrzymanie czarnej herbaty wymaga procesu utleniania oraz fermentacji. Proste polifenole ulegają enzymatycznej kondensacji, tworząc złożone związki, które są odpowiedzialne za charakterystyczny czerwony kolor naparu czarnej herbaty (4). Enzymatycznemu utlenianiu ulega około 75 proc. katechin zawartych w liściach (5, 6). Głównym enzymem uczestniczącym w tych procesach jest oksydaza polifenolowa, mono-oksigenaza monofenolowa oraz o-difenol: oksydoreduktaza O₂ (7). Średni skład naparu z liści czarnej herbaty jest następujący: katechiny 10-12 proc., teaflawiny 3-6 proc., tearubiginy 12-18 proc., flawonole 6-8 proc., kwasy fenolowe i depsydy 10-12 proc., aminokwasy 13-15 proc., metyloksantyny 8-11 proc., węglowodany 15 proc., białka 1 proc., związki mineralne 10 proc. oraz substancje lotne < 0,1 proc. (7). Produktami kondensacji katechin są głównie teaflawiny i tearubiginy. Ich strukturę stanowi siedmioczłonowy pierścień benzotropolonowy, powstający na skutek utleniania pierścienia B (-)epigalokatechiny bądź (-)galusanu epigalokatechiny do form chinonowych i dekarboksylacji przy równoczesnym przyłączeniu drugiej cząsteczki (-)epigalokatechiny lub (-)galusanu epigalokatechiny (Ryc. 2) (8). Podczas fermentacji, w wyniku reakcji utleniania, dekarboksylacji i polimeryzacji poszczególnych



Ryc. 1. Budowa podstawowych polifenoli zielonej herbaty.

centowa w stałym ekstrakcie (3). Napar zielonej herbaty zawiera również niewielkie ilości innych polifenoli – procyanidyn oraz depsydów – związków będących estrami dwóch lub więcej fenolokwasów (głównie kwasu galusowego, chinowego, kawowego, p-kumarowego) z takimi kwasami jak kwas m-digalusowy, elagowy czy chloroge-

katechin powstają cztery teaflawiny: teaflawina (TF₁), 3-galusan teaflawiny (TF_{2A}), 3'-galusan teaflawiny (TF_{2B}) i 3,3'-galusan teaflawiny (TF₃) (9). Obecnie uważa się, że w procesie wytwarzania czarnej herbaty największa ilość katechin ulega przemianie w związki zwane tearubiginami o masie cząsteczkowej 1000-40000 Da (10,11). W czarnej herbacie zidentyfikowano także inne związki benzotropolonowe – kwasy teaflawinowe (których zawartość jest stosunkowo niewielka co sugeruje, że ulegają one dalszym przemianom w procesie utleniania) oraz teaflagaliny, powstające w wyniku łagodnego utleniania mieszaniny galokatechin i kwasu galusowego (8, 12). Mechanizm ich wytwarzania nie jest dokładnie poznany, ale



Ryc. 2. Budowa podstawowych polifenoli czarnej herbaty.

najprawdopodobniej obejmuje kondensację dwóch chinonów katechin zawierających trzy grupy hydroksylowe (13). Wśród innych związków benzenotropolonowych obecnych w czarnej herbacie należy też wymienić niedawno odkryty związek zwany „theadibenzenotropolone A”, związek powstały na skutek utlenienia i przyłączenia dwóch pirogalolowych pierścieni cząsteczki EGCG do katecholowego pierścienia B cząsteczki EC. Podczas fermentacji dochodzi również do kondensacji chinonów galokatechiny, z utworzeniem tzw. bisflawonoli – dimerów katechin, nie posiadających w swej strukturze siedmioczłonowego pierścienia (10). Bisflawonole, zwane także „theasinensins”, występują jedynie w niewielkich ilościach

w czarnej herbacie, gdyż przypuszczalnie ulegają dalszemu utlenianiu. Podczas fermentacji znaczna ilość katechin ulega też przemianie w mniej zdefiniowane pod względem struktury związki zwane tearubiginami. Oprócz związków wyżej wymienionych czarna herbata w swym składzie zawiera również flawonole – myricetynę, kwercetynę, kamferol oraz rutynę, występujące głównie jako glikozydy; kwasy fenolowe – kofeinowy, chinowy, galusowy oraz metyloksantyny – głównie kofeinę, której zawartość w czarnej herbacie stanowi jedną trzecią zawartości tego związku w kawie; aminokwasy, w tym taninę występującą tylko w liściach herbatianych, a także wiele związków terpenowych (16).

Herbatę czerwoną otrzymuje się w wyniku krótkiej fermentacji liści. Dlatego enzymy powodujące fermentację nie są w czasie produkcji w pełni dezaktywowane. W związku z tym w jej składzie występują pośrednie ilości monomerycznych i polimerycznych polifenoli (17).

Biodostępność i metabolizm

Aby ocenić wpływ herbat na procesy metaboliczne zachodzące w organizmach ssaków oprócz składu należy też uwzględnić biodostępność składników. Wiadomo, że wprowadzone do przewodu pokarmowego katechiny przy udziale transferazy urydyno-5'-difosfoglukurosynylowej zawartej w śluzówce jelita, tworzą koniugaty z kwasem glukuronowym i w tej formie są wchłaniane przez śluzówkę jelita. Następnie przez żyłę wrotną są przenoszone do wątroby, gdzie pod wpływem fenol-sulfotransferazy tworzą koniugaty z jonami siarczanowymi (18). W wątrobie i nerce pod wpływem O-metylotransferazy katecholowej, katechiny ulegają metylacji i w takiej postaci rozprzodane są z krwioobiegiem po całym organizmie oraz wydalane są do żółci i moczu (18). Istnienie glukuronianów i siarczanów katechin wykazano w moczu szczura i człowieka, a jednocześnie stwierdzono, że katechiny występują w postaci koniugatów we krwi (18). Stwierdzono, że EC i EGC są obecne we krwi w ilościach odpowiadających 31 proc. i 14 proc. ilości wprowadzonej do organizmu (19). Natomiast EGCG i/lub jego koniugaty we krwi i żółci są obecne w ilości nie większej niż 1 proc. jego początkowej ilości. Przyczyną takiej sytuacji upatruje się w tym, że większość

EGCG zanim zostanie zaabsorbowana z jelit, ulega przemianom pod wpływem esterazy katecholowej bakterii jelitowych, których pierwszym etapem jest hydroliza cząsteczki EGCG z odłączeniem reszty galusanowej (19). Powstająca cząsteczka EGC pod wpływem mikroflory bakteryjnej ulega degradacji z utworzeniem 5-(3',4',5'-trihydroksyfenilo)-γ-walerolaktonu (19). Podobnym przemianom pod wpływem bakterii jelitowych ulega również ECG, a produktem tych przemian jest 5-(3',4'-dihydroksyfenilo)-γ-walerolakton.

O ile jednak metabolizm oraz biodostępność katechin w organizmach zwierząt i człowieka są stosunkowo dobrze poznane, to na temat biodostępności teaflawin istnieje niewiele danych. Przyczyną takiego stanu są między innymi trudności z identyfikacją teaflawin i ich metabolitów w moczu oraz krwi. Wyniki wielu badań zgodnie jednak potwierdzają wzrost zawartości katechin w osoczu po spożyciu roztworu herbaty czarnej czy czerwonej (20, 21, 22). Stwierdzono, że poziom teaflawin w osoczu, moczu oraz fekaliami stanowi w przybliżeniu 1,68 proc. całkowitej zawartości tych związków w podawanym roztworze czarnej herbaty (23). Otrzymane wyniki wskazywałyby na to, że teaflawiny tylko w niewielkim stopniu ulegają wchłanianiu w organizmie człowieka bądź ulegają szybkiemu metabolizmowi, a także, że wolne katechiny lepiej przyswajalne są przez organizm człowieka niż ich złożone pochodne. Stwierdzono również, że w porównaniu z monomerycznymi katechinami, zawartość teaflawin w osoczu i moczu jest znacznie mniejsza (23). Może być to jednak związane z nieznanym do tej pory metabolizmem teaflawin.

Antyoksydacyjne właściwości

Wszystkie herbaty posiadają większe lub mniejsze zdolności antyoksydacyjne wynikające z obecności związków polifenolowych. Szczególnie silne właściwości antyoksydacyjne wykazują katechiny posiadające jako podstawową strukturę 3,5,7,3',4'-pentahydroksypolifenolu (Ryc. 1) (17). Obecność co najmniej pięciu grup hydroksylowych (w epigalokatechinie i galusanach jest ich więcej) nadaje cząsteczce silne właściwości antyoksydacyjne. Zdolności antyoksydacyjne katechin zależą również od stereochemii ich czą-

steczek. Epikatechiny wykazują znacznie większe zdolności antyoksydacyjne niż katechiny. W związku z tym najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne wykazuje galusan epigalokatechiny i galusan epikatechiny, a mniejsze odpowiednio epigalokatechyna, epikatechyna, katechyna i kwas galusowy (6). Ponadto stwierdzono, że antyoksydacyjne działanie ekstraktu herbaty jest znacznie silniejsze niż wynikałoby to z działania pojedynczych związków, przy czym antyoksydacyjna aktywność katechin stanowi 90 proc. zdolności antyoksydacyjnej ekstraktu np. zielonej herbaty (6). Ponieważ zdolności antyoksydacyjne zależą od ilości grup hydroksylowych, teaflawiny, jako dimeryczne pochodne tych związków są silniejszymi antyoksydantami niż katechiny. Stwierdzono np. że TF_3 wykazuje wyższą aktywność antyoksydacyjną niż EGCG będący prekursorem TF_3 , jak i najsilniejszym antyoksydantem wśród katechin (7).

Właściwości antyoksydacyjne polifenoli herbat przejawiają się zdolnością hamowania generacji wolnych rodników, chelatowania jonów metali przejściowych będących katalizatorami reakcji wolnorodnikowych, a także zdolnością do wychwytywania wolnych rodników (24).

Katechiny

Katechiny zapobiegają tworzeniu się wolnych rodników tlenowych (RFT) poprzez obniżanie aktywności enzymów uczestniczących w ich wytwarzaniu oraz powodując wzrost aktywności enzymów o działaniu antyoksydacyjnym. Wykazano, że ekstrakt zielonej herbaty, katechiny, a także TF_3 skutecznie hamują aktywność oksydazy ksantynowej, enzymu katalizującego powstawanie anionorodnika nadadtlenkowego (26). Katechiny wykazują też zdolność do hamowania aktywności mieloperoksydazy (MPO), enzymu katalizującego powstawanie reaktywnych anionów tlenochlorkowych (27). Ponadto zarówno katechiny, jak i teaflawiny, obniżają aktywność enzymu syntazy tlenu azotu, zapobiegając w ten sposób powstawaniu reaktywnego NO, związku o charakterze rodnikowym (28). W procesie generowania RFT, zarówno w fazie hydrofilowej, jak i lipofilowej uczestniczą jony metali przejściowych – miedzi i żelaza. Zarówno katechiny, jak i teaflawiny wykazują zdolność do chelatowania tych jonów. Wśród katechin najsilniejsze

właściwości chelatujące posiada EGCG, mniejsze EGC, a najmniejsze ECG i EC (5). Również teaflawiny charakteryzuje zdolność do chelatowania jonów metali przejściowych. Zarówno eksperymenty *in vitro*, jak i *in vivo* potwierdzają zdolność tych związków do hamowania peroksydacji lipidów indukowanej jonami miedzi (5). Ponadto wykazano, że polifenole zawarte w herbatach w wyniku wytwarzania związków kompleksowych z jonami żelaza, powodują zmniejszenie wchłaniania tych jonów z przewodu pokarmowego. Wykazano, że czarna herbata bardziej efektywnie hamuje wchłanianie żelaza, aniżeli herbata zielona i czerwona (7).

Formy rodnikowe

Formy rodnikowe polifenoli posiadają niższe potencjały redukcyjne niż RFT, mogą one wychwytywać powstające w organizmie rodniki takie jak rodnik hydroksylowy, anionorodnik nadadtlenkowy, czy rodniki lipidowe (Tabela 1) (6). Zdolność katechin do wychwytywania rodników związana jest z posiadaniem struktury di- lub trihydroksylowej pierścienia B, która zapewnia stabilizację ich formom rodnikowym. Najbardziej reaktywnym z wolnych rodników tlenowych i na skutek tego najbardziej niebezpiecznym dla organizmu jest rodnik hydroksylowy. Wykazano, że w wychwytywaniu tego rodnika istotną rolę odgrywa też grupa hydroksylowa pierścienia C i reszta kwasu galusowego. Zatem efektywność reakcji wychwytywania przez katechiny rodnika hydroksylowego wytworzonego w wyniku fotolizy nadadtlenku wodoru maleje w następującym porządku: $ECG > EC > EGCG > EGC$ (5). W związku z miejscem lokalizacji łatwo wychwytyują np. rodniki wodoronadtlenkowe, inicjujące najczęściej peroksydację lipidów, a także rodniki lipidowe (29). Jeszcze efektywniej w wychwytywaniu wolnych rodników działają teaflawiny – TF_3 , TF_2 , TF_1 wykazują wyższe zdolności do wychwytywania wolnych rodników tlenowych, zwłaszcza anionorodnika nadadtlenkowego ($O_2^{\cdot-}$), przy czym najefektywniej działa TF_3 (30). Wykazano, że teaflawiny reagują z anionorodnikiem nadadtlenkowym ponad 10 razy szybciej niż EGCG – najsilniejszy antyoksydant spośród katechin. Badania *in vitro* dowiodły, że wodny roztwór herbaty zielonej, czarnej i czerwonej posiada zdolność do wychwytywania także innych wolnych rodników tlenowych,

Tabela 1. Potencjał jednoelektronowej redukcji dla katechin, teaflawin i innych antyoksydantów oraz wolnych rodników (pH 7,0; temp. 20°C) (47)

Antyoksydant	Potencjał redukcyjny mV
Askorbinian	280
α-Tokoferol	480
Glutation	920
Galusan (-)-epigalokatechiny	920
(-)-Epigalokatechyna	430
(-)-Epikatechyna	430
Galusan (-)-epikatechiny	570
Teaflawiny	550
Digalusan teaflawiny	510
Rodnik hydroksylowy	2310
Anionorodnik nadadtlenkowy	940
Alkilowy rodnik nadadtlenkowy	1000
Rodnik alkilowy	960

takich jak tlen singletowy (1O_2) oraz rodnik hydroksylowy (8).

Herbata czerwona nie zawiera znacznych ilości galokatechin, ale też nie zawiera znacznych ilości teaflawin i tearubigin, których duże ilości zawarte są w herbacie czarnej. Zatem aktywność antyoksydacyjna herbat zmienia się w następującej kolejności: zielona > czarna > czerwona (4). Jednak wyniki niektórych badań dowodzą, że herbata czerwona efektywniej wychwytuje rodnik DPPH niż herbata zielona i czarna (31).

Nasilonej generacji RFT i działaniu utleniaczy przeciwdziałają enzymatyczne i nieenzymatyczne składniki układu antyoksydacyjnego. Spożywanie herbat nasila zdolności antyoksydacyjne i przyczynia się do wzrostu aktywności podstawowych enzymów antyoksydacyjnych – dysmutazy nadadtlenkowej, peroksydazy glutationowej i katalazy, obserwowany głównie w wątrobie, jelicie cienkim i płucach (7). Wskazuje to na możliwość ochrony przez antyoksydacyjne składniki herbat przed RFT. Poprzez zdolność do ochrony i regeneracji antyoksydantów niskocząsteczkowych – witaminy C, glutationu, witaminy E czy β-karotenu – katechiny herbat podwyższają właściwości antyoksydacyjne organizmu. Stwierdzono jednocześnie, że antyoksydacyjna aktywność katechin jest około 10 razy wyższa niż aktywność α-tokoferolu (3).

Korzyści dla organizmu

Wykazano, że silne działanie antyoksydacyjne herbaty zielonej i czarnej powo-

duje, że ich długotrwałe spożywanie zapobiega lub opóźnia rozwój chorób, których patogenezą związana jest z zachwianiem równowagi redoks (33). W licznych badaniach wykazano wpływ polifenoli herbat na hamowanie procesów nowotworowych (32–34). Jednak zależność pomiędzy spożywaniem herbaty a ryzykiem wystąpienia nowotworu nie jest jeszcze do końca poznana. Wykazano, że zielona herbata i zawarte w niej polifenole mogą działać przeciwnowotworowo na drodze różnych mechanizmów, m.in. działając antyoksydacyjnie, modyfikując aktywności enzymów detoksykacyjnych, wychwytywaniem aktywnych metabolitów kancerogenów, zapobieganiem mutagenności i genotoksyczności różnych związków poprzez ich deaktywację, a nawet zapobieganie ich powstawaniu (17). Wykazano, że karcynogeneza indukowana jest przez czynniki genotoksyczne (chemiczne, radiacyjne lub wirusowe), które powodują modyfikację specyficznych kodonów w DNA i mutacje lub aktywację ekspresji onkogenów. Wzrost i rozwój komórek z tak zmodyfikowanym DNA prowadzą do nowotworzenia komórek. Polifenole herbat mogą przeciwdziałać modyfikacjom na poziomie genów (35). Stwierdzono, że zarówno teaflawiny, katechiny, jak i ekstrakt czarnej herbaty mogą blokować formowanie mutagenów i karcynogenów z prekursorów, mogą wzmacniać aktywność czynników transkrypcyjnych AP-1 lub NFκB, od których zależy aktywność takich czynników wzrostu jak TNF-α i TNF-β (36). Dowiedziono także, że w wyniku inkubacji komórek linii 21BES z roztworem TF₃ dochodzi do zahamowania procesu fosforylacji białka c-jun, co z kolei powoduje obniżenie aktywności czynnika transkrypcyjnego AP-1 odgrywającego kluczową rolę w procesie transformacji i rozrostu komórek (31). Podanie myszom A/J do picia naparu czarnej lub zielonej herbaty, powodowało zahamowanie rozwoju nowotworów płuc (32). Badając wpływ herbat na proces kancerogenezy stwierdzono, że polifenole w nich zawarte hamują, wywołaną przez kancerogeny, indukcję dekarboksylazy ornitynowej, cyklooksygenazy i lipooksygenazy, biorących udział w promocji nowotworów (33). Ponadto zielona herbata poprzez indukcję enzymów I i II fazy nasila procesy detoksyfikacji (37).

Zarówno katechiny jak i teaflawiny w znacznym stopniu hamują peroksydację lipoprotein krwi (38). W licznych

eksperymentach wykazano, że obniżają one poziom cholesterolu i triglicerydów w osoczu ludzi dzięki czemu chronią przed rozwojem nadciśnienia i miażdżycą (39). Polifenole herbat mogą również wychwytywać RFT i w związku z tym mogą być stosowane do zapobiegania hypocholesterolemii. W ostatnich latach wykazano, że katechiny i teaflawiny wykazują protekcyjny wpływ na składniki komórki również w innych stanach patologicznych, w których dochodzi do nasilenia generacji wolnych rodników. Jednym z takich procesów jest proces starzenia, podczas którego dochodzi do zaburzenia równowagi redoks, w kierunku nasilenia procesów oksydacyjnych, skutkiem czego powstają oksydacyjne uszkodzenia DNA, białek i lipidów (25).

Korzystne działania

Lista korzystnego działania herbat na nasz organizm jest dość długa, wymienia się wiele dolegliwości, w leczeniu których napój ten może być pomocny, m.in. cukrzycę, infekcje i stany zapalne, leukemię, problemy trawienne, osłabienie układu kostnego (40). Istnieją doniesienia dotyczące wpływu zielonej, czarnej i czerwonej herbaty na poziom cukru we krwi (41, 42). W testach prowadzonych na zwierzętach wykazano, że podawanie zielonej herbaty myszom powoduje spadek z 200–300 mg proc. na ok. 100 mg proc. Interesującym jest jednak fakt, że do efektu tego nie dochodzi u diabetyków (41).

Zawarta w herbatach mieszanina składników polifenolowych skutecznie zwalczają bakterie i wirusy, dzięki czemu herbaty mogą być stosowane zarówno do przeciwdziałania, jak i do leczenia wspomagającego chorób infekcyjnych, np. grypy, przeziębienia, biegunki czy stanów zapalnych śluzówki jamy ustnej lub dziąseł (43). W tradycyjnej chińskiej medycynie zieloną herbatę zaleca się również w leczeniu wspomagającym takie schorzenia jak dyfteryt czy czerwonka (44). Wykazano też, że herbatę można z dobrym skutkiem stosować w leczeniu chronicznych stanów wirusowego zapalenia wątroby, gdyż wykazano, że polifenole zapobiegają obniżeniu ilości białych ciałek krwi. Dlatego medycyna naturalna stosuje leki w formie pigułek z wyciągów z zielonej herbaty (np. Mega Protect 4 Life, Smoke-rad, Vital dla grupy krwi A oraz AB) w leczeniu leukemii. Ponadto lekarze liczą na kolejny korzystny efekt działania herbat –

wyhamowanie spadku poziomu białych ciałek, do jakiego dochodzi pod wpływem naświetlań (45).

Wykazano też, że herbata zielona może być wykorzystywana w leczeniu choroby AIDS. Zapobiega bowiem łączeniu wirusa HIV z limfocytami T. Połączenie wirusa z receptorem CD4, znajdującego się m.in. na powierzchni limfocytów T, jest procesem niezbędnym by wirus wniknął do wnętrza komórki. Podczas badań laboratoryjnych wykazano, że EGCG ma zdolność do wiązania się z receptorem CD4. Może dzięki temu zapobiegać łączeniu CD4 z glikoproteiną otoczki HIV i wnikaniu wirusa do komórek. Wyniki te rodzą nadzieję na wykorzystanie EGCG przy opracowywaniu nowych leków do walki z zakażeniami HIV (45).

Napar z herbaty zielonej i czerwonej sprzyja trawieniu i usuwa uczucie przepełnionego żołądka. Pobudza wydzielanie soków żołądkowych, poprawiając tym samym trawienie. Ponadto zielona herbata to napar o odczynie zasadowym, w związku z czym chroni organizm przed zakwaszeniem, buforując dietetyczne błędy (46).

Wykazano też, że zarówno zielona, jak i czarna herbata wzmacniają zęby i chroni przed próchnicą. Efekt ten należy tłumaczyć stosunkowo wysoką zawartością fluoru. Działanie to uzupełnia przeciwbakteryjne działanie polifenoli, ograniczające powstawanie płytki nazębnej. Liczne badania potwierdziły, że w wyniku regularnego płukania jamy ustnej herbatą zachorowalność na próchnicę zmniejsza się o połowę oraz że pijący duże ilości herbaty z reguły rzadziej zapadają na schorzenia w obrębie jamy ustnej i uzębienia (12).

Ponadto zarówno zielona i czarna herbata były pierwszym w świecie napojem, który był w stanie zmniejszyć zmęczenie i senność oraz polepszyć skupienie uwagi. Pobudzający efekt herbaty wiąże się z obecnością w niej kofeiny. Kofeina herbaty ma jednak odmienne działanie niż kofeina zawarta w kawie: ta ostatnia wchłaniana jest już w żołądku, w związku z czym działa bardzo szybko. Ten sam związek zawarty w herbacie przyswajany jest dopiero w jelitach, toteż znacznie wolniej przedostaje się do krwiobiegu. Zawarte w herbacie garbniki również spowalniają wchłanianie. Dzięki temu pobudzające działanie herbaty przebiega wolniej i jest dłuższe. Prosty test wykazał, że spożycie herbat korzystnie ►

► wpływa na czynności umysłowe. Współczynnik błędów osób biorących udział w teście zmniejszył się pod wpływem spożycia herbaty aż o 25 procent (47).

Suplementy, kosmetyki

Na rynku farmaceutyków dostępne są suplementy zielonej herbaty (Bio CLA z zieloną herbatą, Tegen, Chrom z zieloną herbatą), zawierające w swym składzie głównie związki polifenolowe – min. 60 proc. Coraz częściej też ekstrakty herbat (głównie zielonej i białej, uzyskanej z pączków liści krzewów herbacianych) są wykorzystywane do produkcji pielęgnacyjnych środków kosmetycznych – kremów, toników, środków myjących.

Herbata, ani jej ekstrakty, nie są antydotum na choroby będące wynikiem stresu oksydacyjnego i nie zastąpią terapii farmakologicznej. Jednak nie ulega wątpliwości, że mogą wspomóc organizm w walce z chorobą, czy też złagodzić skutki uboczne radioterapii i chemioterapii. Obserwowano ostatnio również prooksydacyjne działanie katechin zielonej herbaty, jednak istnieje małe prawdopodobieństwo zachodzenia tych reakcji w warunkach *in vivo* (48).

dr Justyna Ostrowska
Bibliografia u autorki

Pytania testowe

(zaznacz prawidłową odpowiedź)

1. Wśród związków polifenolowych w naparze zielonej herbaty w największych ilościach występują:

- a. depsydy
- b. katechiny
- c. procyjanidyny
- d. fenolokwasy

2. Wśród składników herbat najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne posiadają:

- a. związki polifenolowe
- b. węglowodany
- c. białka
- d. aminokwasy

3. Katechiny i teaflawiny posiadają zdolność chelatowania jonów:

- a. potasu
- b. glinu
- c. miedzi
- d. fluoru

4. Ochrona przed próchnicą spowodowana jest głównie obecnością w herbatach:

- a. węglowodanów i lipidów
- b. polifenoli i jonów fluorkowych
- c. aminokwasów i białek
- d. lotnych aldehydów

(Rozwiązania szukaj w numerze)

Leczenie szpiczaka mnogiego

Lenalidomid (Revlimid firmy Celgene) został pozytywnie zaopiniowany przez europejską CHMP ze wskazaniem do stosowania w leczeniu szpiczaka mnogiego, w terapii skojarzonej z deksametazonem u pacjentów, którzy przeszli już przynajmniej jedną terapię. Lek ten jest już zarejestrowany w USA z tym wskazaniem oraz ze wskazaniem do leczenia pacjentów z syndromem mielodysplastycznym (związanym z transfuzjami krwi). Pierwszym lekiem z tej grupy był talidomid, który jest obecnie stosowany w leczeniu szpiczaka mnogiego, ale u pacjentów, którzy nie byli wcześniej leczeni. Lenalidomid jest analogiem talidomidu, nie wykazuje działań ubocznych, charakterystycznych dla talidomidu, jak sedacja, zakrzepy żyłne, zaparcia czy neuropatie.

(SCRIP 2007, 3246, 24 – oprac. AG)

Komórki macierzyste w leczeniu cukrzycy typu 1

Po raz pierwszy naukowcy zastosowali z sukcesem komórki macierzyste szpiku pacjentów w leczeniu cukrzycy typu 1.

W JAMA opublikowano wyniki badania przeprowadzonego w Brazylii przez dr. J. Voltarelli z Uniwersytetu Medycznego Ribeirao Preto i dr. R. Burt z Uniwersytetu Północnozachodniego.

U 15 chorych z rozpoznąą cukrzycą typu 1, po zastosowaniu immunosupresji przeszczepiono autologiczne, niemieloblastyczne, hematopoetyczne komórki macierzyste. U 14 z tych chorych w czasie obserwacji trwającej od 7 do 36 miesięcy można było odstawić insulinę na różnie długi okres. Po raz pierwszy pacjent leczony insuliną z powodu cukrzycy typu 1 mógł ją odstawić na pewien czas. Jest to równocześnie pierwsza próba leczenia cukrzycy za pomocą przeszczepienia komórek macierzystych.

W cukrzycy typu 1, która dotyka 5–10 proc. wszystkich chorych na cukrzycę i zaczyna się najczęściej w dzieciństwie, komórki beta wysp trzustkowych ulegają zniszczeniu przez system immunologiczny. W momencie rozpoznania zniszczone jest 60–80 proc. masy komórek beta.

W oparciu o wcześniejsze badania chorych z cukrzycą i z innymi chorobami związanymi z autoagresją, jak np. stward-

nienie rozsiane czy reumatoidalne zapalenie stawów, naukowcy mieli nadzieję, że przez zniszczenie patologicznie funkcjonujących komórek systemu odpornościowego (limfocytów) i zastąpienie ich potem prawidłowymi z własnego szpiku chorego, można będzie zapobiec dalszej destrukcji pozostałych jeszcze komórek beta wysp trzustkowych. Wybrano pacjentów, u których rozpoznanie cukrzycy zostało ustalone w ciągu poprzedzających 6. tygodni.

U chorych z cukrzycą typu 2 nie można stosować takiej terapii, ponieważ cukrzyca typu 2 nie jest zaburzeniem autoimmunologicznym.

Nadal trwają prace dotyczące mechanizmu działania nowej terapii. Na obecnym etapie nie można wykluczyć możliwości, że komórki macierzyste szpiku mogą różnicować się w nowe komórki beta wysp, jednak wstępne dane sugerują „naprawę” systemu immunologicznego polegającą na tolerancji własnego fenotypu. Niezbędne są dalsze obserwacje, żeby potwierdzić „trwanie” niezależności od insuliny. Zwrócono uwagę, że okres względnej remisji, który trwa kilka miesięcy, może się przedłużyć na więcej niż rok. W badaniu 1 pacjent nie wymagał stosowania insuliny przez 35 miesięcy, 4 – 21 miesięcy, 7 – przynajmniej 6 miesięcy.

Inne parametry również wskazywały, że leczenie było skuteczne, poziom HbA1c utrzymywał się w granicach 7 proc. i jego obniżenie było statystycznie znamienne u 13 z 14 chorych.

Konieczne są dalsze randomizowane badania na większej grupie pacjentów, chociaż przeprowadzenie badania z użyciem ślepej próby może nie być możliwe, ponieważ chorzy muszą być informowani, czy są leczeni komórkami macierzystymi czy nie.

U badanych chorych jedynym poważnym powikłaniem było zapalenie płuc w jednym przypadku i późne dysfunkcje endokrynologiczne w dwu kolejnych (nadczynność tarczycy, hipogonadyzm). Jednak naukowcy nie mogą wykluczyć możliwości wystąpienia późniejszych powikłań związanych ze stosowaniem wysokich dawek chemioterapeutyków w celu supresji układu immunologicznego, włącznie z rozwojem nowotworów. Jednak jest to mało prawdopodobne z uwagi na krótki okres immunoterapii.

(SCRIP 2007, 3251, 25 – oprac. A.L.)