

Prehľad klinických a predklinických štúdií o účinkoch *Chlorelly pyrenoidosa* a listov mladého jačmeňa na organizmus

Doc. RNDr. Peter Kubatka, PhD.¹, doc. MUDr. Renata Péčová, PhD.², doc. MUDr. Martin Péč, PhD.¹

¹Ústav lekárskej biológie, Jesseniova lekárska fakulta v Martine, Univerzita Komenského v Bratislave

²Ústav patologickej fyziológie, Jesseniova lekárska fakulta v Martine, Univerzita Komenského v Bratislave

V súčasnosti nie sú pochybnosti o tom, že existuje úzky vzťah medzi výživou a závažnými ochoreniami, akými sú rakovina, kardiovaskulárne či neurodegeneratívne ochorenia. Výhody diéty bohatej na rastlinné zložky spočívajú v komplexnom pôsobení veľmi širokého spektra fytochemikálií. Predpokladané aditívne a synergické pôsobenie zmesi fytochemikálií pri rastlinných funkčných potravinách zodpovedá za ich pleiotropné účinky v organizme. Neustále pribúdajú štúdie, ktoré naznačujú, že flavonoidy či karotenoidy majú okrem protirakovinových aj ďalšie biologické účinky, napríklad protizápalový, neuroprotektívny, antialergický a antiagregačný, vďaka čomu by mohli zohrávať úlohu v ochrane pri viacerých typoch ochorení. Bohatými zdrojmi biologicky aktívnych látok sú tzv. zelené potraviny, napríklad *Chlorella pyrenoidosa* alebo listy mladého jačmeňa, ktorých konzumácia je u ľudí čoraz viac populárnejšia. Tento článok sumarizuje aktuálne vedecké poznatky o účinkoch *Chlorelly pyrenoidosa* a listov mladého jačmeňa v prevencii a liečbe civilizačných ochorení.

Kľúčové slová: civilizačné choroby, rastlinné funkčné potraviny, fytochemikálie, *Chlorella pyrenoidosa*, mladý jačmeň.

The review of clinical and preclinical studies about the effects of *Chlorella pyrenoidosa* and young barley leaves on organism

Currently, there is no doubt that there is a close relationship between nutrition and serious diseases such as cancer, cardiovascular and neurodegenerative diseases. The benefit of diet rich in fruits, vegetables, and whole grains is attributed to complex mixture of phytochemicals present in these whole foods. The additive and synergistic effects of phytochemicals in plant functional foods are responsible for their potent pleiotropic activities in organism. There are many studies, suggesting that flavonoids and carotenoids substances display anti-tumor and many other biological effects, e. g. anti-inflammatory, neuro-protective, anti-allergic, and anti-aggregatory, thus could play a role in the protection of several types of disease. Rich sources of biologically active substances are „green foods“ such as *Chlorella pyrenoidosa* or young barley leaves; their consumption in humans is becoming more popular. This article summarizes current scientific knowledge about the effects of *Chlorella pyrenoidosa* or young barley leaves in the prevention and treatment of diseases of civilization.

Key words: diseases of civilization, plant functional foods, phytochemicals, *Chlorella pyrenoidosa*, young barley.

Via pract., 2015, 12(5): 204–207

Úvod

Napriek značným pokrokom v liečbe, predstavujú civilizačné ochorenia, akými sú rakovina, kardiovaskulárne ochorenia, neurodegeneratívne ochorenia či diabetes, veľmi vážny medicínsky, ale aj celospoločenský problém (1). Jedným z dôležitých prístupov znižovania výskytu civilizačných ochorení je chemoprevenčia. Chemoprevenčia, do ktorej patrí aj použitie prírodných látok na zníženie rizika ochorenia, sa v súčasnosti stáva oblasťou intenzívneho výskumu. Väčšina týchto prírodných látok je rastlinného pôvodu a tieto sa označujú ako fytochemikálie. Fytochemikálie definujeme ako bioaktívne nenutričné rastlinné zložky v rastlinných potravinách, ktorých konzumácia sa spája s poklesom výskytu rizika vážnych ochorení. Cieľom intenzívneho vedeckého bádania v súčasnosti je identifikácia a vyhodnotenie mechanizmu účinku jednotlivých fytochemikálií na organizmus, čo umožní lepšie pochopiť výhody ich konzumácie pre zdravie človeka. Pri fytochemikáliách

boli preukázané antioxidantné, protizápalové, antiproliferatívne a antiangiogénne účinky či schopnosť indukovať apoptózu (2). Je zrejme, že za pozitívne účinky prirodzených substancií (tzv. funkčných rastlinných potravín) na ľudské zdravie nezodpovedá iba jedna chemická látka, ale ide o aditívny či synergický efekt pôsobenia desiatok rôznych fytochemikálií. Medzi najznámejšie a najpočetnejšie fytochemikálie patria polyfenoly. Podľa štruktúry sa delia na rôzne skupiny, pričom sem patria aj intenzívne študované flavonoidy. Neustále pribúdajú štúdie, ktoré naznačujú, že flavonoidy majú okrem antioxidantných a protirakovinových účinkov aj ďalšie biologické účinky, napríklad neuroprotektívny, antialergický a antiagregačný, vďaka čomu by mohli zohrávať úlohu v ochrane pri viacerých typoch ochorení (3). Ďalšou intenzívne študovanou skupinou fytochemikálií sú karotenoidy. Tieto pigmenty sú zaujímavé nielen z pohľadu antioxidantného potenciálu, ale aj ovplyvnenia procesov bunkového delenia, diferenciácie a apoptózy.

Medzi významné zdroje fytochemikálií patria produkty – *Chlorella pyrenoidosa* a listy mladého jačmeňa. *Chlorella pyrenoidosa* – sladkovodná riasa, je zaujímavá obsahom rôznych druhov karotenoidov. Najvyššie zastúpenie má all-trans-luteín, potom nasleduje cis izomér luteínu, all-trans-alfa-karotén, zeaxantín, cis izomér beta-karoténu, all-trans-beta-karotén, cis izomér alfa-karoténu, beta-kryptoxantín, neoxantín, cis izomér neoxantínu, neochróm, auroxantín, violaxantín a cis izomér violaxantínu (4). Ďalšie karotenoidy a skupina polyfenolov sú pri *Chlorelle p.* zastúpené v nižších množstvách. Fytochemikálie listov mladého jačmeňa (*Hordeum vulgare*, *L. phylloma*) sú zastúpené flavónmi, leukoantokyandinmi, katechínmi a kumarínmi. Významnými antioxidantmi pri mladých listoch jačmeňa sú flavónové glykozidy – saponarín a lutonarín (5) a 2"-O-glykosylisovitexín (6).

Tento odborný článok je zostavený ako súhrn vedeckých poznatkov o účinkoch *Chlorelly pyrenoidosa* a listov mladého jačmeňa v prevencii a liečbe rakoviny, kardiovaskulárnych ochore-

ní, neurodegeneratívnych ochorení a diabetu dostupných z databázy Web of Science™ za obdobie rokov 1990 – 2015.

Rakovina

Na základe protinádorových vlastností môžu fytochemikálie v prirodzených substancích priniesť pre klinickú onkológiu nové terapeutické prístupy, či už v chemoprevenii, alebo v liečbe nádorového ochorenia. Na našom pracovisku (Ústav lekárskej biológie Jesseniovej lekárskej fakulty v Martine Univerzity Komenského v Bratislave) sa problematikou experimentálnej mamárnej karcinogenézy zaoberáme 18 rokov, pričom analýze protinádorového účinku rastlinných funkčných potravín sa venujeme posledné roky (pracovná skupina vedená doc. Kubatkom). V experimentoch používame panenské samice potkanov kmeňa Sprague-Dawley z chovnej stanice Charles River Germany vo veku 32 – 36 dní. Mamárnu karcinogenézu vyvoláme intraperitoneálnou aplikáciou N-metyl-N-nitrozourey (Sigma, Deisenhofen, Nemecko) medzi 40. – 46. postnatálnym dňom v dávke 50 mg/kg hmotnosti zvieratá. Tento vysokovalidný, vo svete využívaný experimentálny model imituje situáciu u zdravých, ale vysokorizikových žien. Týždeň pred aplikáciou karcinogénu začíname s chemopreveniou, ktorá trvá asi 15 týždňov až do ukončenia experimentu. Rastlinné substancie aplikujeme v potrave (SSNIFF, Spezialdiäten GmbH, Soest, Nemecko). Zvieratá v počte 75 kusov sú rozdelené do 3 skupín: 1. kontrolná skupina bez chemoprevenie, 2. skupina s fytosubstanciou v nižšej koncentrácii (odvodená od klinického dávkovania), 3. skupina s fytosubstanciou vo vyššej koncentrácii (vhodná pre potkany). V našich nedávnych experimentoch *Chlorella pyrenoidosa* bohatá na karotenoidy výrazne redukovala frekvenciu mamárnych nádorov u samíc potkanov o 61 % voči neliečenej kontrole, pričom v liečených karcinómoch vyvolávala apoptózu (programovanú smrť) nádorových buniek a antiangiogénny efekt. *Chlorella* zlepšovala prognózu liečených karcinómov (nižší stupeň malignity) u potkanov. *Chlorella* u zvierat signifikantne redukovala plazmatické triacylglyceroly a LDL-cholesterol (7). Okrem toho *chlorella* v ľudských nádorových bunkách prsníka (MCF-7) vyvolávala apoptózu a mala antiproliferatívny efekt. Použitím rovnakého modelu rakoviny prsníka u samíc potkanov sme zaznamenali podobné pozitívne výsledky aj pri mladom jačmeni. Mladý jačmeň redukoval frekvenciu mamárnych nádorov u samíc potkanov o 37 % voči neliečenej kontrole, v liečených karcinómoch vyvolával apoptózu, prejavil signifikantný antiangiogénny a antiproliferatívny efekt. Jačmeň signifikantne

redukoval LDL-cholesterol v plazme u zvierat (Kubatka et al., nepublikované). Mladý jačmeň v ľudských nádorových bunkách prsníka (MCF-7 línie) vyvolával apoptózu a potláčal delenie nádorových buniek.

V inej experimentálnej štúdii japonských autorov bolo cieľom analyzovať vplyv *Chlorelly pyrenoidosa* na výskyt ložísk glutatión S-transferázy (marker preneoplastických lézií) v pečeni u potkanov. U samcov potkanov, ktorí prijímali v diéte *Chlorellu pyrenoidosa* (10 % w/w), bol iniciovaný vznik lézií v pečeni (model hepatokarcinogenézy) 2 látkami: dietylNitrozamínom (DEN) a 2-amino-3,8-dimetylimidazo[4,5-f]quinoxalínom (MeIQx). V experimente s použitím DEN bola u potkanov znížená frekvencia lézií o 68 % a objem lézií o 74 % voči kontrole. Po použití MeIQx bol objem lézií znížený o 52 % voči kontrole. Výsledky poukázali na výrazný chemopreventívny účinok *Chlorelly pyrenoidosa* v hepatokarcinogenéze u potkanov. Tento výsledok favorizuje *chlorellu* ako potenciálne vhodný doplnok výživy v prevencii rakoviny pečene aj u človeka (8).

Glióm je mozgový tumor so zlou prognózou, a to hlavne z dôvodu prítomnosti samotného tumoru v mozgovom tkanive, respektíve v dôsledku liečby, ktorá výrazne zhoršuje parametre imunitného systému. V klinickej štúdii bola *chlorella* podávaná 21 pacientom (15 malo glioblastóm, 4 low-grade astrocytóm, 1 anaplastický astrocytóm, 1 high-grade oligodendroglióm). Pacienti boli 1-krát mesačne neurologicky vyšetrovaní, a to minimálne 2 roky, respektíve pokiaľ žili. Snímky mozgu a krvné testy boli vykonávané každé 3 – 4 mesiace. Vyšetrenia krvi zahŕňali analýzy počtu leukocytov – krvné diferenciály vrátane NK buniek, T buniek a in vitro testy aktivity lymfocytov. Pacienti mali vďaka liečbe *chlorellou* parametre imunitného systému v normálnych alebo normálu blízkom hodnotám. Chemoterapia alebo liečba steroidmi tieto parametre zhoršovala. Po vyše 2 rokoch štúdie bol pozorovaný u pacientov nižší výskyt respiračných infekcií a chrípkových viróz. Výsledky tejto štúdie preukázali benefit pravidelného užívania *chlorelly* u pacientov s gliómom. Autori vyjadrili presvedčenie, že sú potrebné ďalšie štúdie vrátane štúdií na zvieratách, ktoré budú bližšie definovať napríklad mechanizmus účinku *chlorelly* (9).

Kardiovaskulárne ochorenia

Ateroskleróza predstavuje ochorenie tepien, pri ktorom sa do poškodenej cievnej steny, pravdepodobne z dôvodu chronickej zápalovej reakcie, ukladajú najmä tuky a z nich predovšetkým cholesterol. Priesvit ciev sa týmto procesom zužuje, čím sa zhoršuje prietok krvi v príslušných

častiach organizmu. Uvedené zmeny prispievajú k nárastu výskytu trombózy a tromboembolizmu.

Do klinickej štúdie autorov Yu et al. (1) bolo zahrnutých 40 hyperlipidemických pacientov – fajčiarov a nefajčiarov, ktorí konzumovali 15 g extraktu mladého jačmeňa alebo 60 g perličkového jačmeňa (slzovka) denne počas 4 týždňov. Z krvi boli analyzované parametre lipidového profilu a stupeň oxidácie LDL častíc (parameter rizika aterosklerozy trombózy). Po liečbe boli celkový cholesterol a LDL-cholesterol redukované mladým jačmeňom aj perličkovým jačmeňom. Oba produkty potláčali oxidáciu LDL častíc (lipoproteíny s nízkou hustotou), pričom mladý jačmeň vykázal silnejší antioxidačný účinok ako perličkový jačmeň. Antioxidačné účinky jačmeňa boli výraznejšie u nefajčiarov ako u fajčiarov.

V inej štúdii japonskí autori sledovali vplyv mladého jačmeňa na potkany s vysokým cholesterolom, ale tiež v klinickej štúdii u zdravých jedincov. Zvieratá boli rozdelené do 3 skupín: a) s normálnou diétou, b) s diétou obsahujúcou cholesterol, c) diéta s cholesterolom a mladým jačmeňom v koncentrácii 4 % (w/w). Zvieratá boli v experimente 4 týždne. V klinickej štúdii bolo zahrnutých 15 zdravých jedincov s priemernou plazmatickou hladinou cholesterolu 5,20 mmol/l, ktorí počas 12 týždňov pili nápoj z mladého jačmeňa. Na konci štúdie boli celkový cholesterol a LDL-cholesterol významne znížené tak u zvierat, ako aj u ľudí. Autori zistili, že mladý jačmeň lieči hypercholesterolémiu na základe silnej schopnosti viazať žľčovú kyseliny v čreve (11). Hypolipidemické účinky mladého jačmeňa pozorované pri oboch štúdiách poukazujú na jeho preventívne pôsobenie voči ateroskleróze.

Taiwanskí autori (12) sledovali vplyv *Chlorelly pyrenoidosa* na plazmatický lipidový profil (triglyceridy, celkový cholesterol, LDL- a HDL-cholesterol) u potkanov a škrečkov živených vysokotukovou diétou. Analýzy prebiehali po 2, 4 a 8 týždňoch liečby. U zvierat bez liečby *chlorellou* a súčasne živených vysokotukovou diétou boli triglyceridy, celkový cholesterol a LDL cholesterol zvýšené (2., 4., 8. týždeň experimentu). Liečba *chlorellou* signifikantne znížila triglyceridy, celkový cholesterol a LDL cholesterol porovnaním voči neliečeným kontrolám tak u potkanov, ako aj škrečkov. Okrem toho bol pomer celkový cholesterol/HDL cholesterol (parameter výskytu koronárnej choroby srdca) znížený vo všetkých skupinách zvierat liečených *chlorellou*. *Chlorella* u laboratórnych zvierat dlhodobo živených vysokotukovou diétou znižovala resorpciu nadbytočných tukov v tenkom čreve, čím predchádzala hyperlipidémiám, a tým aj ateroskleróze.

Hypertenziu charakterizujeme ako vysoký krvný tlak s hodnotou 160/95 mmHg a viac, respektíve ako hodnotu, ktorá sa nachádza nad hodnotami primeranými veku. Do štúdie amerických autorov (13) bolo zahrnutých 33 jedincov s hypertenziou, ktorým počas 4 týždňov vymenili antihypertenzíva za placebo. Po tomto období u 24 pacientov zostal diastolický tlak medzi hodnotami 90–115 torr a títo následne pokračovali v štúdiu s tým, že konzumovali *Chlorellu pyrenoidosa* v dennej dávke 10 g tabliet a 100 ml extraktu. Po 2 mesiacoch liečby priemerný diastolický tlak u týchto jedincov klesol na hodnotu 96,5 torr, pričom 25 % pacientov (6/24) mali diastolický tlak nižší ako 90 torr. U jedincov, ktorí na liečbu neodpovedali, nebol pozorovaný signifikantný nárast hodnôt krvného tlaku. V dotazníkoch pacienti referovali o významne zlepšenom zdravotnom stave po konzumácii chlorelly. Autori tejto štúdie vyslovili záver, že jedinci s miernou až strednou hypertenziou vykazovali zlepšenie, respektíve stabilizáciu hodnôt po liečbe chlorellou.

Tehotenská anémia a hypertenzia predstavuje bežné, ale súčasne nebezpečné ochorenia u žien. Predpokladá sa, že nevhodné zloženie stravy významne napomáha k ich výskytu. Chlorella obsahuje veľa kyseliny listovej, vitamín B₁₂ a železo, čo sú nutrienty pôsobiace preventívne na anemické stavy a hypertenziu u tehotných žien. Do štúdie autorov Nakano et al. (14) bolo zapojených 70 japonských tehotných žien. Kontrolnú (neliečenú) skupinu tvorilo 38 žien, skupinu liečenú chlorellou 32 žien. Chlorella bola podávaná denne v množstve 6 gramov v období od 12. – 18. týždňa gravidity až do pôrodu. Chlorella v 2. a 3. trimestri tehotenstva významne znížila počet anemických žien (hemoglobín < 11 g/dL) voči neliečeným ženám. Okrem toho chlorella významne znížila výskyt proteinúrie a edémov (stabilizácia funkcie obličiek) a tiež tehotenskú hypertenziu počas 3. trimestra.

Neurodegeneratívne ochorenia

Parkinsonova choroba predstavuje progresívne neurodegeneratívne ochorenie vedúce k invalidizácii. Pri tomto ochorení v bazálnych gangliách mozgu chýba neurotransmitter dopamín, čo spôsobuje typické príznaky ochorenia, akými sú pokojový tras, svalová stuhnutosť, bradykinéza, poruchy postoja a chôdze. Existuje hypotéza, že zápalový proces predstavuje kľúčový patogénny faktor pri Parkinsonovej chorobe. *Chlorella pyrenoidosa* vykazuje zjavné protizápalové aktivity – predpokladá sa tak jej ochranný účinok pri neurodegeneratívnych ochoreniach. V modeli Parkinsonovej choroby u myší (použitím 1-metyl-4-fenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridínu) bolo

cieľom autorov analyzovať účinky chlorelly na motoriku, syntézu dopamínu, aktivitu mikroglií a funkcie imunitného systému. Výsledky ukázali, že chlorella po niekoľkých dňoch liečby u zvierat redukovala bradykinéziu, zvýšila hladiny dopamínu a jeho metabolitov v podkôrových oblastiach predného mozgu, zvýšila hladiny tyrozínkinázy u myší (zabezpečuje syntézu dopamínu), redukovala plazmatické hladiny TNF-alpha, interleukínu-1beta a interleukínu-6 (parametre zápalovej reakcie), zvýšila aktivitu diamín-oxidázy (redukuje histamín, ktorý je pro-zápalovým mediátorom) v plazme a zvýšila vylučovanie imunoglobulínu A v tenkom čreve, čím pozitívne ovplyvnila imunitný systém organizmu (15).

Existuje hypotéza, že xantofily – polárne karotenoidy, napríklad luteín, ktorý sa v hojnom množstve vyskytuje v chlorelle – môžu inhibovať peroxidáciu lipidov plazmatickej membrány buniek (tento proces poškodzuje funkciu buniek). U pacientov so senilnou demenciou alebo s Alzheimerovou chorobou bolo v membráne erytrocytov pozorované výrazné hromadenie fosfolipid-hydroperoxidu, čo odzrkadľuje proces hromadenia tohto produktu aj v plazmatickej membráne nervových buniek. Cieľom klinickej štúdie bolo hodnotenie vplyvu chlorelly podávanej 2 mesiace (8 g/deň = 22,9 mg luteínu) na procesy peroxidácie lipidov a hladiny luteínu v erytrocytoch a plazme. Štúdie sa zúčastnilo 12 zdravých seniorov, štúdia bola randomizovaná a dvojito-slepá, placebo kontrolovaná. Po 2 mesiacoch liečby chlorellou boli koncentrácie luteínu v erytrocytoch a v plazme v porovnaní so skupinou placebo zvýšené, koncentrácie peroxid-lipidov v erytrocytoch boli znížené v porovnaní s koncentraciami na začiatku liečby. Výsledky dokazujú, že chlorella potlačila peroxidáciu lipidov v membránach erytrocytov prostredníctvom svojej antioxidačnej ochrany. Tento efekt chlorelly prispieva k normálnej funkcii erytrocytov a poukazuje na jej protektívny účinok aj pri iných bunkách organizmu, čím môže predchádzať vzniku senilnej demencie u ľudí (16).

Model urýchlenej demencie u myší je charakterizovaný nefunkčným enzýmom degradujúcim aldehydy, ktoré spôsobujú oxidačný stres poškodzujúci nervové tkanivo. Cieľom ďalšej štúdie bolo sledovať vplyv chlorelly na oxidačný stres a kognitívne funkcie (použitím „Morris water-maze“ a „Object recognition“ testov). Kognitívne schopnosti jedinca charakterizujú celkový intelekt, pamäť a schopnosť učiť sa. Chlorella v japonskej štúdiu (17) významne redukovala oxidačný stres a signifikantne chránila kognitívne schopnosti myší. Chlorella znížila počet aktivovaných astrocytov v mozgu myší (marker zápalovej reakcie).

Výsledky štúdie ukázali, že dlhodobé užívanie chlorelly má potenciál chrániť pred progresiou kognitívneho poškodzovania.

Diabetes mellitus

Diabetes mellitus je hormonálne ochorenie, ktoré sa prejavuje zvýšenou hladinou glukózy v krvi – hyperglykémiou, a následnou poruchou metabolizmu sacharidov v ľudskom tele. Príčinou diabetu je buď chýbanie inzulínu (typ I), alebo poruchy jeho využitia bunkami organizmu (typ II). Úlohou inzulínu je zabezpečiť vstup glukózy do bunky.

V experimentálnej štúdiu Chernga a Shiha (18) boli hodnotené účinky chlorelly na hladiny plazmatickej glukózy a inzulínu. Prvú skupinu zvierat tvorili diabetické myši (indukcia streptozotocínom) s hyperglykémiou, ktoré dostávali chlorellu. V tejto skupine zvierat chlorella neznižovala hyperglykémiiu, avšak po podaní exogénneho inzulínu chlorella predĺžila jeho hypoglykemický efekt. Druhú skupinu zvierat predstavovala kontrola, t. j. zdravé myši (s vlastným endogénnym inzulínom), ktoré dostávali chlorellu. U týchto zvierat bol vplyvom chlorelly pozorovaný predĺžený hypoglykemický efekt. Tretia skupina bola pozitívna kontrola, v ktorej zdravé myši dostávali antidiabetikum glíbenklamid. Tu bol pozorovaný najvýraznejší hypoglykemický efekt, keďže uvedené liečivo má schopnosť zvyšovať sekréciu inzulínu z pankreasu. Výsledky tejto štúdie jednoznačne poukázali na skutočnosť, že chlorella zosilňuje hypoglykemický efekt exogénneho aj endogénneho (vlastného) inzulínu, a to mechanizmom zvyšovania citlivosti buniek na inzulín, a teda jeho lepšieho využitia v organizme.

Záver

Je zrejme, že zdravotný benefit tzv. racionálneho stravovania spočíva v konzumácii celých rastlinných potravín. Podstata výrazného účinku *Chlorelly pyrenoidosa* a mladého jačmeňa na organizmus spočíva vo vysokom obsahu desiatok rôznych biologicky aktívnych fytochemikálií pôsobiacich aditívne alebo synergicky. Cesta konzumácie izolovaných jednotlivých fytochemikálií neprináša očakávaný pozitívny efekt na zdravie organizmu. *Chlorella pyrenoidosa* a mladý jačmeň vykazujú v klinických a predklinických štúdiách zreteľne pozitívne účinky v prevencii vážnych civilizačných ochorení, akými sú kardiovaskulárne ochorenia, rakovina, neurodegeneratívne ochorenia či diabetes. Oba produkty boli v klinických a experimentálnych štúdiách dobre tolerované a sú vhodné na pravidelné (každodenné) užívanie v prevencii a liečbe najzávažnejších civilizačných ochorení. Na

základe mechanizmu účinku (antioxidačný účinok) majú fytochemikálie oboch zelených potravín schopnosť chrániť genetickú informáciu buniek organizmu a dokázateľne prejavujú účinky predlžujúce život („anti-aging“ efekt). Široké spektrum fytochemikálií má schopnosť viazať sa na receptory buniek ľudského organizmu, a tým spúšťať alebo blokovať bunkové signálne dráhy, výsledkom čoho je zapínanie alebo vypínanie konkrétnych génov s výsledným blahodarným účinkom na ľudské zdravie. Na základe tejto skutočnosti je zrejme, že fytochemikálie zelených potravín budú efektívne v prevencii a liečbe aj pri veľkom množstve iných civilizačných ochorení, ktoré súvisia s chybnou funkciou génov a/alebo s oxidačným poškodením bunkových makromolekúl, napríklad pri alergiách, reumatických ochoreniach, pri chorobách očí (makulárna degenerácia sietnice, katarakty), depresiách a iných.

Konflikt záujmov: Autorom nie je známy žiaden konflikt záujmov. Štúdie animálneho modelu rakoviny prsníka boli podporené grantom Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR, VEGA č. 1/0071/13. Článok nebol sponzorovaný žiadnou farmaceutickou spoločnosťou a materiály k nemu si zaobstarali autori sami.

Literatúra

1. Ferlay J, Shin HR, Bray F, et al. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *Int. J. Cancer*. 2010;127:2893–2917.
2. Kuo YF, Su YZ, Tseng YH, et al. Flavokawa in B, a novel chalcone from *Alpinia pricei* Hayata with potent apoptotic activity: Involvement of ROS and GADD153 upstream of mitochondria-dependent apoptosis in HCT116 cells. *Free Rad. Biol. Med.* 2010;49:214–226.
3. Yiannakopoulou. Effect of green tea catechins on breast carcinogenesis: a systematic review of in-vitro and in-vivo experimental studies. *Eur. J. Cancer Prev.* 2014;23:84–89.
4. Inbaraj BS, Chien JT, Chen BH. Improved high performance liquid chromatographic method for determination of carotenoids in the microalgae *Chlorella pyrenoidosa*. *J. Chromatogr. A*. 2006;1102:193–199.
5. Markham KR, Mitchell KA. The mis-identification of the major antioxidant flavonoids in young barley (*Hordeum vulgare*) leaves. *Z. Naturforsch. C*. 2003;58:53–56.
6. Osawa T, Katsuzaki H, Hagiwara, Y, et al. A novel antioxidant isolated from young green barley leaves. *J. Agric. Food Chem.* 1992;40:1135–1138.
7. Kubatka P, Kapinová A, Kruzliak P, et al. Antineoplastic effects of *Chlorella pyrenoidosa* in the breast cancer model. *Nutrition*. 2015;31:560–569.
8. Takekoshi H, Mizoguchi T, Komasa Y, et al. Suppression of glutathione S-transferase placental form-positive foci development in rat hepatocarcinogenesis by *Chlorella pyrenoidosa*. *Oncol. Rep.* 2005;14:40–414.
9. Merchant RE, Rice CD, Young HF. Dietary *Chlorella pyrenoidosa* for patients with malignant glioma: Effects on immunocompetence, quality of life, and survival. *Phytotherapy Res.* 1990;4:220–231.
10. Yu YM, Chang WC, Liu CS, Tsai CM. Effect of young barley leaf extract and adlay on plasmalipids and LDL oxidation in hyperlipidemic smokers *Biol. Pharm. Bull.* 2004;27:802–5.
11. Koga R, Tsubata M, Ikeguchi M, et al. Hypercholesterolemia-reducing effect of young barley leaf powder. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* 2013;60:19–24.
12. Cherng JY, Shih MF. Preventing dyslipidemia by *Chlorella pyrenoidosa* in rats and hamsters after chronic high fat diet treatment. *Life Sci.* 2005;76:3001–3013.
13. Merchant RE, Andre CA, Sica DA. Nutritional supplementation with *Chlorella pyrenoidosa* for mild to moderate hypertension. *J. Med. Food.* 2002;5:141–152.
14. Nakano S, Takekoshi H, Nakano M. *Chlorella pyrenoidosa* supplementation reduces the risk of anemia, proteinuria and edema in pregnant women. *Plant Food. Hum. Nutr.* 2010;65:25–30.
15. Chen PB, Wang HC, Liu YW, et al. Immunomodulatory activities of polysaccharides from *Chlorella pyrenoidosa* in a mouse model of Parkinson's disease. *J. Funct. Foods.* 2014;11:103–113.
16. Miyazawa T, Nakagawa K, Takekoshi H, et al. Ingestion of *Chlorella* reduced the oxidation of erythrocyte membrane lipids in senior Japanese subjects. *J. Oleo Sci.* 2013;62:873–881.
17. Nakashima Y, Ohsawa I, Konishi F, et al. Preventive effects of *Chlorella* on cognitive decline in age-dependent dementia model mice. *Neurosci. Lett.* 2009;464:193–198.
18. Cherng JY, Shih MF. Potential hypoglycaemic effects of *Chlorella* in streptozotocin-induced diabetic mice. *Life Sci.* 2005b;77:980–990.

Doc. RNDr. Peter Kubatka, PhD.

Ústav lekárskej biológie JLF UK
Malá Hora 4, 036 01 Martin
kubatka@jfm.uniba.sk