

## **Vznik voľných radikálov a ich eliminácia prírodnými antioxidantami ovsa**

LUCIA BRINDZOVÁ - MÁRIA TAKÁCSOVÁ - ERNEST ŠTURDÍK

**SÚHRN.** Voľné radikály vznikajú pôsobením rozličných faktorov v rôznych prostrediach. Zvýšená pozornosť sa venuje tvorbe voľných radikálov v potravinách a ich vplyvu na vznik produktov autooxidácie. Tieto nežiaduce procesy sú spomalené prítomnosťou antioxidantov, ktoré môžu byť prírodné alebo syntetické. V poslednom období sa preferujú najmä prírodné antioxidanty, ktoré sú zložkami najmä rastlinných produktov. Takéto sa vyskytujú aj v ovse, ktorý sa tak zaraďuje medzi významné druhy cereálií a to nielen vzhľadom na zastúpenie zlúčenín s antioxidačným účinkom - napr. tokoferoly, avenantramidy, fenolové zlúčeniny, ktoré zneškodňujú voľné radikály, ale aj ďalších výživovo dôležitých látok.

**Kľúčové slová:** voľné radikály; autooxidácia; antioxidanty; potraviny; ovos

Voľné radikály sú v posledných rokoch v popredí veľkého záujmu biologicky orientovaných vedeckých disciplín. Predpokladá sa, že voľné radikály na jednej strane umožnili vznik života na Zemi, na druhej strane sa považujú za deštruktívne činitele pri zániku živých organizmov [1]. Definované sú ako atómy, molekuly alebo ich fragmenty, ktoré majú jeden alebo viac nespárených elektrónov a sú schopné, hoci krátky čas, samostatne existovať [2]. Tieto krátko žijúce intermediáty sú neoddeliteľnou súčasťou aeróbných organizmov [3], pričom zohrávajú dôležitú úlohu v mnohých metabolických pochodoch. Zúčastňujú sa na viacerých reakciách, často sú medziproduktami alebo substrátmi pre rôzne enzýmy. Okrem fyziologického pôsobenia sa voľné radikály podieľajú na mnohých patologických stavoch spôsobených poškodením molekúl a buniek. Negatívne pôsobia, ak nastane porušenie rovnováhy dvojice systémov oxidant-antioxidant v prospech oxidantov. Tento stav nazývame oxidačný stres [4, 5]. Vzniká pri nadbytočnej tvorbe reaktívnych foriem kyslíka (ROS, Reactive Oxygen Species) a reaktívnych

---

Ing. Lucia BRINDZOVÁ, Doc. Ing. Mária TAKÁCSOVÁ, PhD., Doc. Ing. Ernest ŠTURDÍK, CSc., Katedra výživy a hodnotenia potravín, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.  
Korešpondujúci autor: Ing. Lucia BRINDZOVÁ, e-mail: lucia.brindzova@stuba.sk

TAB. 1. Biologické efekty voľných radikálov [1].

TAB. 1. Biological effects of free radicals [1].

Efekt <sup>1</sup>	Dôsledok <sup>6</sup>
poškodenie DNA (cez tymín) <sup>2</sup>	zmeny v genetickom materiáli <sup>7</sup>
poškodenie proteínov <sup>3</sup>	zmeny enzýmovej aktivity <sup>8</sup>
poškodenie membránových lipidov a subcelulárnych organel <sup>4</sup>	zmeny integrity bunky <sup>9</sup>
poškodenie lipofuscínových pigmentov <sup>5</sup>	abnormality v metabolizme tukov <sup>10</sup>

1 - effect, 2 - damage of DNA (through thymine), 3 - damage of proteins, 4 - damage of membrane lipids and subcellular organelles, 5 - damage of lipofuscin pigments, 6 - consequence, 7 - changes in genetic materials, 8 - changes in enzyme activities, 9 - changes in cell integrity, 10 - abnormalities in lipid metabolism.

TAB. 2. Niektoré ochorenia súvisiace s voľnými radikálmi [1].

TAB. 2. Some disorders related to free radicals [1].

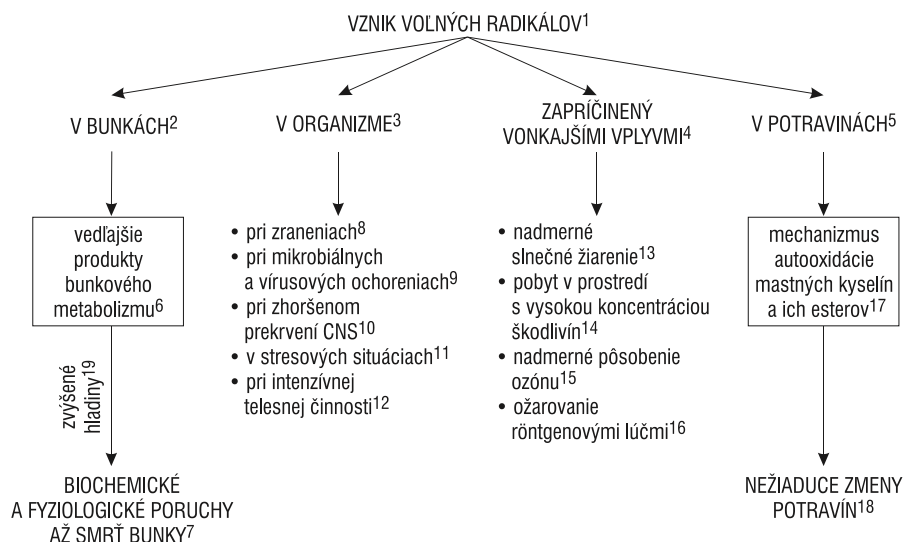
zápalové procesy <sup>1</sup>
imunologické ochorenia <sup>2</sup>
neurologické ochorenia <sup>3</sup>
ateroskleróza <sup>4</sup>
Alzheimerova choroba <sup>5</sup>
osteoartritída <sup>6</sup>
katarakta <sup>7</sup>
Parkinsonova choroba <sup>8</sup>
diabetes mellitus <sup>9</sup>
ischemicko-reperfúzne ochorenia <sup>10</sup>
kancerogenéza <sup>11</sup>
mutagenéza <sup>12</sup>
hepatálne ochorenia <sup>13</sup>
gastrointestinálne ochorenia <sup>14</sup>
očné ochorenia <sup>15</sup>
psoriáza <sup>16</sup>
starnutie <sup>17</sup>

1 - inflammation, 2 - immunological disorders, 3 - neurological disorders, 4 - atherosclerosis, 5 - Alzheimer's disease, 6 - osteoarthritis, 7 - cataract, 8 - Parkinson's disease, 9 - diabetes mellitus, 10 - ischemic-reperfusion injury, 11 - carcinogenesis, 12 - mutagenesis, 13 - hepatic diseases, 14 - gastrointestinal disorders, 15 - eye disorders, 16 - psoriasis, 17 - ageing.

foriem dusíka (RNS, Reactive Nitrogen Species), pri vysokej koncentrácii železa a obsahu lipidov alebo pri nedostatočnej antioxidačnej ochrane [6, 7]. Silná reaktivita ROS a RNS môže zapríčiniť funkčné poškodenie v organizme človeka a spustiť mutagenézu, karcinogenézu alebo starnutie [8-10]. Poškodenie biologického materiálu účinkom voľných radikálov môžeme vidieť v tab. 1 a niektoré ochorenia spôsobené voľnými radikálmi sú uvedené v tab. 2.

## Vznik voľných radikálov

Voľné radikály vznikajú pôsobením rôznych faktorov v životnom prostredí a v živých organizmoch na všetkých úrovniach [1]. Možné mechanizmy vzniku voľných radikálov znázorňuje obr. 1. Prvé dôkazy, že voľné radikály sú produkované aj v živých bunkách boli publikované v roku 1950. Použitím



OBR. 1. Mechanizmy vzniku voľných radikálov.

FIG. 1. Mechanisms of the formation of free radicals.

1- formation of free radicals, 2 - in cells, 3 - in organism, 4 - caused by exogenous effects, 5 - in food, 6 - of cellular metabolism, 7 - biochemical and physiological malfunction up to cell death, 8 - at injuries, 9 - at microbial and viral diseases, 10 - at encephalaemia, 11 - in stress situations, 12 - at intensive physical activity, 13 - extensive solar radiation, 14 - living in environments with high concentrations of harmful substances, 15 - extensive ozone effect, 16 - X-ray irradiation, 17 - autooxidation of fatty acids and their esters, 18 - undesirable changes in food, 19 - increased levels.

ESR (emisná spinová rezonancia) sa zároveň preukázalo, že hladina voľných radikálov bola vyššia v tkanivách, v ktorých prebiehala vyššia metabolická aktivita [11]. Za najväčšiu produkciu voľných radikálov v bunkách sú všeobecne zodpovedné najmä tieto štyri endogénne zdroje [12]:

- a) Radikály, ktoré vznikajú ako výsledok normálneho aeróbného dýchania. Mitochondrie spotrebúvajú molekulový kyslík a redukciami postupnými krokmi produkujú vodu. Nevyhnutné vedľajšie produkty tohto procesu sú  $O_2\bullet$ ,  $H_2O_2$  a  $OH\bullet$ .
- b) Voľné radikály vznikajú aj pri chronickej infekcii vírusmi, baktériami alebo parazitmi. Tieto majú za následok chronickú fagocytickú aktivitu, ktorá je sprevádzaná tvorbou NO,  $O_2\bullet$ ,  $H_2O_2$  a OCl.
- c) Ďalšími zdrojmi sú peroxizómy, ktoré sú organelami zodpovednými za degradáciu mastných kyselín a iných molekúl. Tvoria  $H_2O_2$  ako produkt, ktorý je potom degradovaný katalázou. Výsledkom úniku peroxidu pred degradáciou je zvýšené oxidatívne poškodenie DNA.
- d) Hémové proteíny cytochrómy P-450, ktoré sa nachádzajú najmä v pečeni, ale v menších množstvách aj v iných tkanivách s výnimkou erytrocytov a priečne pruhovaného svalstva. Enzymové aktivity cytochrómu P-450 výrazne ovplyvňujú nielen toxicitu, ale aj kancerogenitu chemikálií. Ich pôsobením sa táto môže znižovať alebo zvyšovať. Indukcia týchto enzýmov zabráni náhlým toxickým účinkom rôznych chemikálií, ale má tiež za následok vznik vedľajších oxidačných produktov, ktoré poškodzujú DNA.

Nerovnováha medzi bunkovou produkciou voľných radikálov a schopnosťou buniek brániť sa proti nim vedie k oxidačnému stresu. V dôsledku oxidačného stresu dochádza k biochemickým a fyziologickým poruchám, ktoré môžu oslabiť metabolizmus, zapríčiniť deštruktívne a ireverzibilné poškodenia jednotlivých komponentov bunky, ako membrán lipidov, bunkových proteínov a nukleových kyselín a napokon výsledkom je smrť bunky [13-16]. Častým terčom voľných radikálov sú najmä bunkové membrány. Membránové fosfolipidy obsahujú premenlivé množstvá polynenasýtených mastných kyselín, ktoré podliehajú oxidačnému poškodeniu. V biologických membránach tento proces lipidickej peroxidácie vedie k štrukturálnym zmenám, ktoré menia membránovú fluiditu, permeabilitu a inter-externú rovnováhu s následnou deštrukciou membrány [17, 18]. K poškodeniu membrán dochádza aj zmenou funkcie na membránu viazaných enzýmov a zmenou funkcie enzýmových receptorov [19].

Zvýšený vznik týchto reaktívnych látok býva pri zraneniach, zhoršenom prekrvení centrálného nervového systému alebo dôvodom sú zápalové

a stresové situácie. Zvýšená produkcia voľných radikálov je aj pri mimoriadne intenzívnej telesnej činnosti [20].

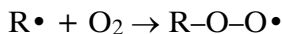
Príčinou vzniku voľných radikálov môžu byť aj vonkajšie vplyvy, napr. slnečné žiarenie, pobyt v prostredí s vysokou koncentráciou škodlivín (cigaretový dym, výfukové plyny, výpary chemických látok), nadmerné pôsobenie ozónu alebo ožarovanie röntgenovými lúčmi apod. [20].

### **Vznik voľných radikálov v potravinách**

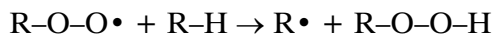
Významný je aj vznik voľných radikálov v potravinách. Autooxidácia mastných kyselín a ich esterov je hlavnou príčinou nežiaducich zmien výživovej, senzorickej a hygienickej hodnoty potravín. Zhoršenie kvality potravín oxidáciou vedie k zmene organoleptických vlastností, napr. farby, chuti a vône, čo je neprijateľné pre konzumenta. Prebieha predovšetkým pri spracovaní a skladovaní potravín s vyšším množstvom tuku, ale aj v takých surovinách, ako sú ovocie a zelenina [21-23]. Takáto zmena lipidov predstavuje degradačný proces zodpovedný za vznik nežiaducich prchavých látok a príchuť v tukoch a v jedlách, ktoré ho obsahujú [24]. Zvlášť jednoducho sa oxidujú tuky a oleje, ktoré sú hlavnými lipidmi v strave. Pri konzumácii potravy krátko po jej výrobe je rozsah oxidačných reakcií nevýrazný, ale problémom sa stávajú vtedy, keď potraviny potrebujeme skladovať dlhšiu dobu, alebo ich zahrievame na vyššiu teplotu, napr. pri vyprážaní [25]. Autooxidácia mastných kyselín prebieha radikálovou reťazovou reakciou. Iniciátormi sú svetelná a tepelná energia, voľné radikály a pod. Mechanizmus autooxidácie mastných kyselín pozostáva z troch fáz: iniciácie, propagácie a terminácie. V iniciačnej fáze sa vhodná molekula mastnej kyseliny štiepi za prítomnosti iniciátora na radikál mastnej kyseliny a radikál vodíka:



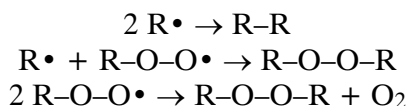
Tvorba voľných radikálov v iniciačnej fáze môže byť zabrzdená použitím kovových chelačných agensov, inhibítormi singletového kyslíka a stabilizátormi peroxidov. V propagečnej fáze voľný radikál mastnej kyseliny reaguje veľmi rýchlo s kyslíkom za vzniku peroxidového radikálu:



ktorý je schopný z ďalšieho reťazca vhodnej molekuly mastnej kyseliny odštiepiť vodík, čím prechádza na hydroperoxid za vzniku ďalšieho voľného radikálu:



Tento nový radikál  $R\bullet$  reaguje opäť s kyslíkom a potom s molekulou mastnej kyseliny. Oba procesy sa ustavične opakujú, takže nastáva reťazová spotreba  $O_2$  a mastných kyselín a hromadia sa tukové hydroperoxidy, ktoré sú hlavným primárnym produktom autooxidácie. Reakcie propagačnej fázy sa môžu striedavo opakovať až do okamihu vzniku stabilných produktov rekombináciou voľných radikálov, ku ktorým dochádza vo fáze terminácie:



Rýchlosť tvorby a rozkladu hydroperoxidov závisí od štruktúry, koncentrácie reagujúcich látok a od reakčných podmienok, hlavne od teploty. S rastúcou teplotou rastie aj rýchlosť iniciačných reakcií a tým klesá účinnosť stabilizácie lipidov. Dôležitý faktor je aj koncentrácia kyslíka, t. j. keď obmedzíme prístup kyslíka, napr. aplikáciou nepriepustných obalov a balením v atmosfére inertného plynu, spomalíme reakcie autooxidácie. Tvorba, prípadne rozklad, hydroperoxidov závisí aj od veľkosti povrchu, od prítomnosti prooxidantov alebo antioxidantov v potravinách, prípadne od aktivity vody a pod. Treba si však uvedomiť, že priebeh iniciačnej fázy je urýchľovaný zvýšeným zastúpením vody v potravinách, kým propagačná fáza je naopak spomalená. Nežiaduce reakcie autooxidácie sa môžu inhibovať aj ochranou produktov pred pôsobením svetla a ultrafialovým žiarením, napr. skladovaním v tme alebo aplikáciou vhodného obalového materiálu; zmenou koncentrácie oxilabilných zložiek v potravine odstránením alebo znížením podielu tukov, resp. polyénových mastných kyselín; prídavkom komplexotvorných látok, ktorými sa inhibuje katalytický účinok stopového množstva kovov, najmä železa, medi, kobaltu a mangánu, ktoré urýchľujú rozklad hydroperoxidov na voľné radikály [21, 26]. Hydroperoxidy podliehajú ďalšej oxidácii a rozkladu a tak vznikajú sekundárne produkty ako napr. aldehydy, ketóny, alkoholy a iné nežiaduce zlúčeniny [27].

### Antioxidanty

Antioxidanty spomaľujú oxidáciu v potravinách, v potravinových surovinách i v metabolizme ľudí a zvierat [25]. Definovať ich môžeme ako substancie schopné prevencie alebo spomalenia rýchlosti radikálovej reťazovej reakcie a oxidácie, ktorá prebieha v ľahko oxidovateľných materiáloch [28]. Sú to molekuly, ktoré môžu bezpečne interagovať s voľnými radikálmi a zakončiť tak reťazovú reakciu skôr, ako dôjde k poškodeniu vitálnych molekúl.

Antioxidanty môžu priamo vychytávať niektoré druhy radikálov, zakončovať radikálovú reťazovú reakciu, alebo napr. redukovať hydroperoxidy či viazať ióny kovov ako železa a medi a tým predchádzať tvorbe voľných radikálov z týchto prooxidantov [29, 30]. I keď vlastne potravinu „konzervujú“, neradia sa medzi konzervačné látky. Antioxidanty sú široko používané aditíva [31]. Vo viacložkových systémoch môžu antioxidanty pôsobiť kooperatívne vykazujúc vzájomné zvýšenie antioxidačnej aktivity. Významný synergizmus sa pozoroval medzi preventívnymi antioxidantami a prerušením reťazca autooxidácie redukciou iniciačnej a propagačnej fázy. Napr. kyselina ferulová preukazuje kooperatívne účinky s laktoferínom. Laktoferín je schopný inhibovať oxidáciu v potravinách, akými je napr. dojčenská výživa. Antioxidačná aktivita laktoferínu sa môže zlepšiť použitím fenolových prírodných antioxidantov. Tento objav v spojení s antibakteriálnymi vlastnosťami pripisovanými laktoferínu robí dané ingrediencie veľmi výhodnými aditívami v pokrmoch obohatených železom [25, 31]. Prírodné antioxidanty prítomné v potravinách niekedy nestačia k ochrane potravín pred oxidáciou a preto sa pridávajú látky s antioxidačnou účinnosťou. Môžu sa použiť buď zdraviu neškodné, úradne schválené syntetické zlúčeniny alebo prírodné látky. Podľa Potravinového kódexu Slovenskej republiky [32] sú na našom území povolené nasledovné antioxidanty: tokoferoly, kyselina askorbová a jej deriváty, estery kyseliny galovej, BHA (butylhydroxyanizol), BHT (butylhydroxytoluén) a niektoré sírne zlúčeniny, pričom do jednej potraviny sa môže aplikovať iba jeden druh syntetického antioxidantu [25, 31]. Vzhľadom na požiadavky spotrebiteľov sa dnes výrobcovia potravín väčšinou vyhýbajú syntetickým látkam a častejšie používajú prírodné antioxidanty. Najčastejšie komerčne využívané prírodné antioxidanty sú tokoferoly a kyselina askorbová [28, 33]. Účinný je aj prídavok fenolových zlúčenín k extrudovaným potravinám, čím vznikajú stabilnejšie produkty [34]. Pre niektoré účely sú vhodné karotenoidy, zvlášť  $\beta$ -karotén. Namiesto čistých látok sa tiež pridávajú extrakty z rôznych prírodných materiálov, napr. z korenín. Najčastejšie sú to extrakty z rozmarínu, saturejky a šalvie. Do úvahy prichádzajú aj extrakty z čierneho a zvlášť zo zeleného čaju [35]. Napr. katechíny čaju významne spomalili lipidickú oxidáciu v kuracom mäse [36]. Rastliny syntetizujú mnohé látky, u ktorých sa potvrdil antioxidačný a antiradikálový účinok. Tieto látky sa získavajú vo forme koncentrátov viacerých látok [37]. Prídavok antioxidantov k olejom a tukom je jednou z hlavných ciest na spomalenie oxidácie [38]. Dokázané sú aj antioxidačné vlastnosti extraktov ovsá, ktoré boli pridávané k bravčovej masť. Tiež sa ukázalo, že môžu byť prospešné v inhibícii polymerizácie olejov na vyprážanie [39]. Väčšinou je vhodné pridávať zmesi niekoľkých antioxidantov, pretože ich účinky sa často

vzájomne zosilňujú. Možno ich pridávať len do čerstvých potravín a tukov. Používajú sa napr. zmesné tokoferoly do sušených mliečnych výrobkov, galáty do olejov, tukov a tukových pást, do rôznych prípravkov pre cukrársku a cukrovinkársku výrobu. Do olejov na vyprážanie sa môžu rovno pridávať oleje s vysokým obsahom prírodných antioxidantov, ako je napr. olivový alebo sezamový olej [25].

Významnú antioxidačnú aktivitu majú takmer všetky obilniny a výrobky z nich. Z látok s antioxidačnou aktivitou sú to najmä fenolové zlúčeniny, ktoré si získali značnú pozornosť sčasti ako ochranné faktory proti rakovine a srdcovým ochoreniam a tiež pre ich prítomnosť v širokom rozpätí bežne konzumovaných jedál rastlinného pôvodu [40-42]. U mnohých fenolov bola zistená silnejšia antioxidačná aktivita než u vitamínu E, kyseliny L-askorbovej a  $\beta$ -karoténu [43].

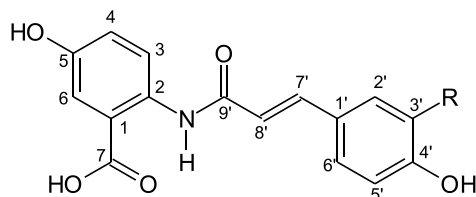
### **Význam antioxidantov v ľudskom organizme**

Antioxidanty prijaté v skonzumovanej strave prejdú bežným tráviacim procesom a značná časť z nich sa vstrebe črevnou stenou do krvného obehu. V ľudskom tele pôsobia antioxidanty podľa podobných mechanizmov ako v potravinách. Môžu inaktivovať voľné radikály vzniknuté oxidáciou tukov, lipoproteínov, cholesterolu a iných lipidov, alebo spôsobiť rozklad oxidačných produktov. Všetky antioxidanty sa neabsorbujú rovnako jednoducho. Najväčší význam pre človeka majú tokoferoly, ktoré vychytávajú voľné radikály a tak priamo prerušujú radikálové reťazové reakcie [13]. Tým inhibujú peroxidáciu lipidov membrán. Antioxidačná aktivita týchto nutričov môže posilniť odolnosť organizmu zachovávaním funkčnej a štrukturálnej integrity imunitných buniek [44]. Účinnými antioxidantami sú aj karotény, kyselina askorbová a rôzne fenolové látky z rastlinných potravín hlavne za prítomnosti tokoferolov. Je teda dôležité, aby dostatok antioxidantov v strave zostal i na konci skladovania alebo záhrevu, teda pri vlastnom konzume pokrmu a mohol byť prijatý potravou [25]. Veľký význam v organizme človeka majú tiež prírodné (poly)fenoly vrátane flavonoidov, kurkumínu i izoflavonoidov, ktoré v tele pôsobia ako antizápalové a antiradikálové látky, sú prevenciou trombusu (vzniku krvných zrazenín), znižujú krvný tlak a podporujú imunitný systém [45]. Strava bohatá na antioxidanty hrá významnú úlohu v prevencii kardiovaskulárnych chorôb a rakoviny [20, 46-49], neurodegeneratívnych chorôb, vrátane Parkinsonovej a Alzheimerovej choroby [50] a v prevencii zápalov a problémov zapríčiňujúcich starnutie buniek a kože [12, 51]. Existuje veľa dôkazov, že vysoký príjem antioxidantov je spojený s nižším

rizikom mortality týchto chorôb, ale aj diabetes melitus, akútnej hypertenzie a arteriosklerózy [24].

## Antioxidanty ovsa

Ovos (*Avena sativa* L.) je zdrojom viacerých prírodných antioxidantov. Donedávna sa nepoznal významný antioxidačný účinok ovsa aj napriek tomu, že je jednou z hlavných plodín pre väčšinu populácie na celom svete. Konzumovaný je však v menších množstvách ako pšenica a ryža. Ako zdroj prírodných antioxidantov sa začal používať vtedy, keď sa prvýkrát zistilo, že ovsená múka môže zabrániť tuchnutiu bravčovej masti a oleja [38]. V ovse sú ako antioxidanty najviac zastúpené tokoferoly, kyselina fytová a fenolové zlúčeniny. Je jedinečným zdrojom avenantramidov, ktoré nie sú prítomné v iných obilninách. Vo vysokých koncentráciách sa nachádzajú vo vonkajších vrstvách zrna [38, 52, 53]. Avenantramidy sú charakterizované ako skupina nových alkaloidov, ktorá obsahuje deriváty kyseliny antranilovej spojené s derivátmi kyseliny hydroxyškoricovej pseudopeptidovou väzbou. V najväčšom zastúpení sú tri avenantramidy a to kyselina N-(4'-hydroxy-3'-metoxyškoricoyl)-5-hydroxyantranilová, kyselina N-(4'-hydroxyškoricoyl)-5-hydroxyantranilová a kyselina N-(3',4'-dihydroxyškoricoyl)-5-hydroxyantranilová [25]. Ich štruktúrne vzorce sú na obr. 2. Z fenolových kyselín boli už v skorších štúdiách identifikované kyselina ferulová, kyselina kávová a ich estery. Neskôr bolo prezentované spektrum jednoduchých fenolov zahŕňajúce aj kyselinu *p*-hydroxybenzoovú, *p*-hydroxyfenyloctovú, kyseli-



Avenantramidy <sup>1</sup>	R
kyselina N-(4'-hydroxy-3'-metoxyškoricoyl)-5-hydroxyantranilová <sup>2</sup>	OCH <sub>3</sub>
kyselina N-(4'-hydroxyškoricoyl)-5-hydroxyantranilová <sup>3</sup>	H
kyselina N-(3',4'-dihydroxyškoricoyl)-5-hydroxyantranilová <sup>4</sup>	OH

OBR. 2. Štruktúrne vzorce avenantramidov zastúpených v zrne ovsa (*Avena sativa* L.) [54].

FIG. 2. Structures of avenanthramides identified in goat oats grain (*Avena sativa* L.) [54].

1- avenanthramides, 2 - N-(4'-hydroxy-3'-methoxycinnamoyl)-5-hydroxyanthranilic acid, 3- N-(4'-hydroxycinnamoyl)-5-hydroxyanthranilic acid, 4 - N-(3',4'-dihydroxycinnamoyl)-5-hydroxyanthranilic acid.

nu vanilových, protokatechových, syringových, *p*-kumarových a kyseliny sinapovej [39]. Koncentrácie fenolov stanovené použitím plynovej chromatografie a plynovej chromatografie s hmotnostnou spektrometriou [38] v extraktoch zŕn a šupiek ovsa sú uvedené v tab. 3. Koncentrácie fenolových kyselín, alkoholov a aldehydov izolovaných zo zrna a šupiek ovsa od viacerých autorov sú sumarizované v tab. 4. Niektoré štúdie uvádzajú aj prítomnosť flavonoidov a sterolov [38, 39]. Flavonoidy sú v ovse prítomné len v malých množstvách. V zrne ovsa sa identifikovali tri väčšie flavóny - asperigín, luteolín a tricín. Najpočetnejším sterolom v ovse je  $\beta$ -sitosterol, ale vo významných množstvách sú prítomné aj  $\Delta^5$  a  $\Delta^7$ -avenansteroly. Tieto tri steroly predstavujú 80–85 % zo 14-tich sterolov, ktoré sa identifikovali v ovse.  $\Delta^5$ -Avenansterol sa v zrne ovsa stanovil v koncentračnom rozsahu 1,08–1,95 mg na 1 g lipidov. Okrem toho je ovos bohatým zdrojom rozpustnej vlákniny (spomedzi obilnín obsahuje najviac  $\beta$ -glukánov), proteínov, vitamínov a minerálnych látok potrebných pre ľudské zdravie [54–56]. Významne vyšší ako u ostatných obilnín je obsah železa, zinku a mangánu [57]. Obsahuje napr. 9-krát viac využiteľného železa ako špenát (treba však prihliadnuť k veľkému rozdielu

TAB. 3. Koncentrácie fenolov stanovené v zrne a v šupkách ovsa pomocou plynovej chromatografie a plynovej chromatografie s hmotnostnou spektrometriou [38].  
TAB. 3 Concentrations of phenolics found in the ground groats and hulls as determined by gas chromatography and gas chromatography with mass spectrometry [38].

Fenoly <sup>1</sup>	Zrno <sup>2</sup> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Šupky <sup>2</sup> [mg.kg <sup>-1</sup> ]
kyselina ferulová <sup>4</sup>	147,2	142,3
kyselina <i>p</i> -kumárová <sup>5</sup>	44,9	59,7
kyselina kávová <sup>6</sup>	16,8	–
kyselina vanilová <sup>7</sup>	16,1	24,3
kyselina <i>p</i> -hydroxybenzoová <sup>8</sup>	3,5	50,0
vanilín <sup>9</sup>	3,4	54,2
kyselina 4-hydroxyfenyloctová <sup>10</sup>	0,6	4,6
katechol <sup>11</sup>	stopy	0,1
kyselina <i>o</i> -kumárová <sup>12</sup>	–	6,9
kyselina sinapová <sup>13</sup>	–	5,6
kyselina salicylová <sup>14</sup>	–	3,1
Celkom <sup>15</sup>	232,5	350,8

1 - phenolic, 2 - grain, 3 - hulls, 4 - ferulic acid, 5 - *p*-coumaric acid, 6 - caffeic acid, 7 - vanillic acid, 8 - *p*-hydroxybenzoic acid, 9 - vanillin, 10 - 4-hydroxyphenylacetic acid, 11 - catechol, 12 - *o*-coumaric acid, 13 - sinapic acid, 14 - salicyl acid, 15 - total.

TAB. 4. Koncentrácie fenolových kyselín, alkoholov a aldehydov v zrne a v šupkách ovsu v mg.kg<sup>-1</sup> [39].  
TAB. 4. Phenolic acid, alcohols and aldehydes concentrations in groats and hulls in mg.kg<sup>-1</sup> [39].

Zlučenniny <sup>1</sup>	Zrno, voľné kyselinové frakcie <sup>2</sup>				Zrno, rozpuštné estery <sup>3</sup>	Zrno, nerozpuštné viazané <sup>4</sup>	Šupky, voľné kyseliny <sup>5</sup>
	SOSULSKI a kol.	XING a WHITE	DIMBERG a kol.	EMMONS a PE- TERSON			
kyselina kávová <sup>6</sup>	1,0	16,8	2,2	2,4	–	1,6	0,9
katechol <sup>7</sup>	–	stopy	–	–	–	–	–
koniferylalkohol <sup>8</sup>	–	–	0,8	–	–	–	–
kyselina <i>o</i> -kumárová <sup>9</sup>	–	–	–	–	–	–	–
kyselina <i>p</i> -kumárová <sup>10</sup>	0,7	44,9	1,6	0,9	0,5	0,8	9,7
kyselina galová <sup>11</sup>	–	–	–	1,3	–	–	0,6
kyselina ferulová <sup>12</sup>	2,4	147,2	2,3	1,2	8,6	55,3	1,7
kyselina <i>p</i> -hydroxybenzoová <sup>13</sup>	0,7	3,5	–	–	0,7	stopy	–
<i>p</i> -hydroxybenzaldehyd <sup>14</sup>	–	–	0,9	0,3	–	–	7,7
kyselina <i>p</i> -hydroxyfenyloctová <sup>15</sup>	0,4	0,6	–	–	stopy	–	–
kyselina protocatechová <sup>16</sup>	0,5	–	–	0,7	stopy	stopy	2,1
kyselina salicylová <sup>17</sup>	–	–	–	–	–	–	–
kyselina sinapová <sup>18</sup>	stopy	–	–	0,5	4,3	stopy	0,6
kyselina syringová <sup>19</sup>	2,3	–	–	–	3,0	stopy	–
kyselina vanilová <sup>20</sup>	0,7	16,1	1,2	1,6	3,5	–	4,0
vanilín <sup>21</sup>	–	3,4	2,3	1,0	–	–	6,3

1 - compound, 2 - grain, free acid fraction, 3 - grain, soluble esters, 4 - grain, insoluble bound, 5 - hulls, free acid, 6 - caffeic acid, 7 - catechol, 8 - coniferyl alcohol, 9 - *o*-coumaric acid, 10 - *p*-coumaric acid, 11 - gallic acid, 12 - ferulic acid, 13 - *p*-hydroxybenzoic acid, 14 - *p*-hydroxybenzaldehyde, 15 - *p*-hydroxyphenylacetic acid, 16 - protocatechuic acid, 17 - salicylic acid, 18 - sinapic acid, 19 - syringic acid, 20 - vanillic acid, 21 - vanillin.

v obsahu vody). Najviac proteínov je lokalizovaných v otrubách a v endosperme. Približné koncentrácie proteínov v jednotlivých frakciách pestovaných druhov ovsa sú: 12–25 % v krúpach, 25–40 % v embryu a 9–17 % v endosperme [58]. Proteíny ovsa majú spomedzi obilnín najvyššiu biologickú hodnotu. Svojím zložením sa blížia ideálnemu proteínu a to vďaka vynikajúcej aminokyselinovej skladbe a vysokému obsahu esenciálnych aminokyselín, ktoré si telo nevie syntetizovať. Lyzínu je napr. v ovse o 30 % viac než v pšenici [57]. Koncentrácie esenciálnych aminokyselín v zrne ovsa sú: 4,2 % lyzínu, 2,5 % metionínu, 6,4 % valínu, 3,9 % izoleucínu, 7,4 % leucínu, 5,3 % fenylalanínu a 1,7 % tryptofánu. Ovos obsahuje pomerne vysoký podiel lipidov v porovnaní s inými cereáliami. Hladiny voľných lipidov v jednotlivých frakciách ovsa sú: 2 % v šupkách, 5,2 % v endosperme a 6,4 % v aleurónovej vrstve. Lipidy ovsa sú výživovo dôležité, pretože ovos obsahuje vysoké koncentrácie polynenasýtených mastných kyselín, najmä kyseliny linolovej. Táto esenciálna mastná kyselina je využitá na syntézu prostaglandínov, ktoré regulujú činnosť hladkého svalstva, napr. srdca. Približný obsah mastných kyselín v ovse je: 0,4–4,9 % kyseliny myristovej, 15,6–25,8 % kyseliny palmitovej, 0,8–3,9 % kyseliny steárovej, 25,8–47,5 % kyseliny olejovej, 31,3–46,2 % kyseliny linolovej a 0,9–3,7 % kyseliny linolénovej [58]. Prakticky všetky výživové látky, ako aj dôležité proteíny a lipidy, sú zastúpené v endosperme, aleurónovej vrstve a v klíčku [59]. Konzumácia ovsa preukázala významné, zdraviu prospešné účinky, ako je napr. zníženie krvného cholesterolu, úprava hladiny glukózy v krvi, redukcia rizika vencového ochorenia srdca a zníženie pravdepodobnosti vzniku rakoviny [60]. Je tiež dôležitou súčasťou stravovania hypercholesteromických pacientov [61].

## Záver

Z uvedeného prehľadu vyplýva, že proces tvorby voľných radikálov, ich reaktivita a možnosti inhibície alebo aspoň spomalenia ich tvorby je v popredí záujmu mnohých odborníkov. Zvýšená pozornosť sa venuje tvorbe radikálov a vzniku produktov autooxidácie v potravinách súbežne s možnosťami ich zneškodnenia. Dôležitú úlohu v tomto procese majú najmä tie zlúčeniny s antioxidačným účinkom, ktoré sú prirodzenou súčasťou potravín a ktoré by vo výraznej miere mohli nahradiť syntetické antioxidanty. Antioxidanty sa nachádzajú aj v ovse, preto by výrobky z neho, ako aj potraviny s určitým prídavkom ovsa, mali mať širšie uplatnenie v našej výžive. Zvýšila by sa ich výživová hodnota a zároveň aj ich stabilita bez nežiaduceho poklesu senzorickej hodnoty.

## Literatúra

1. ĎURAČKOVÁ, Z. - BERGENDI, L. - LIPTÁKOVÁ, A. - MUCHOVÁ, J.: Voľné radikály odvodené od kyslíka a medicína. Bratislavské lekárske listy, 94, 1993, s. 419-434.
2. ĎURAČKOVÁ, Z. - BERGENDI, L. - ČÁRSKY, J. - FERENČÍK, M. - GARAIOVÁ, I. - HALČÁK, L. - LIPTÁKOVÁ, A. - MUCHOVÁ, Z. - PECHAN, I. - TURECKÝ, L.: Voľné radikály a antioxidanty v medicíne II. 1. vyd. Bratislava : SAP, 1999. 315 s. ISBN 80-88908-46-9
3. SORG, O.: Oxidative stress: a theoretical model or a biological reality? Comptes Rendus Biologies, 327, 2004, s. 649-662.
4. ROVNÁKOVÁ, D. - ŠAŠINKA, M. - PODRACKÁ, L.: Voľné radikály a ich pôsobenie v organizme. Lekársky obzor, 5, 2001, s. 143-148.
5. AZZI, A. - DAVIES, K. J. A. - KELLY, F.: Free radical biology-terminology and critical thinking. FEBS Letters, 558, 2004, s. 3-6.
6. AYDIN, S. - ARAL, I. - KILIC, N. - BAKAN, I. - AYDIN, S. - ERMAN, F.: The level of antioxidant enzymes, plasma vitamins C and E in cement plant workers. Clinica Chimica Acta, 341, 2004, s. 193-198.
7. KUMAR, K. T. - CHANDRIKA, A. - SUMANTH, K. N. - SIREESHA, P. - RAO, S. - RAO, A.: Free radical toxicity and antioxidants in guillainbarre syndrome a preliminary study. Clinica Chimica Acta, 346, 2004, s. 205-209.
8. HAMID, A. A. - SHAH, Z. - MUSE, R. - MOHAMED, S.: Characterisation of antioxidative activities of various extracts of *Centella asiatica* (L) Urban. Food Chemistry, 77, 2004, s. 465-469.
9. KINNULA, V. L. - CRAPO, J. D.: Superoxide dismutases in malignant cells and human tumors. Free Radical Biology and Medicine, 36, 2004, s. 718-744.
10. HEI, T. K. - FILIPIC, M.: Role of oxidative damage in the genotoxicity of arsenic. Free Radical Biology and Medicine, 37, 2004, s. 574-581.
11. BOKOV, A. - CHAUDHURI, A. - RICHARDSON, A.: The role of oxidative damage and stress in aging. Mechanisms of Ageing Development, 125, 2004, s. 811-826.
12. AMES, B. N. - SHIGENAGA, M. K. - HAGEN, T. M.: Oxidants, antioxidants, and degenerative diseases of aging. Medical Science, 10, 1993, s. 75-84.
13. WANG, S. Y. - JIAO, H.: Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. Journal of Agricultural Food Chemistry, 48, 2000, s. 5677-5684.
14. SCHALLER, B.: Prospects for the future: The role of free radicals in the treatment of stroke. Free Radical Biology and Medicine, 38, 2005, s. 411-425.
15. LEE, J. Y. - HWANG, W. I. - LIM, S. T.: Antioxidant and anticancer activities of organic extracts from *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle roots. Journal of Ethnopharmacology, 93, 2004, s. 409-415.
16. AOI, W. - NAITO, Y. - TAKANAMI, Y. - KAWAI, Y. - SAKUMA, K. - ICHIKAWA, H. - YOSHIDA, N. - YOSHIKAWA, T.: Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise. Free Radical Biology and Medicine, 37, 2004, s. 480-487.
17. CIMATO, A. N. - PIEHL, L. L. - FACORRO, G. B. - TORTI, H. B. - HABER, A. A.: Antioxidant effects of water- and lipid-soluble nitroxide radicals in liposomes. Free Radical Biology and Medicine, 37, 2004, s. 2042-2051.
18. SUJA, K. P. - JAYALEKSHMY, A. - ARUMUGHAN, C.: Antioxidant activity sesame cake extract. Food Chemistry, 91, 2005, s. 213-219.
19. SENGUPTA, B. - BANERJEE, A. - SENGUPTA, P. K.: Investigations on the binding and antioxidant properties of the plant flavonoid fisetin in model biomembranes. FEBS Letters, 570, 2004, s. 77-81.

20. KRIS-ETHERTON, P. M. - HECKER, K. D. - BONANOME, A.: Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, 113, 2002, s. 71-88.
21. TAKÁCSOVÁ, M. - PRÍBELA, A.: *Chémia potravín*. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 1996. 233 s. ISBN 80-227-0861-5
22. TOMAINO, A. - CINIMO, F. - ZIMBALATTI, V. - VENUTI, V. - SULFARO, V. - PASQUALE, A. D. - SAIJA, A.: Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89, 2005, s. 549-554.
23. NOGALA-KALUCKA, M. - KORCZAK, J. - DRATWIA, M. - LAMPART-SZCZAPA, E. - SIGER, A. - BUCHOWSKI, M.: Changes in antioxidant activity and free radical scavenging potential of rosemary extract and tocopherols in isolated rapeseed oil triacylglycerols during accelerated tests. *Food Chemistry* [online]. In Press, Corrected Proof. Dostupné online 13. 12. 2004 [citované 30. 3. 2005]. <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03088146>>
24. ÁVILA, V. - BERTOLOTI, S. G. - CRIADO, S. - NAPPANO, N. - DEBATTISTA, N. - GARCÍA, N. A.: Antioxidant properties of natural flavonoids: quenching and generation of singlet molecular oxygen. *International of Food Science and Technology*, 36, 2001, s. 25-33.
25. POKORNÝ, J.: Antioxidanty v potravinách a ve výživě. *Výživa a potraviny*, 2, 2002, č. 2, s. 39-40.
26. POKORNY, J. - YANISHLIEVA, N. - GORDON, M. H.: Antioxidants in food. In: GORDON, M. H.: *The development of oxidative rancidity in foods*. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2001, s. 10-11.
27. VINH, N. D. - TAKÁCSOVÁ, M. - NHAT, D. M. - KRISTIANOVÁ, K.: Stabilization of rapeseed oil with allspice, clove and nutmeg extracts. *Nahrung*, 44, 2000, s. 281-282.
28. LOULI, V. - RAGOUSIS, N. - MAGOULAS, K.: Recovery of phenolic antioxidants from wine industry by-products. *Bioresource Technology*, 92, 2004, s. 201-208.
29. PROCTOR, P. H.: Free radicals and human disease. *Physiological Chemistry and Physiology and Medicine NMR*, 16, 1989, s. 209-221.
30. FERGUSON, L. R. - PHILPOTT, M. - KARUNASINGHE, N.: Dietary cancer and prevention using antimutagens. *Toxicology*, 198, 2004, s. 147-159.
31. MEDINA, I. - TOMBO, I. - SATUÉ-GRACIA, M. T. - GERMAN, J. B. - FRANKEL, E. N.: Effects of natural phenolic compounds on the antioxidant activity of lactoferrin in liposomes and oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 2002, s. 2392-2399.
32. Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 15. marca 2004 č. 608/5/2004-100, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca prídavné látky v potravinách. *Vestník Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky*, 36, 2004, čiastka 10 - II. časť/A, s. 231-235.
33. SHUI, G. - LEON, L. P.: Analysis of polyphenolic in star fruit using liquid chromatography and mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1022, 2004, s. 67-75.
34. VISCI K. A. - DOUGHERTY M. P. - BRIGGS J. - CAMIRE, M. E.: Complex phenolic compounds reduce lipid oxidation in extruded oat cereals. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 37, 2004, s. 789-796.
35. RIETVELD, A. G.: New data on the bioavailability of flavonoids from tea. In: *Abstract books. 1st International Conference on Polyphenols and Health*. Vichy : Institut National de la Recherche Agronomique, 2003, s. 77-78.
36. SUN, T. - HO, CH. T.: Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chemistry*, 90, 2005, s. 743-749.

37. DANIŠKA, J.: Antioxidanty v ratlinných zdrojoch. In: Zborník z výročného seminára riešenia integrovaného vedecko-technického projektu „Záchrana a ochrana genotypu starých a krajových odrôd z rastlinných druhov na Slovensku“. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2003, s. 109-119.
38. XING, Y. - WHITE, P. J.: Identification and function of antioxidants from oat groats and hulls. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 74, 1997, s. 303-307.
39. PETERSON, D. M.: Oat antioxidants. *Journal of Cereal Science*, 33, 2001, s. 115-129.
40. PIRJO, M. - JARKKO, H. - PILHAV-MATTI, J.: The content of phenolic acid in some grain products. In: Abstract books. 1st International Conference on Polyphenols and Health. Vichy : Institut National de la Recherche Agronomique, 2003, s. 207-208.
41. ZUO, Y. - WANG, CH. - ZHAN, J.: Separation, characterization and quantitation of benzoic and phenolic antioxidants in american cranberry fruit by GC-MS. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 2002, s. 3789-3794.
42. PRIYADARSINI, K. I. - KHOPDE, S. M. - KUMAR, S. S.: Free radicals studies of ellagic acid a natural phenolic antioxidant. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 2002, s. 2200-2206.
43. VINSON, J. A. - HAO, Y. - ZUBIK, L. - SU, X.: Phenol antioxidant quality and quality in foods: vegetables. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46, 1998, s. 3630-3634.
44. EL- DEMERDASH, F. M.: Antioxidant effect of vitamin E and selenium on lipid peroxidation, enzyme activities and biochemical parameters in rats exposed to aluminium. *Journal of Trace Elements in Medicine Biology*, 18, 2004, s. 113-121.
45. ZWEIR, H. J. - POOLE, A. C.: The fight against age and stress. *International of Food Ingredients*, 1, 2002, s. 67-70.
46. GERBER, M. - BOUTRON-RUALT, M. C. - HERBERG, S. - RIBOLI, S. - SCALBERT, A. - SIESS, M. H.: Food and cancer: State of the art about the protective effect of fruits and vegetables. *Bulletin du Cancer*, 89, 2002, s. 293-312.
47. SERAFINI, M. - BELLOCCO, R. - WOLK, A. - EKSTROM, A. M.: Total antioxidant potential of fruit and vegetables and risk of gastric cancer. *Gastroenterology*, 123, 2002, s. 985-991.
48. ARGOLLO, A. C. C. - SANTANA, A. E. G. - PLETSCH, M. - COELHO, L. C. B. B.: Antioxidant activity of leaf extracts from *Bauhinia monandra*. *Bioresource Technology*, 95, 2004, s. 229-233.
49. VEERAPPAN, R. M. - SENTHIL, S. - RAO, M. R. - RAVIKUMAR, R. - PUGALENDI, K. V.: Redox status and lipid peroxidation in alcoholic hypertensive patients and alcoholic hypertensive patients with diabetes. *Clinica Chimica Acta*, 340, 2004, s. 207-212.
50. DI MATEO, V. - ESPOSITO, E.: Biochemical and therapeutic effect of antioxidants in the treatment of Alzheimer's disease, Parkinson's disease, and amyotrophic lateral sclerosis. *Current Drug Targets-CNS and Neurological Disorder*, 2, 2003, s. 95-107.
51. BANERJEE, A. - DASGUPTA, N. - DE, B.: In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. *Food Chemistry*, 90, 2005, s. 727-733.
52. LIU, L. - ZUBIK, L. - COLLINS, W. - MARKO, M. - MEYDANI, M.: The antiatherogenic potential of oat phenolic compounds. *Atherosclerosis*, 175, 2004, s. 39-49.
53. DIMBERG, L. H. - MOLTEBERG, E. L. - SOLHEIM, R. - FROLICH, W.: Variation in oat groats due to variety, storage and heat treatment. I: Phenolic compounds. *Journal of Cereal Science*, 24, 1996, s. 263-272.
54. PETERSON, D. M. - HAHN, M. J. - EMMONS, CH. L.: Oat avenanthramides exhibit activities in vitro. *Food Chemistry*, 79, 2002, s. 473-478.
55. CHARALAMPOPOULOS, D. - WANG, R. - PANDIELLA, S. S.: Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International of Journal Food Microbiology*, 79, 2002, s. 131-141.

56. DEMIRBAS, A.:  $\beta$ -glucan and mineral nutrient contents of cereals grown in Turkey. Food Chemistry, 90, 2005, s. 773-777.
57. MOUDRÝ, J.: Oves nahý (*Avena nuda* L. Hoejer). Výživa a potraviny, 54, 1999, s. 77-78.
58. HARELAND, G. A. - MANTHEY, F. A.: Oats. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 2 vyd. Oxford : Academic Press, 2003, s. 4213-4220.
59. WRIGLEY, C.: Cereals. Overview. Encyclopedia of grain science. 1. vyd. Oxford : Elsevier, 2004, s. 198-200.
60. ZWER, P. K.: Oats. In: Encyclopedia of grain science. Vol. 2. 1. vyd. Oxford : Elsevier, 2004, s. 365-368.
61. CZERWIŃSKI, J. - BARTNIKOWSKA, E. - LEONTOWICZ, H. - LANGE, E. - LEONTOWICZ, M. - KATRICH, E. - TRAKHTENBERG, S. - GORINSTEIN, S.: Oat (*Avena sativa* L.) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) meals positively affect plasma lipid profile in rats fed cholesterol-containing diets. The Journal of Nutritional Biochemistry, 15, 2004, s. 622-629.

Do redakcie došlo 6. 4. 2005.

#### **Formation of free radicals and their elimination by oats antioxidants**

BRINDZOVÁ, L. - TAKÁCSOVÁ, M. - ŠTURDÍK, E.: Bull. potrav. Výsk., 44, 2005, p. 27-42.

SUMMARY. Free radicals are formed by action of various factors in different environments. An increased attention is paid to the formation of free radicals in foods and to their influence on the development of the autooxidation products. These undesirable processes are inhibited due to the presence of natural or synthetic antioxidants. Recently, preference has been given mainly to natural antioxidants which are components in particular of plant products. They are contained also in oats which therefore belongs to significant cereal species not only with respect to the content of compounds with antioxidative effects, e. g. tocopherols, avenanthramides, phenolic compounds, which eliminate free radicals, but also with regard to other nutritionally important substances.

KEYWORDS: free radicals; autooxidation; antioxidants; food; oats