

ZDRAVOTNÍ ÚČINKY PIVA Z HLEDISKA VOLNÝCH RADIKÁLŮ A ANTIOXIDANTŮ

JAROSLAV RACEK¹, VÁCLAV HOLEČEK², PAVEL PRŮCHA³, LADISLAV TREFIL¹, JOE ALLEN VINSON⁴

¹Ústav klinické biochemie a laboratorní diagnostiky Lékařské fakulty UK a Fakultní nemocnice, Plzeň

²Oddělení klinické biochemie Mulačovy nemocnice, s.r.o., Plzeň

³Plzeňský Prazdroj a.s., Plzeň

⁴Department of Chemistry, Scranton University of Pennsylvania, USA

Klíčová slova: pivo, alkohol, antioxidanty, antioxidační kapacita, polyfenoly, lipoperoxidace

Pivo lze velmi zjednodušeně definovat jako slabý alkoholický nápoj, který obsahuje 92 až 93 % hm. vody, 4 % hm. alkoholu, 0,5 % hm. oxidu uhličitého a 2,5 až 3,5 % hm. zbytkového extraktu, který obsahuje jednak látky z výchozích surovin sladu a chmele, jednak produkty metabolické činnosti kvasinek.

Shora uvedené zjednodušení vynikne poté, když si uvědomíme, že v pivu bylo nalezeno více než 3 000 chemických látek, z nichž již více než 800 bylo identifikováno.

Vliv piva na lidské zdraví je dosud odvozován spíše z empirických poznatků než z exaktního studia a lékařskou obcí byl vliv pití piva hodnocen častěji jako negativní než pozitivní. V našem příspěvku k této problematice se pokusíme na základě vlastní experimentální činnosti i aktuálních poznatků z domácí i zahraniční literatury posoudit vliv piva na lidské zdraví z hlediska volných radikálů a antioxidantů.

Hlavními složkami piva v tomto smyslu jsou alkoholy a polyfenoly. Je známo, že červené víno v dávce 200 – 300 ml denně vede k nejnižší incidenci kardiovaskulárních chorob [1]. Zdá se, že podobně se chová i pivo [2]. Abstinenci, ale na druhé straně zvláště silní pijáci mají incidenci kardiovaskulárních chorob vyšší. Alkohol má své škodlivé, ale i příznivé účinky.

Při poškození alkoholem může dojít k jaterní cirhóze, degeneraci mozečku, toxickému poškození nervů, žaludeční sliznice a membrán erytrocytů. Může vzniknout karcinom jícnu. Později může být pozorován nedostatek vitaminů B12 a E, klesá obsah selenu a zinku v organismu. Zvyšuje se oxidace lipoproteinů o nízké hustotě (LDL) [3, 4]. Vazokonstrikce mozkových cév nastává vlivem zvýšené produkce superoxidu, který reaguje s oxidem dusnatým na peroxynitrit. Při oxidaci alkoholu vzniká acetaldehyd, který je karcinogenní, ale při dostatku glutathionu v organismu je jím vázán a zneškodňován. Při této oxidaci však vznikají z oxidovaných forem i redukované formy pyridinových koenzymů (NADH a NADPH) a superoxid stimulací enzymů reduktasy cytochromu P450 a xanthinoxidasy. To vede k hyperurikémii, lipoperoxidaci a zvýšené tvorbě kolagenu. Dále se oxidací alkoholu spotřebovává hladina oxidovaného NAD⁺, což zpomaluje aerobní glykolýzu a hromadí se triacylglyceroly. Zvýšená spotřeba

kyslíku na oxidaci alkoholu vede k hypoxii se zvýšenou hladinou laktátu a poklesem pH [5]. Je známo, že přestane-li těžký alkoholik náhle pít alkohol, hrozí mu riziko náhlé smrti v důsledku zvýšené reaktivity krevních destiček.

Jsou však i příznivé účinky alkoholu, jako vzestup plazmatické koncentrace antiaterogenního HDL-cholesterolu či pokles hladiny cirkulujícího fibrinogenu [6]. Alkohol zvyšuje absorpci polyfenolů ve střevě a tím zvyšuje antioxidační kapacitu organismu, čímž naopak zase snižuje lipoperoxidaci. Vytváří NADH, který stokrát rychleji reaguje s peroxynitrem než glutathion, a tak brání nitraci bílkovin. Příjem 20 – 30 g alkoholu za den může snížit riziko kardiovaskulárních onemocnění asi o 40 % [7]; současně roste množství celkového tokoferolu (vitaminu E). Přiměřená konzumace piva zvyšuje rezistenci proti lipoperoxidaci [8], dobře vyvážená potrava může snížit prooxidační účinek alkoholu [2]. Lepší je pít pivo během jídla, protože absorpce je pomalá a protektivní účinek delší. Pití alkoholu méně než jedenkrát týdně nemá vliv na aterogenezu. Pivo snižuje psychologické stresové situace [9]. Vyšší příjem tekutin je užitečný zvláště pro staré lidi, kteří mají snížený pocit žízně, a proto pomalejší eliminaci katabolitů močí (ovšem s ohledem na případnou kardiální insuficienci). Bylo prokázáno, že pití piva a příjem hořčiku jsou nepřímo úměrné riziku močových konkrementů, zatímco příjem vláknin je přímo úměrný [10]. Příznivý účinek asi má i hydrochinon, který je v pivu obsažen. Používá se jako redukční činidlo, antioxidant a inhibitor polymerizace. Ukazuje se, že do jisté míry chrání i před karcinogenezí [11]. Rovněž glycylobetain nalezený v pivu má některé antimutagenní vlastnosti [12]. Zajímavé je i zjištění, že alkohol má protektivní účinek proti infekci *Helicobacter pylori*, zatímco káva má účinek opačný [13].

U alkoholických nápojů tedy existuje vzájemný poměr mezi prooxidy a antioxidanty. Čím antioxidační účinek více převládá účinek volných radikálů, tím se jeví alkoholický nápoj – v daném případě pivo – pro člověka prospěšnější. Samozřejmě vysoké dávky alkoholu poškozují orgány, a jsou proto škodlivé.

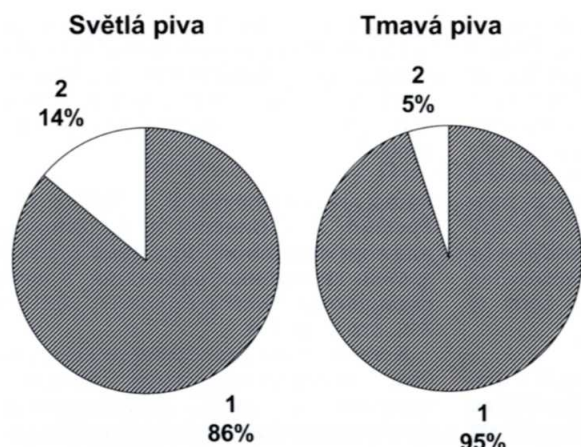
Antioxidačních látek je v pivu více. Chmel např. obsahuje fytoestrogen 8-prenylnaringenin; do piva se ho však dostává velmi málo, takže se jeho hor-

monální účinek neprojevuje [14]. V pivě jsou však obsaženy ještě další biologicky aktivní isoflavonoidové fytoestrogeny jako genistein, biochanin A, daidzein a formononetin [15]. V pivě obsažený N-methyltyramin působí uvolňování gastrinu [16]. Chuť na pivo je dále závislá i na CB1 receptorech pro kanabinoidy a na receptorech pro opiáty [17]. Hlavní skupinou polyfenolů ze sladu a chmelu jsou proanthokyanidiny, např. proanthokyanidiny B3 a B4, 4-*cis*-izomer prokyanidinu B4, prokyanidiny B6 a B8 aj.

Tato fakta ukazují cestu, jak neutralizovat toxický účinek vyšších koncentrací alkoholu. Pro zvýšení antioxidační kapacity lidského organismu je efektivní zvýšit důležité složky piva a vína – polyfenoly a bioflavonoidy. Polyfenolové antioxidanty chrání před aterosklerózou, zvyšují rezistenci LDL proti oxidaci: oxidované LDL jsou cytotoxické, zvláště pro buňky cévní výstelky – endotel. Polyfenoly mají i vazorelaxační a antikoagulační účinek. Flavonoidy chrání především bílkovinnou složku LDL před oxidací, jsou chelátory mědi a železa, inhibují aktivitu lipoxygenasy a cyklooxygenasy. Antioxidační účinek polyfenolů může překonat prooxidační účinek alkoholu [18, 19]. Volný oxid dusnatý (NO) inhibuje apoptózu a může ovlivnit promótní stadium karcinomu. Některé přírodní fenolické sloučeniny (např. kyselina kávová a ferulová) brání apoptóze a snižují riziko některých forem karcinomu; γ -tokoferol, který se vyskytuje jen v přírodních produktech, reguluje hladinu NO a zlepšuje imunitu. Sřičitany, které stabilizují aroma tvorbou aduktů s aldehydy, mají také antioxidační a antimikrobiální vlastnosti.

Abychom vyráběli pivo, které by nejlépe vyhovovalo předchozím kritériím, je třeba sledovat postup celé výroby, vstupní hodnoty antioxidačních látek jak v ječmenu, resp. sladu, chmelu, i produktech metabolismu kvasinek (SO₂).

Zvýšená hladina polyfenolů v pivu však může přinést určité technologické problémy, neboť zejména polymerizované formy polyfenolů jsou častou příčinou vzniku koloidních zákalů piva. Piva s garancí trvanlivosti nad tři měsíce se proto zpravidla stabilizují snížením obsahu vysokomolekulárních bílkovin nebo absorpcí anthokyanogenů, nejreaktivnějšího podílu polyfenolové složky zbytkového extraktu pomocí polyvinylpyrrolid-



Obr. 1. Podíl sladových (1) a chmelových (2) antioxidantů ve světlých a tmavých pivech.

donu. Tento zásah však snižuje antioxidační potenciál piva zhruba o 20 % [20].

Vyšší koncentrace polyfenolových látek mohou paradoxně způsobit i zhoršení chuti piva a urychlit jeho senzorické stárnutí. Ukazuje se, že ani obsah alkoholu není rozhodující pro antioxidační kapacitu piva, ačkoliv může zvýšit rozpustnost některých fenolových sloučenin. Na velikosti antioxidační kapacity má vliv i kvalita pudy, na které jsou produkty pěstovány, délka slunečního osvětlení i biochemické vztahy mezi rostlinami a patogeny. Například tvorba resveratrolu (3,5,4-trihydroxystilbenu), který má antifungicidní vlastnosti a přispívá významnou měrou k celkové antioxidační kapacitě bílého i červeného vína, je mimo jiné indukována plísní *Botrytis cinerea* [21].

Tmavé pivo má více antioxidantů než světlé díky vyššímu obsahu melanoidinů, které však mohou mít nejen antioxidační, ale i prooxidační vlastnosti [22, 23]. Tato skupina látek si vyžádá zřejmě další studium.

Většina antioxidantů piva pochází ze sladu, menší podíl z chmele; jejich poměr je odlišný u světlých a tmavých piv (obr. 1). Jak je však vidět z grafu na obr. 2, ovlivňuje užití různého druhu chmele celkovou antioxidační kapacitu piva poměrně značně. Konečně obr. 3 ukazuje

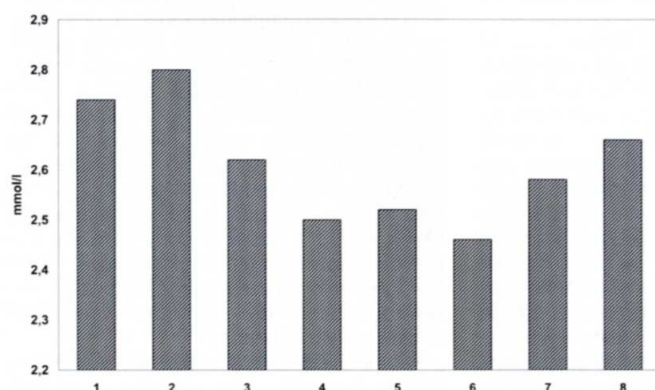
průměrné hodnoty celkové antioxidační kapacity různých skupin piv. Existuje více možností jak měřit antioxidační kapacitu. V našem případě byla užitá souprava „Total antioxidant status“ firmy Randox (Crumlin, Velká Británie). Princip stanovení je následující. Chromogen ABTS – 2,2'-azino-di[ethylbenzthiazolin] – je inkubován s peroxidem vodíku a metmyoglobinem, který vykazuje peroxidasovou aktivitu. V reakci vzniká poměrně stabilní modrozeleně zabarvený radikál ABTS^{•+}. Antioxidanty ve vzorku piva, přidaném do reakční směsi, brání oxidaci ABTS, čímž dojde k potlačení vývinu zabarvení; pokles intenzity zabarvení ve srovnání se slepou zkouškou je úměrný koncentraci antioxidantů. Reakce byla adaptována na automatický analyzátor Hitachi 717 (Roche, Mannheim, Německo). Výsledky jsou vyjádřeny v mmol/l a odpovídají koncentraci rozpustného vitamínu E (Trolox) se stejným antioxidačním účinkem; tento vitamin je užíván jako standard.

Předností piva, které je významnou nutriční složkou stravy zejména v českých zemích, je výlučně přírodní původ jeho antioxidantů, u nichž lze předpokládat efektivní metabolismus lidským organismem. Další nespornou výhodou piva je skutečnost, že celkové množství antioxidantů získaných jeho konzumací je zřetelně lacinější než v komerčně dostupných antioxidačních přípravcích. Antioxidační kapacita 500 ml piva odpovídá asi 150 ml červeného vína nebo 1000 ml pomerančové šťávy [24]. Antioxidanty snižují nejen tvorbu aterosklerózy, ale brání do jisté míry i vzniku karcinomů, vzniku Alzheimerovy a Parkinsonovy choroby, stárnutí, diabetu, některým chorobám zubů a mnohým jiným.

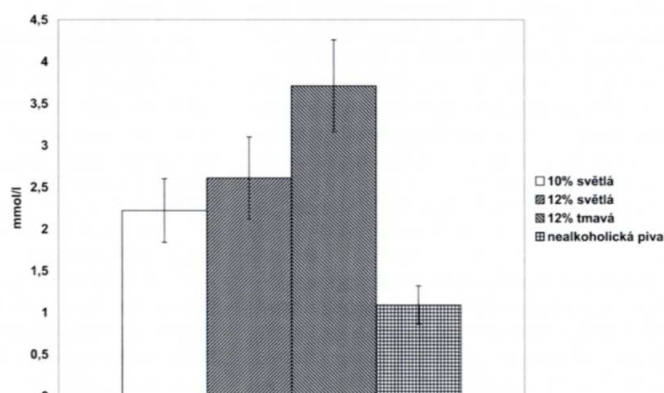
Literatura

- [1] RENAUD, S., de LORGERIL, M.: Lancet **339**, 1992, s. 1523
- [2] KLATSKY, A.L., ARMSTRONG, M.A., FRIEDMAN, G.D.: Am. J. Cardiol. **80**, 1997, s. 416
- [3] NORDMANN, R.: Alcohol Alcoholism **29**, 1994, s. 513
- [4] NORDMAN, R., ROUACH, H.: Ann. Gastroenterol. Hepatol. **32**, 1996, s. 133
- [5] SIES, H.: Advances in Pharmacology, vol. **38**, Acad. Press 1997, San Diego, USA, s. 601, ISBN 0-12-052939-5
- [6] MENNEN, L.T. et al.: Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. **19**, 1999, s. 887
- [7] KIECHL, S. et al.: Prospective results from the Bruneck Study. Stroke **29**, 1998, s. 900.
- [8] CROFT, K.D. et al.: Alcohol Clin. Exp. Res. **20**, 1996, s. 980.
- [9] GASBARRINI, A. et al.: Dig. Dis. Sci. **43**, 1998, s. 1332
- [10] HIRVONEN, T. et al.: Am. J. Epidemiol. **150**, 1999, s. 187
- [11] DECAPRIO, A.P.: Crit. Rev. Toxicol. **29**, 1999, s. 283
- [12] KIMURA, S., HAYATSU, H., ARIMOTO-KOBAYASHI, S.: Mutat. Res. **439**, 1999, s. 267
- [13] BRENNER, H. et al.: Brit. Med. J. **315**, 1997, s. 1489
- [14] MILLIGAN, S.R. et al.: J. Clin. Endocrinol. Metab. **84**, 1999, s. 2249
- [15] LAPCIK, O. et al.: Steroids **63**, 1998, s. 14
- [16] YOKOO, Y. et al.: Alcohol Alcoholism **34**, 1999, s. 161
- [17] GALLATE, J.E. et al.: Eur. J. Pharmacol. **370**, 1999, s. 233
- [18] PUDDEY, I.B., CROFT, K.: Addiction Biology **2**, 1997, s. 269
- [19] PUDDEY, I.B. et al.: Novartis Found Symp. **216**, 1998, s. 51
- [20] PRŮCHA, P., ČÍŽ, M., LOJEK, A.: Proceedings of the 5th Aviemore conference on malting brewing and distilling, 1998, s. 351
- [21] JEANDET, P. et al.: Phytopathol. **143**, 1995, s. 135
- [22] HAYASE, F. et al.: Agric. Biol. Chem. **53**(12), 1989, s. 3383
- [23] HASHIMOTO, N.: Technical Report of KIRIN. No. **31**, 1988, s. 19
- [24] PAGANGA, G., MILLER, N., RICE-EVANS, C.A.: Free Rad. Res. **30**, 1999, s. 153

Lektoroval Ing. Alexandr Mikyška
Do redakce došlo 8. 12. 2000



Obr. 2. Antioxidační kapacita piv připravených s různým druhem chmele.



Obr. 3. Hodnoty antioxidační kapacity u různých druhů piv (průměr + směrodatná odchylka).

Racek, J. – Holeček, V. – Průcha, P. – Trefil, L. – Vinson, J. A.: Zdravotní účinky piva z hlediska volných radikálů a antioxidantů. Kvasny Prum. 47, 2001, č. 7–8, s. 206–208.

K hlavním biologicky účinným složkám piva patří alkohol a směs antioxidantů. V práci je přehledně uveden účinek alkoholu na organismus; poměr příznivých a nepříznivých účinků závisí na velikosti jeho denního příjmu. Příznivý účinek alkoholu spočívá zejména ve zvýšení koncentrace antiaterogenních lipoproteinů o vysoké hustotě (HDL), v zábraně lipoperoxidace a antiagregačním působení na krevní destičky. Antioxidanty piva pocházejí ze sladu, v menší míře z chmele; jedná se většinou o polyfenoly. V přehledu jsou shrnuty hlavní fyziologické účinky těchto antioxidantů; patří k nim zábrana oxidace lipoproteinů o nízké hustotě (LDL), vazodilatační a antioxidantní působení. Jakožto chelátory kovů brání vzniku hydroxylového radikálu Fentonovou reakcí. V závěru práce jsou shrnuty výsledky vlastních měření antioxidantní kapacity některých druhů piva.

Racek, J. – Holeček, V. – Průcha, P. – Trefil, L. – Vinson, J. A.: Health Effects of Beer from the Angle of Free Radicals and Antioxidants. Kvasny Prum. 47, 2001, No. 7–8, p. 206–208.

Alcohol and mixture of antioxidants belong among the main biologically effective components in beer. The article indicates in a well-arranged form the efficiency of alcohol on organism: the ratio of the favourable and unfavourable effects depends on the amount of its daily consumption. The favourable effect of alcohol consists mainly in the increase of concentration of antiatherogenic high density lipoproteins (HDL), in the inhibition of lipoperoxidation and in the antiaggregational

incidence on blood platelets. In beer the antioxidants come from malt, less specifically from hops: this is mostly the question of polyphenols. The survey sums up the main physiological effects of these antioxidants: the inhibition of oxidation of low density lipoproteins (LDL), vasodilatation and the antioxidant incidence. As chelators of metals, they hedge the rise of hydroxyl radical by the Fenton reaction. The authors end by summarizing results of their own antioxidant capacity measurement of some sorts of beer.

Racek, J. – Holeček, V. – Průcha, P. – Trefil, L. – Vinson, J. A.: Wirkung des Bieres auf die Gesundheit aus dem Standpunkt der freien Radikale und Antioxidanten. Kvasny Prum. 47, 2001, Nr. 7–8, S. 206–208.

Zu den hauptsächlichsten biologisch wirksamen Bestandteilen des Bieres gehören Alkohol und ein Gemisch von Antioxidanten. In der Arbeit wird übersichtlich die Wirkung des Alkohols auf den Organismus erörtert; die Proportion der günstigen und ungünstigen Auswirkungen hängt von der Größe seiner täglichen Aufnahmes ab. Die günstige Alkoholwirkung besteht vor allem in der Erhöhung der Konzentration der antiaterogenen Lipoproteine von grosser Dichte (HDL), in der Verhütung der Lipoperoxidation und in der Antiaggregationswirkung auf Thrombozyten. Die Anti-Oxidantia des Bieres kommen aus dem Malz, in einem kleineren Ausmass aus dem Hopfen; es handelt sich grösstenteils um Polyphenole. Übersichtlich werden die hauptsächlichsten physiologischen Wirkungen dieser Antioxidantia zusammengefasst; es handelt sich vor allem um die Verhütung der Oxidation der lipoproteine von niedriger Dichte (LDL) und weiter auch die Vasodilatations- und Antioxidationswirkung. Die Antioxidantia

verhüten weiter als Metallchelatoren die Bildung des Hydroxyl-Radikals durch Fenton-Reaktion. Zum Schluss der Arbeit werden Ergebnisse eigener Messungen der Antioxidations-Kapazität einiger Biergattungen präsentiert.

Рацек, Й. – Голечек, В. – Пруха, П. – Трефил, Л. – Винсон, Й. А.: Влияние пива на состояние здоровья с точки зрения свободных радикалов и антиоксидантов. Kvasny Prum. 47, 2001, № 7–8, стр. 206–208.

К важнейшим биологически действенным компонентам пива относятся алкоголь и смесь антиоксидантов. В работе приводится наглядным образом влияние алкоголя на организм – отношение положительного и негативного влияний зависит от количества его приема в сутки. Положительное влияние алкоголя заключается особенно в повышенной концентрации антиатерогенных липопротеинов высокой плотности (HDL), в барьере липопероксидации и антиагрегационном влиянии на кровяные дощечки. Антиоксиданты происходят из солода, в меньшей степени из хмеля – в большинстве случаев речь идет о полифенолах. В перечне подытожены главные физиологические влияния этих антиоксидантов, к которым относится барьер оксидации липопротеинов низкой плотности (LDL), вазорасширительное и антиокислительное влияния. Как хелаторы металлов препятствуют возникновению гидроксильного радикала реакцией фентона. В заключении подытожены результаты собственных измерений антиокислительной мощности некоторых сортов пива.