# SciCell

ODBORNÝ MAGAZÍN

WWW.SCICELL.ORG

2026



ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell

SciCell Magazín



# PIVO AKO LIEČIVÝ NÁPOJ

Publikované 20. januára 2020

Obrázok od Mabel Amber, still incognito... z Pixabay

***Nora Jedináková, Lukáš Hleba***
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva

Milovníci vína oceňujú jemnosť a prepracovanosť nápoja, ale tiež vedia, že je to mimoriadne bohatý zdroj antioxidantov. Jeden z týchto antioxidantov je skutočne najrozšírenejšou látkou proti starnutiu vôbec – resveratrol. Nový výskum však ukazuje, že pivo môže byť vínu veľkým rivalom. Pivo je jediný výživový zdroj xanthohumolu, prírodného cytoprotektívneho antioxidantu, pochádzajúceho zo šišiek chmeľu, ktorý je v literatúre označovaný za 200-krát silnejší ako resveratrol v červenom víne.

Za zavádzanie chmeľu do piva bola zodpovedná benediktínska mníška a farmakologička z 12. storočia Hildegarde de Bingen. Predtým mnísi používali hlavne koriander, horec alebo šalviu na ochutenie a zachovanie svojho vzácneho nektáru, ktorý dostali pútnici v kláštoroch. Okamžite bolo zrejmé, že chmeľ ponúka mnoho výhod: so svojimi konzervačnými vlastnosťami a pozitívnymi účinkami sa rýchlo stal podstatnou zložkou receptu. V priebehu nasledujúcich storočí ju používali celé generácie pivovarníkov až do súčasnosti.



Hildegard de Bingen – benediktínska mníška, farmakologička. Zdroj: brookstonbeerbulletin.com

Xanthohumol bol prvýkrát izolovaný z chmeľu v roku 1913 a je jedinou známou prírodne sa vyskytujúcou metylovanou chmeľovou živicou. Samotný xanthohumol predstavuje len 0,1% až 1% hmotnosti suchej chmeľovej šišky.

Problém je v tom, že tieto zlúčeniny, ktoré pochádzajú z chmeľu, sú veľmi chúlostivé a majú tendenciu pivo trochu zakaliť. Väčšina moderných výrobcov piva preto používa chemikáliu (pVPP) na odstránenie zákalu, a tak na zabránenie tvorby usadenín vo fľaši.

**Zázrak menom XANTHOHUMOL**

Xanthohumol sa získava zo samičích šišiek chmeľu, ktoré sa pridávajú do piva, aby sa zlepšila jeho chuť, aróma, horkosť, penová textúra a konzervácia. Je to antioxidant, nachádza sa vo frakcii chmeľu z tvrdej živice. Chmeľové živice sa delia medzi mäkké živice – tie, ktoré sú rozpustné v hexáne – a tvrdé živice – tie, ktoré sú rozpustné v éteri. Frakcia mäkkej živice obsahuje chmeľové alfa a beta kyseliny, zatiaľ čo frakcia tvrdej živice obsahuje chmeľové oxidované alfa a beta kyseliny, ako aj xanthohumol a jeho izomerizovanú formu izoxanthohumol.



Chmeľoví šištice (Humulus lupulus). Zdroj: Obrázok od meineresterampe z Pixabay

V triede rastlinných polyfenolov majú xanthohumol aj izoxanthohumol vysoké antioxidačné vlastnosti, vyššie ako genisteín (ktorý sa nachádza v sóji), ale nie taký vysoký ako kvercetín (ktorý sa nachádza v cibuľke a ovocí). Napriek vysokej hladine xanthohumolu v niektorých chmeľoch je jeho prítomnosť v pive veľmi nízka. Tradične chmeľové ležiacke pivo môže mať od 0 do 30 dielov na miliardu (ppb) xanthohumolu, zatiaľ čo silnejšie pivo môže mať 100 až 700 ppb. Nízke koncentrácie v pive v kombinácii s jeho veľmi nízkou biologickou dostupnosťou znamenajú, že množstvo xanthohumolu získané pitím piva je zanedbateľné. Na druhej strane sa izoxanthohumol nachádza v pive až stonásobne viackrát. Silnejšie pivo môže mať medzi 800 a 3 500 ppb izoxanthohumolu. Existujú dôkazy, že črevná mikroflóra môže počas procesu trávenia premieňať izoxanthohumol späť na xanthohumol. Ak je to pravda, môže to upozorniť na možné prínosy xanthohumolu na zdravie.

Obsah xanthohumolu v pive sa líši od typu piva, receptu, varenia a filtrácie. Najviac sa ho nachádza práve v chmeľových pivách, ako je India Pale Ale (IPA) alebo extra chmelené pivo. Majú vysoký obsah chmeľu, a preto vykazujú väčší obsah xanthohumolu ako plzenské alebo ležiacke pivá. India pale ale (IPA) je najznámejší štýl chmeľového piva. Názov pochádza z prepravy piva z britských kolónií do Indie. Dlhá cesta si vyžadovala, aby pivo obsahovalo veľké množstvo chmeľu (známeho ako konzervačný prostriedok), teda aby prežilo cestu.

**Pozitíva xanthohumolu na organizmus**

Chmeľ a jeho fytoceutické vlastnosti sa v tradičnej medicíne dlho používajú ako liečba úzkosti, stresu a nespavosti. Záujem o xanthohumol vzrástol kvôli jeho mnohým farmakologickým vlastnostiam, medzi ktoré patrí chemoprevencia, protirakovinová a kardiovaskulárna ochrana, protizápalová, antiobezitná, antioxidačná, antivírusová liečba a liečba menopauzy a osteoporózy. Inhibuje metabolickú aktiváciu prokarcinogénov a v skorom štádiu potláča rast nádoru. Konkrétne sa ukázalo,

že je chemopreventívny proti rakovine prsníka a prostaty. Zdá sa, že tieto zdravotné prínosy sú pravdepodobné, pretože xanthohumol je chalkonoid, čo sú zlúčeniny známe pre svoje pozitívne zdravotné vlastnosti. V súčasnosti sa chmeľové prášky, výťažky a čaje nachádzajú v obchodoch so zdravou výživou a po celom svete.

Laboratórne štúdie preukázali pozitívne výsledky xanthohumolu ako doplnku výživy. Jedna hodnotila vplyv xanthohumolu na kognitívne (poznávacie) schopnosti mladých a starých myší ako možnej metódy na zmiernenie metabolického syndrómu spojeného s vekom a straty pamäti. Mladé myši liečené xanthohumolom vykazovali zvýšenie kognitívnej flexibility a priestorového učenia, ale u starších myší sa významne nezlepšili, hoci obe skupiny myší vykazovali zníženie mastných kyselín v mozgu.

Podobná práca nedávno zistila, že xanthohumol bol schopný znížiť prírastok telesnej hmotnosti, inzulínovej rezistencie a lipidov v krvnom riečišti myší.

## Xanthohumol ako prevencia a liečba rakoviny

Je známe, že mnoho fytochemikálií, často prítomných v potravinách alebo nápojoch, vykazujú silné chemopreventívne alebo terapeutické vlastnosti, ktoré selektívne ovplyvňujú rakovinové bunky. Početné štúdie preukázali protirakovinovú aktivitu xanthohumolu izolovaného z chmeľu (*Humulus lupulus*), s koncentráciou do 0,96 mg / l v pive. Cieľom tohto prehľadu je zhrnúť existujúce štúdie zamerané na protirakovinovú aktivitu xanthohumolu.

Údaje zo štúdií *in vitro* naznačujú, že xanthohumol bol schopný potláčať tak karcinogenézu, ako aj metastázy. Rozsah protirakovinovej aktivity pokrýval rôzne časti tela vrátane dýchacích ciest, zažívacieho systému, genitourinárneho systému a ďalších.

Medzi týmito druhmi rakoviny bola systematicky študovaná aktivita xanthohumolu na rakovinu prsníka a leukémiu *in vitro*. Okrem potláčania karcinogenézy a metastázovania, xanthohumol môže zvýšiť chemo- a rádio senzibilizáciu buniek MCF-7. Tieto zistenia naznačujú, že xanthohumol môže spolupracovať so súčasnou tradičnou chemoterapiou a rádioterapiou pri znižovaní dávok, ktoré často vedú k toxicite a závažným vedľajším účinkom.

Okrem štúdií *in vitro,* štúdia *in vivo* na zvieratách ukázala, že podávanie xanthohumolu v pitnej vode myšiam nesúcim CCA (cholangiokarcinóm je skupina rakovín, ktoré začínajú v žlčovodoch, ktoré spájajú pečeň a žlčník do tenkého čreva) môže znížiť rast nádoru. Injekcia s xanthohumolom do dutiny brušnej významne oneskorila vzplanutie neurologických porúch v modeli xenoimplantátových myší typu ALL (akútna lymfocytárna leukémia), čo viedlo k predĺženiu života zvierat. Okrem toho sa zaznamenalo aj zníženie priemernej hmotnosti urogenitálneho traktu, potláčanie rastu diferencovaného karcinómu prostaty a oddialenie pokročilej progresii nádoru. Nanešťastie iba niekoľko štúdií *in vivo* skúmalo protirakovinovú aktivitu xanthohumolu, u ľudí sa neuskutočnili žiadne klinické štúdie. Preto by budúce štúdie na zvieratách a ľuďoch *in vivo* mali určiť účinnú dávku a najlepší spôsob podania xanthohumolu. Takisto pozorovať vedľajšie účinky súvisiace s chronickým podaním.Vzhľadom na tieto vlastnosti sa zdá, že xanthohumol je dobrým kandidátom na prevenciu a liečbu rakoviny a mohol by byť potenciálnou zbraňou pre nové terapeutické stratégie.

## Xanthohumolom obohatené pivá

Bolo dokázané, že xanthohumol vykazuje veľa pozitívnych účinkov na zdravie ľudí. Z tohto dôvodu, sa veľa pivovarov pokúša vyrábať pivá s vysokým obsahom tejto látky. Najzávažnejším problémom, ktorý brzdí všetky „technológie výroby piva“, je nízka rozpustnosť xanthohumolu vo vode a jeho izomerizácia na izoxanthohumol, ktorá sa vyskytuje pri zvýšených teplotách.

**Metódy:**

1. najčastejšie sa výroba piva obohateného o xanthohumol vykonáva primárne pridaním špeciálnych chmeľových produktov.

2. ďalšou metódou je zmiešanie extraktu xanthohumolu s horúcou mladinou a kvasinkami, tento roztok sa pridá k pivu, ktoré zreje v ležiackých pivniciach. Takýmto spôsobom sa vyrobilo niekoľko druhov piva s obsahom xanthohumolu asi 2,5mg/L.

3. posledná z najčastejších metód je technológia založená na výrobe mladiny s vyššou pôvodnou špecifickou hmotnosťou, zníženou dobou varu, neskorým pridaním obohateného chmeľu o xanthohumol (5 minút pred koncom varu), rýchlym ochladením mladiny so studenou vodou pri teplote nižšej ako 80 ° C – sa tak obmedzili izomerizačné reakcie. Táto technológia umožnila výrobu svetlého piva obsahujúceho asi 1mg/L xanthohumolu.

Z pokusov vieme, že najvhodnejšia teplota na pridanie chmeľového produktu bohatého na xanthohumol do mladiny bola 60°C. Izomerizačnými reakciami sa pri tejto teplote javili iba minimálne straty xanthohumolu.

Najvyššia koncentrácia (> 27mg/L Xn) bola zistená v mladine pripravenej zo zmesi 80% praženého sladu a 20% plzenského sladu. Hotové tmavé pivo obsahovalo 1,91mg/L Xn.

Skúmal sa tiež vplyv filtračných materiálov (kremelina) a stabilizačných materiálov (PVPP, BEERPAP, polyamid 6 a kyselina trieslová) na koncentráciu Xn v obohatenom tmavom pive. U kremeliny a všetkých polyamidových sorbentov bolo pozorované iba malé zníženie Xn. Naproti tomu kyselina trieslová spôsobila významné zníženie obsahu Xn v pive (> 40%); avšak táto kyselina sa v pivovaroch bežne nepoužíva.

**Vplyv pitia piva na naše zdravie**

Zistilo sa, že mierna konzumácia alkoholu môže byť zdraviu prospešná. Väčšina výskumu sa prevažne uskutočňovala na víne. Veľká časť predpokladanej výhody spočíva s polyfenolmi obsiahnutými v tomto nápoji. Avšak s rastúcim porozumením polyfenolického obsahu piva sa štúdie čoraz viac zameriavajú na jeho účinky na zdravie ako funkčný alkoholický nápoj.

V roku 2016 bol vydaný konsenzus o vplyve spotreby piva na zdravie a choroby. V tomto dokumente sa zistilo, že mierne a pravidelné pitie piva je pri prevencii kardiovaskulárnych chorôb rovnako prospešné ako víno, ba dokonca lepšie.

Aj Jan Pitk, český lekár, prednosta Kardiocentra a kliniky kardiovaskulárnej chirurgie IKEM hovorí, že desiatka pivo je najlepší iontový nápoj, aký zatiaľ ľudstvo vymyslelo. Je v ňom všetko – výživa, vitamíny, ionty a tá trocha alkoholu je tiež prospešná.

Zdá sa, že metabolizmus mierneho množstva alkoholu má ochranné účinky, ktoré sú vyvážené škodlivými účinkami, ktoré sa vyskytujú pri konzumácii veľkého množstva alkoholu. Okrem toho sa o konzumácii alkoholu uvažuje aj s obsahom fenolov: víno sa už dlho považuje za funkčný nápoj kvôli svojmu obsahu fenolov, ale pivo sa v stále väčšej miere zvažuje v tejto kategórii vysokofenolových nápojov na ochranu zdravia. Teda konzumácia fenolových nápojov, ako je pivo a víno, môže priniesť výhody oproti destilovaným nápojom (tj. likérom). Obzvlášť zaujímavé sú výhody xanthohumolu. Pretože sa xanthohumol ukázal prospešný v nespočetných podmienkach, tento polyfenol a ďalšie látky obsiahnuté v pive pravdepodobne prispejú k úlohe piva ako funkčného nápoja na ochranu zdravia.

**Pivo a osteoporóza**

Preukázalo sa, že mierna konzumácia etanolu bráni osteoporóze a zlomeninám kostí, čo naznačuje,

že fenolové alkoholické nápoje môžu byť prospešné, ak sa konzumujú s mierou.

Tieto výhody však môžu byť možné len pri koncentráciách, ktoré by nespôsobili škodlivé účinky. Katechíny, kvercentín a kampferol boli všetky navrhnuté na zlepšenie zdravia kostí na základe štúdií *in vitro, in vivo* a na ľuďoch. Znovu sa však zdá, že xanthohumol a prenylnarigenín sú primárnymi fenolmi zodpovednými za tento úžitok, a to vďaka estrogénovým účinkom prenylnarigenínu a schopnosti oboch zlúčenín inhibovať resorpciu kostí. Zaujímavé však je, že pivo je vynikajúcim zdrojom kremíka pochádzajúceho z vysokého obsahu jačmeňa. Pretože kremík je spojený so zvýšenou hustotou kostí, je to ďalší mechanizmus, ktorým môže byť pivo prospešné pre zdravie ľudí.

## Záver

Bohužiaľ, xanthohumol existuje v takom extrémne malom množstve v pive, že v záujme dosiahnutia pozitívnych zdravotných výhod by človek musel konzumovať veľké množstvo piva, čo ohrozuje zdravie jednotlivca z dôvodu negatívnych atribútov vysokej konzumácie alkoholu. Študuje sa však výskum biosyntetickej dráhy produkcie xanthohumolu v chmeli. Tieto výskumy zdôrazňujú veľkú časť práce, ktorú je ešte potrebné vykonať, ako je pochopenie obsahu xanthohumolu v rôznych odrodách chmeľu, vplyv rôznych pestovateľských metód, pozberové skladovanie, extrakcia a návrh jednoduchej technológie na zvýšenie alebo aspoň na zachovanie pôvodnej koncentrácie xanthohumolu z chmeľu.

Aj napriek tomu už poznáme viacero dôvodov, prečo si dať pivo.

## Referencie

Zamzow, D. R., Elias, V., Legette, L. L., Choi, J., Stevens, J. F., & Magnusson, K. R. (2014). “Xanthohumol improved cognitive flexibility in young mice.” Behavioural Brain Research, 275, 1-10.

Miranda, C. L., Elias, V. D., Hay, J. J., Choi, J., Reed, R. L., & Stevens, J. F. (2016). “Xanthohumol improves dysfunctional glucose and lipid metabolism in diet-induced obese C57BL/6J mice.” Archives of Biochemistry and Biophysics, 599, 22-30.

Stevens, J. F., & Page, J. E. (2004). “Xanthohumol and related prenylflavonoids from hops and beer: to your good health!” Phytochemistry,65(10), 1317-1330.

Dokduang, H., Yongvanit, P., Namwat, N., Pairojkul, C., Sangkhamanon, S., Yageta, M. S., et al. (2016). Xanthohumol inhibits STAT3 activation pathway leading to growth suppression and apoptosis induction in human cholangiocarcinoma cells. *Oncol. Rep.* 35, 2065–2072. doi: 10.3892/or.2016.4584

Benelli, R., Vene, R., Ciarlo, M., Carlone, S., Barbieri, O., and Ferrari, N. (2012). The AKT/NF-kappaB inhibitor xanthohumol is a potent anti-lymphocytic leukemia drug overcoming chemoresistance and cell infiltration. *Biochem. Pharmacol.* 83, 1634–1642. doi: 10.1016/j.bcp.2012.03.006

Vene, R., Benelli, R., Minghelli, S., Astigiano, S., Tosetti, F., and Ferrari, N. (2012). Xanthohumol impairs human prostate cancer cell growth and invasion and diminishes the incidence and progression of advanced tumors in TRAMP mice. *Mol. Med.* 18, 1292–1302. doi: 10.2119/molmed.2012.00174

Jiang, C.-H., Sun, T.-L., Xiang, D.-X., Wei, S.-S., & Li, W.-Q. (2018). *Anticancer Activity and Mechanism of Xanthohumol: A Prenylated Flavonoid From Hops (Humulus lupulus L.). Frontiers in Pharmacology, 9.* doi:10.3389/fphar.2018.00530

Karabín, M., Jelínek, L., Kinčl, T., Hudcová, T., Kotlíková, B., & Dostálek, P. (2013). *New approach to the production of xanthohumol-enriched beers. Journal of the Institute of Brewing, n/a–n/a.*doi:10.1002/jib.71 Elrod, S. M. (2018). *Xanthohumol and the Medicinal Benefits of Beer. Polyphenols: Mechanisms of Action in Human Health and Disease, 19–32.* doi:10.1016/b978-0-12-813006-3.00003-9

https://www.supersmart.com/en–anti-ageing–xanthohumol–0784

https://beerandbrewing.com/dictionary/8Fg4KYctFr/