



# Škodí bifteky, krkovičky a kaviár zdraví?

VÁCLAV HOŘEJŠÍ

Mnozí z nás včetně mě zajisté považují za velkou lahůdku pořádný biftek, krkovičku nebo jehněčí kotletky, zvláště pěkně grilované. Z epidemiologických studií ale soustavně vychází, že požívání tohoto „červeného masa“ (na rozdíl od masa kuřecího či rybího) jasně koreluje se zvýšenou incidencí závažných chorob, jako je ateroskleróza, některá nádorová onemocnění, diabetes 2. typu, a s celkovou mortalitou. Nejvýraznější je korelace mezi požíváním červeného masa a výskytem karcinomu tlustého střeva, tedy choroby, která je v české populaci ve srovnání se světem obzvláště častá. Ke vzniku těchto chorob přispívá různou měrou řada příčin, ale na všechny má výrazně negativní vliv stav chronického zánětu.

Za možné příčiny těchto neblahých důsledků požívání hovězího, vepřového či jiného savčího masa je považován vznik karcinogenních látek při pečení a zvláště grilování masa, poškozování DNA střevních buněk N-nitroso sloučeninami, přítomnými zejména v uzeninách, nebo vznik volných radikálů katalyzovaný hemovým železem. Tato vysvětlení ale nejsou příliš přesvědčivá – proč by potom stejné následky nemělo i požívání pečeného a grilovaného masa kuřecího a rybího? Krom toho dávky mutagenů vznikajících z masa, které vyvolávají u pokusných zvířat nádory,

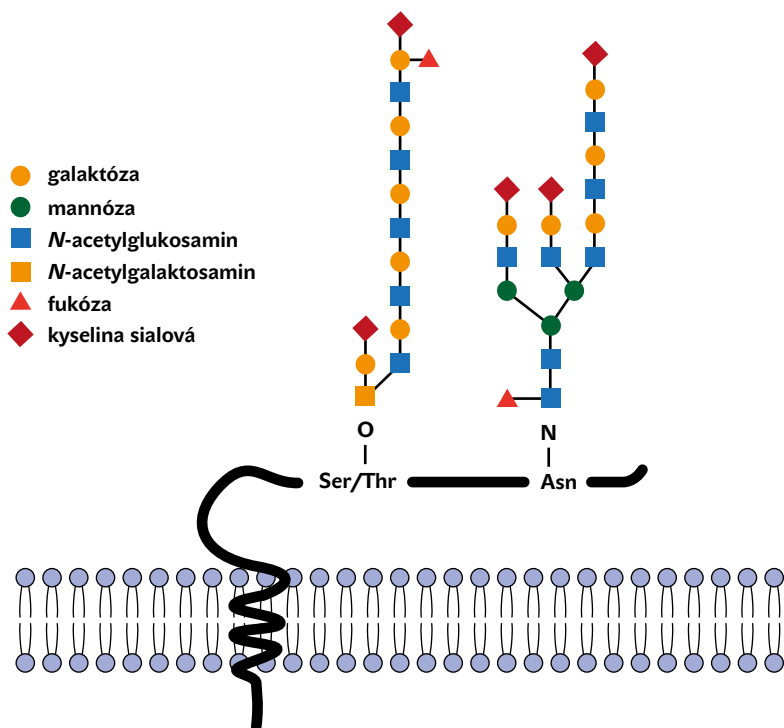
jsou nesrovnatelně vyšší než ty, které se skutečně nacházejí v našich masných pokrmech. Pozoruhodné je, že u šelem, živících se masem daleko více než my lidé, žádné karcinogenní účinky stravy nepozorujeme.

Se zajímavým vysvětlením nyní přišla americká skupina vedená Ajitem Varki ze San Diega.<sup>1</sup> Tito badatelé se již delší dobu zabývali detaily struktury glykoproteinů na povrchu lidských a jiných savčích buněk.

Glykoproteiny jsou proteiny, které jsou chemicky modifikovány kovalentním připojením různě velkých sacharidových řetězců (jsou tedy, jak se někdy říká, „ocukrované“). Tyto oligosacharidové „přívěsky“ se skládají občas jen ze dvou, ale častěji z pěti, deseti a nezděka až několika desítek monosacharidových jednotek, kterými bývají hlavně mannóza, N-acetylglukosamin, galaktóza a fukóza. Oligosacharidové řetězce jsou někdy jednoduše lineární, ale častěji různě složitě větvené (obr. 1). Někdy je sacharidová část glykoproteinů dokonce větší než samotná proteinová (polypeptidová) nosná část. Připojování sacharidových řetězců se v eukaryotických buňkách děje dosti komplikovaným způsobem při biosyntéze velké většiny membránových a sekretovaných proteinů v endoplazmatickém retikulu a Golgiho aparátu. U mnoha těchto glykoproteinů jsou na koncích větvených sacharidových řetězců molekuly trochu složitějšího monosacharidu zvaného kyselina sialová alias kyselina N-acetylneuraminová (NeuAc, obr. 2). U velké většiny savců (včetně lidoopů) je v této terminální pozici NeuAc ve větší nebo menší míře (10–50 %) nahrazena velmi podobnou kyselinou N-glykolyneuraminovou (NeuGc, obr. 2). Kalifornští badatelé si již před několika lety všimli, že u lidí, na rozdíl od ostatních savců, chybí kritický enzym nutný pro biosyntézu NeuGc. Kupodivu však přesto povrchové glykoproteiny některých lidských buněk, zvláště epiteliálních, endoteliálních a nádorových, molekuly NeuGc obsahují. Ukazuje se, že tyto molekuly pocházejí z potravy a jsou enzymaticky „transplantovány“ z potravních glykoproteinů na buňkami syntetizované lidské glykoproteiny.

Problémem ale je, že v lidském séru jsou přítomny ve větším či menším množství přítomky rozeznávající NeuGc. Ty vznikají při

1. Příklady typických oligosacharidových řetězců povrchových glykoproteinů. Tzv. O-glykosidické jsou navázány na aminokyseliny serin nebo threonin, N-glykosidické na asparagin. Existuje velké množství variant, které se liší detaily struktury.

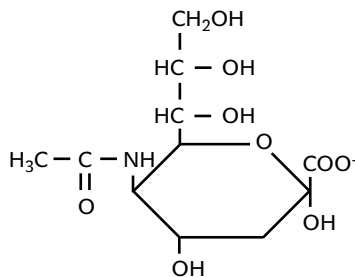


Prof. RNDr. Václav Hořejší, CSc., viz Vesmír 94, 93, 2015/2.

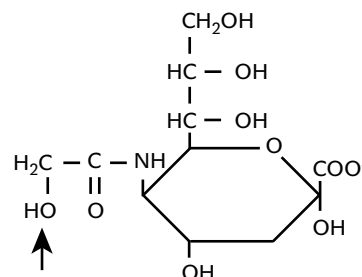
rozenou imunizací některými kmeny bakterie *Haemophilus influenzae*, které do své buněčné stěny zabudovávají malá množství NeuGc pocházející z potravních zdrojů.<sup>2</sup> Tyto protilátky se tak mohou vázat na povrchové glykoproteiny obsahující ony cizorodé molekuly NeuGc a ve spolupráci s makrofágy a tzv. komplementovými proteiny stimulovat chronické zánětlivé děje velmi podobné těm, které známe z řady autoimunitních chorob vyvolávaných autoreaktivními protilátkami. A je známo, že právě prostředí chronického zánětu podporuje růst nádorových buněk, protože je zdrojem některých cytokinů (např. interleukin-6, TGF-β), které působí jako růstové faktory nádorových buněk.

Ve zmiňovaném<sup>1</sup> článku prokazuje Varkio laboratoř tuto hypotézu *in vivo*. Používají geneticky modifikovaný myší kmen, kterému podobně jako lidem chybí enzym nezbytný pro tvorbu NeuGc z NeuAc. U těchto myší dochází podobně jako u lidí k inkorporaci potravní NeuGc do povrchových glykoproteinů. Pokud jsou těmto myším současně injikovány protilátky proti NeuGc, dochází u nich k chronickému zánětlivému stavu charakterizovanému zvýšením koncentrace interleukinu-6 a ke zvýšení spontánního vzniku jaterních nádorů (myši mají na rozdíl od lidí spíše sklon ke spontánnímu vzniku ná-

**kyselina  
N-acetylneuraminová**



**kyselina  
N-glykolylnuraminová**



dorů jater nežli tlustého střeva). V článku je uveden také obsah NeuGc v různých potravinách – nejvíce jí obsahuje hovězí, bizoní, vepřové a jehněčí maso, poměrně hodně je jí také v sýrech. Rekordních hodnot dosahuje v kaviáru, zatímco je nedetekovatelná v drůbežím masu, vejcích, rybách, krevetách, ovoci a zelenině.

Zdá se tedy, že je opravdu rozumné stát se vegetariánem nebo alespoň omezit požívání vepřového, hovězího a vůbec savčího masa. Je to určitě jednodušší než hledat léky, které by inhibovaly inkorporaci NeuGc do našich glykoproteinů nebo zamezovaly vzniku protilátek proti této látce.

**2. Vzorce kyseliny N-acetylneuraminové (NeuAc) a N-glykolylnuraminové (NeuGc). Šipka označuje hydroxylovou skupinu, kterou se NeuGc liší od NeuAc.**

1) Samraj et al., Proc. Nat. Acad. USA 12, 542, 2015.

2) Taylor et al., J. Exp. Med. 207, 1637, 2010.

## ODPOVĚĎ NA KAŽDOU OTÁZKU

JIŘÍ ADAMOVIČ

# Kamenná slunce

V Risanském zálivu v Černé Hoře jsou skalnicích u silnice skvěle vyvinutá kamenná slunce. Daleko větší a početnější než ta v národní přírodní památce Kamenná slunce ve Středohoří u Hnojnic, o níž česká wikipedie tvrdí, že je „unikátem v celosvětovém měřítku“. Jsou ta „naše“ kamenná slunce skutečně unikátem, který se jinde nevyskytuje, nebo jde o jev v jiných krajích běžný, nevzbuzující nějakou všeobecnou pozornost? Leopold Kukačka, Ústí n. L.

Způsob vzniku kamenných sluncí u Hnojnic v Českém středohoří je celkem výstižně popsán na s. 30 textu ke Geologické a přírodovědné mapě České středohoří od Vladimíra Cajze (ed.), vydal Český geologický ústav v roce 1996.

„Vznikla... čedičová brekcie. Přehřátá pára zvyšovala energii exploze. Byly strhávány úlomky okolní horniny a ty z nich, které nebyly rozdrčeny, zůstaly jako xenolity v brekci. V době chladnutí brekcie tyto vlhké xenolity ochlazovaly své okolí, čedičovou brekci. Vlivem teplotních rozdílů došlo ke vzniku kontrakčních puklin, které se paprscitě rozbíhají od křídových xenolitů a vytvářejí velmi neobvyklá kamenná slunce.“

Těmi zachycenými úlomky okolních hornin (xenolity) jsou na Hnojnicích prachovce z vrstevního sledu křídových hornin, kterým explozivní brekcie pro-

cházel. K tomu lze dodat, že předložené vysvětlení nemusí být jediné platné (je otázka, zda decimetrové xenolity mohly samy vytvořit nezávislá centra chladnutí celého tělesa brekcie). V přírodě bývá radiální puklinatost hornin spojena s lineárními zdroji tepla, jak můžeme pozorovat u okolí kominovitých magmatických struktur nebo třeba na stopách po úderu blesku na skalním povrchu – fulguritech. Někdy je však obtížné rozhodnout, zda jsou tyto pukliny výsledkem opětovného chladnutí zahřáté horniny (kontrakční pukliny), nebo zda vznikly již při zahřátí v důsledku

explozivního uvolnění energie přehřáté vody a páry.

Podobný jev jako na lokalitě Hnojnice je méně dokonale vyvinut ještě na jiných místech v Českém středohoří. Nikde jinde u nás ani ve světě jsem se s ním ale nesetkal i přes relativně časté odkrytí vulkanických brekcií s xenolity na lomových stěnách.

Na fotografiích pana Kukačky z Černé Hory jde s velkou pravděpodobností o jiný jev – radiální puklinatost, která vznikla při odštělech vápencového masivu v souslednosti se stavbou silnice. Třeba by bylo možné na některých místech ještě najít zbytky návrtů pro uložení výbušniny. Podobných člověkem vytvořených „sluncí“ je u nás poměrně velký počet v nejrůznějších horninách, například v pískovci pod rozhlednou na vrcholu Děčinského Sněžníku nebo v různých starších vápencových lomech v okolí Prahy.

Jiří Adamovič, Geologický ústav AV ČR, v. v. i.



Snímek © Leopold Kukačka.